

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ  
Институт природопользования НАН Беларуси

**ГЕОЛОГИЯ И  
МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫЕ  
РЕСУРСЫ ЗАПАДА  
ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ  
ПЛАТФОРМЫ:  
ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ И  
РАЦИОНАЛЬНОГО  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

**Материалы  
Международной  
научной конференции,  
посвященной 215-летию  
со дня рождения  
И. Домейко**



**Минск  
31 июля – 3 августа 2017 года**

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
БЕЛАРУСИ

АКАДЕМИЯ НАУК ЛИТВЫ

THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF BELARUS

LITHUANIAN ACADEMY OF SCIENCES

**ГЕОЛОГИЯ И МИНЕРАЛЬНО-  
СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ ЗАПАДА  
ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ  
ПЛАТФОРМЫ:  
ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ И  
РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Материалы  
Международной научной конференции,  
посвященной 215-летию со дня рождения  
И. Домейко

**GEOLOGY AND MINERAL RAW  
MATERIALS OF THE WEST OF  
EASTERN EUROPEAN  
PLATFORM: PROBLEMS OF  
RATIONAL NATURE  
MANAGEMENT STUDY**

Materials  
of International Scientific Conference  
dedicated to the 215 anniversary from the day of  
I. Domeyko



Минск, 31 июля – 3 августа 2017 г.

Minsk, July 31 – August 3, 2017

Р е к о м е н д о в а н о  
Ученым советом  
Института природопользования НАН Беларуси  
(протокол № 4 от 2 июня 2017 г.)

**Редакционная коллегия:**  
академик **А.К. Карабанов** –  
ответственный редактор  
академик **И.И. Лиштван**  
академик **А.В. Матвеев**  
академик **А.А. Махнач**  
д-р геогр. наук **В.С. Хомич**  
канд. истор. наук **В.В. Данилович**  
канд. физ.-мат. наук **В.С. Микуцкий**  
канд. хим. наук **А.Э. Томсон**  
канд. техн. наук **В.А. Ракович**  
канд. истор. наук **А.В. Унучек**

**Рецензенты:**  
академик **Н.Н. Бамбалов**  
д-р геол.-минер. наук **А.Ф. Санько**

R e c o m m e n d e d  
by the Academic council  
of Institute for Nature Management  
(protocol № 4, 02.06.2017)

**Editorial board:**  
Academician **A.K. Karabanov** –  
responsible editor  
Academician **I.I. Lishtvan**  
Academician **A.V. Matveev**  
Academician **A.A. Makhnach**  
Dr. of Geography **V.S. Khomich**  
Ph.D. of History **V.V. Danilovich**  
Ph.D. of Physica and Mathematica **V. S. Mikutsky**  
Ph.D. of Chemistry **A.E. Tomson**  
Ph.D. of Technica **V.A. Rakovich**  
Ph.D. of History **A.V. Unuchak**

**Reviewers:**  
Academician **N.N. Bambalov**  
Dr. of Geology **A.F. Sanko**

**Геология и минерально-сырьевые ресурсы запада Восточно-Европейской платформы: проблемы изучения и рационального использования** : материалы Междунар. научн. конф., посвященной 215-летию со дня рождения И. Домейко, г. Минск, 31 июля – 3 августа 2017 г. / Нац. акад. наук Беларуси [и др.] ; редкол. : А.К. Карабанов [и др.]. – Минск : СтройМедиаПроект, 2017. – 372 с.

**Geology and Mineral Raw Materials of the West of Eastern European Platform: Problems of Rational Nature Management Study** : Materials of International Scientific Conference dedicated to the 215 anniversary from the day of I. Domeyko, Minsk, July 31 – August 3, 2017 / The National Academy of Sciences of Belarus [etc.] ; editorial board : A.K. Karabanov [etc.]. – Minsk : StroyMediaProekt, 2017. – 372 p.

В сборник включены материалы о жизни и деятельности Игнатия Домейки, его научном наследии и роли в развитии наук о Земле. В значительной части статей представлены современные проблемы геологии и рационального использования минерально-сырьевых ресурсов, а также вопросы устойчивого развития Беларуси и сопредельных государств.

Книга предназначена для широкого круга ученых, специалистов и лиц, интересующихся историей Беларуси, проблемами природопользования и геоэкологии.

The conference proceedings include materials about the life and work of Ignacy Domeyko, his scientific heritage and a role in the development of Earth Sciences. Modern problems of geology and rational use of mineral resources, as well as sustainable development of Belarus and neighboring countries.

The book is addressed to a wide range of scientists, experts and individuals concerned with nature management and ecology.

## Раздел 1. ЖИЗНЬ И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ИГНАТА ДАМЕЙКИ

---

### НАВУКОВАЯ СПАДЧЫНА ІГНАТА ДАМЕЙКІ І ПРАБЛЕМЫ РАЗВІЦЦЯ НАВУК АБ ЗЯМЛІ

У.Р. Гусакоў<sup>1</sup>, А.А. Махнач<sup>2</sup>, А.К. Карабанаў<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Прэзідым Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі,  
Мінск, Беларусь, e-mail: nasb@presidium.bas-net.by;

<sup>2</sup> Інстытут геалогіі, філіял Дзяржаўнага прадпрыемства «Навукова-вытворчы цэнтр  
на геалогіі» Міністэрства прыродных рэсурсаў і аховы навакольнага асяроддзя

Рэспублікі Беларусь, e-mail: amahnach@geology.org.by;

<sup>3</sup> Інстытут прыродакарыстання Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі,  
e-mail: nature@ecology.basnet.by

У артыкуле прыведзены звесткі аб навуковай спадчыне выдатнага навукоўца 19 стагоддзя Ігната Дамейкі ў кантэксле праблем развіцця геалагічных навук на сучасным этапе.

**Ключавыя слова:** Ігнат Дамейка; геалогія; мінеральна-сыравінныя рэсурсы.

### IGNACY DAMEJKO'S SCIENTIFIC HERITAGE AND PROBLEMS OF EARTH SCIENCES' DEVELOPMENT

V.G. Gusakov<sup>1</sup>, A.A. Makhnach<sup>1</sup>, A.K. Karabonov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Chairman of the Presidium of the National academy of sciences of Belarus,

<sup>2</sup> Institute of Geology, Branch of the State Enterprise «RPC for Geology» of Ministry  
for natural resources and environment protection of Republic of Belarus,

<sup>3</sup> The Institute for Nature Management of the National academy of sciences of Belarus,  
Minsk, Belarus

The information about Ignacy Dameiko's scientific heritage in the light of present-day problems of geological sciences is given.

**Keywords:** Ignacy Dameiko; geology; mineral resources.

Выдатны вучоны, адзін з найбольш знакамітых сыноў беларускай зямлі, вялікі асветнік, які атрымаў ганаровае званне «Grande educator» ў Чылі, Ігнат Дамейка нарадзіўся ў пачатку і памёр у канцы XIX стагоддзя (1802–1889). Гэтае стагоддзе было стагоддзем Дастаеўскага і Тургенева, Моцарта і Бетховена, Мендзялеева і Фарадэя, Андрэя Тадэвуша Касцюшкі і Адама Міцкевіча, з якім сябраваў Ігнат Дамейка. На тэрыторыі сучаснай Беларусі вядома каля дзвюх дзесяткаў месцаў, якія звязаны з Дамейкам. Гэта месца яго нараджэння і “маентак Мядзвядка” (*Niedźwiadka Wielka*) Навагрудскага павета быў лінійным Мінскай губерніі (сення гэта Карэлічскі раён Гродзенскай вобласці) і іншыя населенныя пункты, частку з якіх удзельнікі канферэнцыі наведаюць падчас экспедыцій.

Беларуская старонка яркага жыцця Ігната Дамейкі адзначана вучобай ў піарскай школе ў Шчучыне, потым на аддзяленні фізікі і матэматыкі Віленскага ўніверсітэта, ўдзелам у тайнім студэнцкім таварыстве філаматаў, арыштам у 1823 г., ўдзелам у паўстанні 1830–1831 гг. Затым быў эміграцыя і доўгія гады плённай працы ў Чылі.

Усе свае жыцце Ігнат Дамейка лічыў сябе ліцвінам, а Навагрудчыну, гэта значыць заходнюю Беларусь, сваім родным краем. У тыя часы ліцвінамі зваліся ўсе жыхары Вялікага княства Літоўскага якое ў сваю чаргу ўваходзіла ў склад літоўска-польскай дзяржавы – Рэчы Паспалітай, якая толькі за сем гадоў да нараджэння Дамейкі зникла з карты Еўропы ў выніку трох падзелаў Рэчы Паспалітай паміж Прусіяй і Расіяй. Доўгі час мовай зносін шляхецкага

саслоўя, прадстаўніком якого быў Ігнат Дамейка, была польская мова. Але ен, як і іншыя шляхцічы, колькасць якіх дасягала амаль шостай часткі насельніцтва княства Літоўскага, добра ведаў і мову простых сялян – беларускую мову. Таму зразумела, чаму маюць рацыю лічыць Ігната Дамейку сваім суайчыннікам як літоўцы, так і палякі, і беларусы.

Пасля паражэння паўстання ў 1831 годзе Ігнат Дамейка разам з іншымі паўстанцамі адступіў у Прусію, потым выехаў у Германію, у 1832 г. разам з Адамам Міцкевічам і іншымі эмігрантамі прыбыў у Парыж. У Парыжы ў 1834 Дамейка паступіў у Горную школу, па заканчэнні якой ў 1837 г. атрымаў дыплом горнага інжынера і ў тым жа годзе прыняў запрашэнне на працу ў Горную школу Ла-Серэна ў Какімбе на поўначы Чылі.

Менавіта ў Чылі Дамейка, выдатны прадстаўнік інтэлігенцыі XIX стагоддзя, стаў знакамітым геолагам, які правёў экспедыцыйныя работы ў Андыскіх Кардыльерах, пустыні Атакама, адкрыў радовішчы і праяўленні золата ў Кангуэнэсе, срэбра ў Аргнеорсе, салетры ў Атакаме, вугалю ў Валдыві, склаў геалагічную карту Чылі і заснаваў горную прамысловасць гэтай краіны, вывучыў арсенід медзі – мінерал, які пазней названы яго імем, стварыў калекцыю мінералаў, якая налічвае больш за 400 узороў, і апублікаваў падручнікі па мінералогіі. Чым жа быў знамінальны XIX век, век Ігната Дамейкі з пункту гледжання развіцця геалогіі?

XIX стагоддзе было часам, калі закладваўся падмурак сучаснай геалагічнай науки. Менавіта ў гэты час англічанін Вільям Сміт адкрыў і ўпершыню выкарыстаў палеанталагічны метад вызначэння адноснага ўзросту сладоў. У 1816 г. убачыла свет яго выдатнае сачыненне «Пласты, вызначаныя па іх арганічных выкапнях». Менавіта ў гэты час французы Ж. Кюёе, Ж. Ламарк і А. Браньяр пачалі палеанталагічныя даследаванні, якія мелі выключна важнае значэнне для развіцця геалогіі. Падмурак геалогіі будаваўся ў ходзе барацьбы розных светапоглядных школ і напрамкаў. У XIX веку працягвалася начатая ў другой палове папярэдняга веку барацьба нептунізму і плутанізму, катастрофізму і эвалюцыянізму. У 1802 г., у тым годзе, у якім нарадзіўся І. Дамейка, выдатны французскі даследчык прыроды Ж. Ламарк апублікаваў сачыненне «Гідрагеалогія», у якім зрабіў крок у бок прадстаўлення аб эвалюцыйным развіцці Зямлі, адышоўшы ад тэорыі катастроф. У 1812 г. Ж. Кюёе ва ўводзінах да сваёй кнігі «Даследаванні аб выкапнёвых костках», наадварот, развіў тэорыю катастроф. У другой палове XIX веку былі апублікаваны працы выдатных геолагаў: німецкага – Л. Буха і французскага – Элі дэ Бамона, у якіх тэорыя катастроф істотна змянілася. У 1830–1833 гг. была апублікавана славутая кніга англійскага геолага Ч. Лайеля «Асновы геалогіі». У ёй быў распрацаваны метад актуалізму. Восем гадоў пазней завяршилася расчляненне палеазою на сістэмы. Гэта адбылося ў выніку экспедыцыі ў Расію англійскага геолага Р. Мурчысона, якім была выдзелена пермская сістэма.

І. Дамейка па сваёй геалагічнай спецыялізацыі быў, у першую чаргу, мінералагам. Гады жыцця і дзейнасці І. Дамейкі былі часам, калі закладваліся асноўныя прынцыпы мінералогіі. У пачатку XIX стагоддзя ў гэтай геалагічнай дысцыпліне развіваліся два напрамкі: (1) крышталеграфічны, заснаваны на вывучэнні геаметрычных форм крышталяў, і (2) хімічны, які дапамагаў паўнай вывучыць састаў мінералаў. Крышталеграфічны напрамак у мінералогіі бярэ свой пачатак ад Ромэ дэ Ліля і Рэнэ Жюста Гаю; яго яркімі прадстаўнікамі былі выдатныя расійскія мінералагі М.І. Какшараў, А.В. Гадолін, П.В. Ерамеев. Найбольш вядомымі прадстаўнікамі хімічнага напрамку былі швед Іёган Якаб Берцэліус і немец Эйльхард Мітчэрліх. Апошні, дарэчы, у 20-ыя гады XIX стагоддзя адкрыў фундаментальныя з'явы ізамарфізму і палімарфізму. Да другой паловы XIX веку адносіцца вызначэнне дакладнага хімічнага саставу многіх мінералаў, распрацоўка метадаў хімічнага аналізу, замацаванне ў мінералогіі мікраскапічнага метаду, дзякуючы працам А.А. Інастронцева, А.П. Карпінскага, Генры Сорбі, Фердынанда Цыркеля, Карла Розенбуша. Прыкладна ў гэты час сформуляваны крышталехімічны (Я.С. Фёдараў) і генетычны (У.І. Вярнадскі) прынцыпы ў мінералогіі.

На якім жа ўзроўні знаходзіліся ў той час веды аб геалагічнай будове радзімы І. Дамейкі?

У той год, калі нарадзіўся І. Дамейка, геалагічныя даследаванні на тэрыторыі сённяшняй Беларусі пачаў праводзіць выдатны вучоны-мінералог У.М. Севяргін [1]. Ен даў апісанні рэльефу і чацвярцічных адкладаў, у пэўнай меры не страціўшыя значэння да нашага

часу. Гэты даследчык ахарактарызаваў ганчарныя гліны ў Верхнянёманская нізіне каля Скідаля, тарфянікі Свіслачскай нізіны, паведаміў аб выхадах мелу ў раёне Гродна, вялікую ўвагу засяродзіў на вывучэнні эратычных валуноў («круглякоў»). У.М. Севяргін адным з першых у свеце выказаў ідэю аб шырокім старажытным мацерыковым зледзяненні і тэрмакарставым паходжанні азёрных катлавін на заходзе Рускай раўніны. Прыкладна ў гэты ж час з'яўляюцца працы С. Сташыца, які прыйшоў да высновы аб наносным харкторы адкладаў, якія пакрываюць Заходнюю Беларусь і Літву. У 1816 г. Г.К. Разумоўскі апісвае эратычныя валуны на прасторы ад Пецярбурга да Бельгіі, у тым ліку ў Гродзенскай губерні. У працы М.А. Кумельскага (1826 г.) паведамляеца аб знаходках у аколіцах Гродна «зялёнай зямлі», відавочна, глаўканітавых парод. У 1830 г. Э.І. Эйхвальд дае апісанне чацвярцічных прэнсаводных мергеляў пад Гродна. У 1844–1854 гг. ён жа выдае «Поўны курс геалагічных навук, пераважна ў адносінах да Расіі», у якім прыводзіць звесткі аб фауне мелавых адкладаў пад Гродна і закладвае асновы ледавіковай тэорыі. У 1845 г. К.І. Арсеньеў публікуе «Падарожныя нататкі», у якіх выкладае вынікі вывучэння пясчанай раўніны паміж Вільна і Гродна. У 1844 г. Ю.Р. Блазіус упершыню выяўляе выхады дэвонскіх вапнякоў і даламітаў у басейне р. Заходняя Дзвіна. У 1846 г. у агаленнях на левым беразе Сожа экспедыцыя Р. Мурчысона ўпершыню ўстаноўлены карэнныя адклады мелавой сістэмы. У другой палове XIX веку ўсё часцей перасякаюцца геалагічныя маршрутамі сярэдняя і паўднёвыя раёны Беларусі. Па іх выніках з'яўляюцца вядомыя працы А.П. Карпінскага і А.Э. Гедройца. З 1873 па 1898 г. у Беларускім Палесці працавала экспедыцыя пад кірауніцтвам І.І. Жылінскага. Яна сабрала і абагульніла багаты матэрыял па геалагічных і фізіка-геаграфічных умовах Палескай нізіны. У другой палове стагоддзя пачынаеца дробнамаштабная геалагічная здымка, свідруюцца неглубокія свідравіны для водазабеспячэння, якія даюць геалагічныя матэрыял, праводзяцца геалагічныя даследаванні ўздоўж трасы Кіева-Брэсцкай чыгункі

Аб'ём звестак аб будове нетраў радзімы I. Дамейкі ў гады яго жыцця быў яшчэ нязначны. Аднак даследаванні, праведзеныя тут у XIX веку, заклалі падмурак далейшага геалагічнага вывучэння тэрыторыі. Больш таго, ужо ў дарэвалюцыйныя гады мінеральнасыравінная база Беларусі была запатрабавана [1]. Працавала невялікая колькасць саматужных прадпрыемстваў па вытворчасці цэглы і ганчарных вырабаў з чацвярцічных глін і суглінкаў. Пісчы мел здабываўся з адорвеняў, абпаліваўся ў падлогавых печах на вапну і часткова адмучваўся для папяровай і шклянай прамысловасці. Працавалі цементавы завод на адорвенях мелу, завод па абпаліванню дэвонскіх даламітаў, заводы ганчарных вырабаў і чарапіцы, кафельны завод. Збіраліся валуны для будаўніцтва, выкарыстоўваліся падземныя воды, торф, балотныя жалезныя руды.

Што ж змянілася ў геалогіі, у светапоглядзе геолагаў з часоў I. Дамейкі? Галоўнае гэтае то, што геалогія перастала быць толькі і проста інструментам павелічэння ўцягваемых у абарот мінеральных рэсурсаў. Сёння важнейшым агульначалавечым інтэрэсам сталі заклапочанасць грамадства глабальнымі зменамі навакольнага асяроддзя, імкненне грамадства да захавання здаровага асяроддзя на Зямлі для будучых пакаленняў. Гэтая заклапочанасць і гэтае імкненне звычайна разглядаюцца ў кантэксце паняцця «устойлівае развіццё». І геалогіі – адной з важнейшых навук аб Зямлі – адводзіцца вельмі істотная роля ў вырашэнні такога рода проблем.

Вучоныя-геолагі даволі позна далучыліся да вывучэння навакольнага асяроддзя. Іх папярэднікамі былі інжынеры, географы, біёлагі, кліматолагі, акеанографы, спецыялісты ў іншых галінах. Пытанне аб тым, ці патрэбна геолагам звяртаць асобную ўвагу на праблемы навакольнага асяроддзя, абмяркоўвалася ў міжнародных геалагічных навуковых арганізацыях у канцы восьмідзесятых гадоў мінулага стагоддзя [8]. У выніку абмеркаванняў у Міжнародным саюзе геалагічных навук у 1990 г. была створана новая камісія – Камісія па планаванню развіцця навакольнага асяроддзя. Другім прыкладам удзелу Міжнароднага союза геалагічных навук у вырашэнні праблем навакольнага асяроддзя з'яўляеца праект «Партнёрства ў выкарыстанні зямных рэсурсаў», спонсарам якога стаў Міжнародны савет навуковых саюзаў.

Чым жа карысны геолаг для забеспячэння ўстойлівага развіцця? Ключавыя ўмовы, неабходныя для ўстойлівага развіцця або, іншымі словамі, важнейшыя праблемы, ад вывучэння і вырашэння якіх залежыць устойлівае развіццё рэгіёнаў, захаванне і

рацыянальнае выкарыстанне навакольнага асяроддзя, – гэта вада, глебы, урбанізацыя, пахаванне адыходаў, энергетыка, мінеральныя рэсурсы, мінімізацыя наступстваў стыхійных бедстваў і адукцыя. У рэалізацыі ўсіх гэтых умоў відавочная і вялікая роля геалагічнай навуки [4, 8].

1. Геолагі актыўна займаюцца аптымізацыяй эксплуатацыі падземных пресных и мінеральных вод, разведваюць новыя ваданосныя гарызонты, распрацоўваюць спосабы іх папаўнення, прагназіруюць шляхі і тэмпы пранікнення забруджваючых рэчываў у ваданосныя гарыzonты. Водная праблема абумоўлена бескантрольным выкарыстаннем вады (залишняя здабыча, недастатковое папаўненне і г. д.), яе забруджваннем, але, галоўнам чынам, той акаличнасцю, што ўсё меншая колькасць чистай преснай падземной вады павінна забяспечыць ўсё большую колькасць людзей. Трохмерныя веды геолагаў аб структуры Зямлі, яе саставе, аб узаемадзеянні горных парод і падземных вод дазваляюць ім ствараць мадэлі патокаў падземных вод, узнаўляючых у дакладнасці іх цячэнне, і разлічаць здольнасць слаёў да затрымлівання забруджваючых рэчываў. Геалагічнае прагназіраванне становіща важнейшым інструментам водагаспадарчай дзейнасці.

2. Геолагі распрацоўваюць меры па прадухіленню разбурэння і вываду з абароту глебаў у выніку эрозіі і забруджвання. Антрапагенная дзейнасць (знішчэнне лясоў, адсутнасць рацыянальных тэхналогій выкарыстання сельскагаспадарчых угоддзяў, неадэкватнае і празмернае выкарыстанне ўгнаенняў і іншых хімічных рэчываў) прыводзіць да знішчэння або дэградацыі глебаў – найкаштоўнейшага прыроднага прадукту, утварэнне якога адбываецца з хуткасцю некалькіх міліметраў у год. У Кітаі 5 млрд т прыродных глебаў штогод выбываюць з выкарыстання, з іх 2 млрд т змываецца рэкамі і асаджаецца ў акіянах або азёрах. Гэта 1/12 частка ўсіх сусветных глебавых рэсурсаў [6]. Устойлівае развіццё сельскай гаспадаркі можа быць дасягнута толькі ў тым выпадку, калі эрозія і дэградацыя глебаў не будуць перавышаць іх узнаўленне. Пры сучасным ходзе падзей і ў маштабе чалавечага жыцця глеба становіща адным з неўзнаўляемых рэсурсаў, а яе стан – сур'ёзны перашкодай на шляху даўгачаснага развіцця. Геолагі могуць і павінны выкарыстаць свае багатыя веды аб працэсах, якія адбываюцца ў верхній частцы асадкавай тоўшчы, каб распознаць існуючыя лакальныя і рэгіональныя праблемы і абазначыць тэрыторыі, дзе ўрадлівыя ўгоддзі могуць быць падвергнуты небяспечы знішчэння.

3. Геолагі садзейнічаюць папярэджванню негатыўных наступстваў бескантрольнай урбанізацыі шляхам выяўлення новых мінеральных рэсурсаў для гарадоў, папярэджвання гарадскіх улад або небяспечных геалагічных працэсах як прыродных, так і выкліканых чалавечай дзейнасцю, шляхам удзелу ў выбары аптымальных месцаў для пашырэння гарадскога будаўніцтва і спосабаў выкарыстання гарадскіх тэрыторый, у тым ліку падземнай прасторы.

Праблема ў тым, што 50 % насельніцтва Зямлі жыве ў гарадах, якія займаюць толькі некалькі працэнтаў агульнай паверхні зямнога шара. Таму ўстойлівае развіццё урбанізаваных тэрыторый з'яўляецца першачарговай задачай ўсіх міжнародных праграм па навакольнаму асяроддзю. Канцэнтрацыя высотных будынкаў, падземных камунікацый, каналы з крутымі схіламі, залишніе спажыванне падземных вод ствараюць каласальную тэхнагенную нагрузкую на адносна невялікай плошчы, што з'яўляецца прычынай значных геалагічных небяспек.

4. У бліжэйшыя гады перапрацоўка альбо захаванне адыходаў будзе набываць усё большае значэнне. Хоць чакаеца, што колькасць адыходаў на душу насельніцтва ў высокоразвітых краінах зменшыцца, немагчыма пазбегнуць павелічэння колькасці адыходаў у менш развітых краінах у бліжэйшыя некалькі дзесяцігоддзяў. Геолагі выяўляюць прыродныя геалагічныя бар'еры, якія дзейнічаюць больш эфектыўна, чым самая лепшая штучныя ізалятары, і тым самым выяўляюць месцы, прыдатныя для складзіравання адыходаў як пад зямлёй, так і на паверхні, прагназіруюць патэнцыяльную карціну забруджвання нетраў. Доўгатэрміновае захаванне адыходаў усё больш грунтуеца на мультыбар'ерным падыходзе, у адпаведнасці з якім непранікальныя або слабапранікальныя слаі такіх пород, як гліны, гліністыя сланцы або каменная соль, разглядаюцца як прыродны бар'ер на шляху прадуктаў вышчалочвання перад іх паступленнем у біясферу. Праблема выбару месцаў пахавання – праблема не толькі інжынерна-геалагічная, але таксама адміністрацыйная і палітычнай. Калі ўлічыць, наколькі моцна змяніліся дзяржаўныя граніцы ў Еўропе толькі за

апошнія два стагоддзі, і той факт, што некаторыя віды адыходаў, напрыклад радыёактыўныя, павінны захоўвацца сама меней 10 000 гадоў, то арыентацыя на іх пахаванне толькі ў межах тых дзяржаў, дзе яны выраблены, пазбаўлена рэалістычнай асновы. Гэтая акалічнасць патрабуе ўзважанага глабальнага падыходу, які часта знаходзіцца ў супярэчнасці з палітычнымі меркаваннямі. Такім чынам, размова ідзе аб выпрацоўцы новых агульнапланетарных прынцыпаў асваення падземнай прасторы. Тут дарэчы спаслацца на думку некаторых замежных экспертаў, якія аналізуюць ролю геалогіі ў забеспячэнні ўстойлівага развіцця грамадства ў будучыні. Яны лічаць, калі XX век характарызаваўся актыўным асваеннем паветранай прасторы і атмасфери, XXI век будзе сведкай шырокамаштабнай эксплуатацыі падземнай прасторы [8].

5. Геолагі ўдзельнічаюць у вырашэнні сусветнай энергетычнай праблемы шляхам выяўлення новых рэсурсаў, стварэння метадаў нетрадыцыйнай вытворчасці энергіі, скарачэння яе ўзечкі ў працэсе вытворчасці, захавання і транспарціроўкі. Непапаўняльныя энергетычныя рэсурсы нафты і прыроднага газу паступова і няўхільна вычэрпваюцца. Улічваючы, што патрэба ў энергіі ўзрастает з ростам насельніцтва, да 2020 года яна складзе 630 гігаджоулей [7]. Таму натуральна, што разумнае выкарыстанне і пошук энергетычных рэсурсаў займае адно з асноўных месцаў ва ўсіх праграмах па развіццю. На Зямлі ўсё яшчэ значныя запасы вугалю. Гэтыя запасы здабываюцца і выкарыстоўваюцца, галоўным чынам, у развіваючыхся краінах, што супраджаецца велізарнымі выкідамі  $\text{CO}_2$  у атмасферу. Вялікая колькасць  $\text{CO}_2$  падпадае таксама ў атмасферу ў выніку спонтаннага самаўзгарання вугалю. Такія пажары частыя ў Кітаі, Індыі, Інданезіі і паглынаюць толькі ў Кітаі 100–200 млн т вугалю штогод. Вучоныя-геолагі садзейнічаюць барацьбе з гэтымі з'явамі [9]. Яны таксама прымічаюць удзел у работах па стварэнню падземных газасховішчаў. З'явіліся тэхналогіі здабычы прыроднага метану з вугальных пластоў без урону для навакольнага асяроддзя і метады кантролюемага спальвання вугалю пад зямлёй. Вялікай праблемай для спецыялістаў у науках аб Зямлі ў бліжэйшыя дзесяцігоддзі з'явіцца распрацоўка цвёрдых газагідратаў, якія залягаюць на значных глыбінях, у прыватнасці, на дне акіяна і ў абласцях вечнай мерзлаты. Гэта агромісты патэнцыял энергетычных рэсурсаў.

У шэрагу рэгіёнаў свету энергетыка амаль цалкам грунтуюцца на выкарыстанні лесу, што вядзе да памяншэння генерацыі кіслароду, скарачэння біялагічнай разнастайнасці, эрозіі і страты глебаў, утварэнню апоўзняй. Геолагі прадбачаць гэтыя праблемы навакольнага асяроддзя і ўдзельнічаюць у іх вырашэнні.

6. Урадавыя колы розных дзяржаў праяўляюць ўсё ўзрастаючу цікавасць да ўздзеяння здабываючай прамысловасці на навакольнае асяроддзе і накладваюць сур'ёзныя абмежаванні на горназдабывающую дзейнасць. Экалагічна аптымальная горназдабывающая дзейнасць патрабуе вельмі вялікіх затрат, а цэны на карысныя выкапні застаюцца ўсё яшчэ ніzkімі. У гэтих умовах эканамічна выгаднай можа быць толькі здабыча высакасортных руд і толькі ў шырокіх маштабах. Вызначэнне месцаў іх залягання патрабуе высокага ўзроўню геолагічнай падрыхтоўкі. Удзел вучоных-геолагаў вельмі карысны для ацэнкі ўплыву горназдабывающей дзейнасці і яе адыходаў на навакольнае асяроддзе. Геолагі могуць удзельнічаць у распрацоўцы прыміральных хімічных, фізічных або біялагічных метадаў аздараўлення тэрыторый, забруджаных адыходамі. Акрамя таго, геолагі могуць адигрываць ключавую ролю ў геахімічным маніторынгу, паколькі яны добра ведаюць горныя пароды і глебы ў натуральным стане, якія з'яўляюцца кропкай адліку пры вывучэнні тэхнагеннага забруджвання.

7. Геолагі садзейнічаюць скарачэнню колькасці стыхійных бедстваў, прагназіруючы прыродныя і антрапагенные небяспекі і іх наступствы шляхам састаўлення карт небяспечных зон і папярэджвання ўлад, удзельнічаюць у распрацоўцы метадаў мінімізацыі наступстваў катастроф і сістэм ранняга апавяшчэння. Кожны год дзесяткі і нават сотні тысяч чалавек гінуць або прападаюць без вестак у выніку такіх стыхійных бедстваў, як землетрасенні, навадненні і аблавы. Агульныя эканамічныя ўрон у выніку гэтих стыхійных бедстваў дасягае соцені мільярадаў долараў у год [3].

Значныя праблемы звязаны з глобальнымі зменамі ў выніку ўзрастаючай колькасці выкідаў цяплічных газаў. Вучоныя-геолагі актыўна ўдзельнічаюць у даследаваннях, якія тычацца чакаемага згубнага ўплыву глобальных зменаў клімату. Напрыклад, многія геолагі-

чацвярцінікі вывучаюць кліматычны ўплыў газаў, якія паступілі ў атмасферу ў геалагічным мінулым пры натуральных умовах. У выніку такіх даследаванняў былі дакладна даціраваны кліматычныя падзеі мінулага і асэнсаваны працэсы павелічэння і змяншэння колькасці цяплічных газаў у сувязі з перыядамі зледзяненняў і пацяпленняў. Даследаванні геолагаў у гэтым напрамку паказалі таксама істотныя зруші межаў кліматычных зон у абласцях мусонаў, якія мелі месца ў недалёкім геалагічным мінулым і, магчыма, будуть мець месца ў недалёкай будучыні. Акрамя таго, цікавыя вынікі атрыманы геолагамі ў той частцы даследаванняў вугляроднага цыкла, якая адносіцца да вызначэння аб'ёму вугляроду, які губляецца ў карставых варонках і паступае ў выглядзе CO<sub>2</sub> у атмасферу.

8. Геолагі садзейнічаюць паляпшэнню адукцыі, падтрымліваючы праграмы па вывучэнню стану навакольнага асяроддзя, захаванню геалагічнай спадчыны ў выглядзе помнікаў прыроды, адукуючы планіруючыя органы і палітыкаў па частцы геалагічнай сітуацыі і экалагічнай бяспекі. Умацоўваючы дасведчанасць насельніцтва, геалагічныя навукі адыгрываюць важную ролю ў павышэнні агульнага адукцыйнага ўзроўню людзей. Сучасныя мадэлі развіцця, распрацаваныя за апошнія дзесяцігоддзі, патрабуюць наяўнасці ўсебаковых, у тым ліку геалагічных, ведаў і супрацоўніцтва ўсіх планіруючых органаў. Усё гэта ўскладае вялікую нагрузкку на сістэму асветы, якая павінна змяніцца ад арыентацыі на дысцыпліну да інтэграцыі па шырокім спектры навук [5].

9. Да ліку найбольш актуальных праблем рэгіянальнай геологіі Беларусі належаць неабходнасць захавання і развіцця навуковых школ у розных напрамках геологіі і іншых навук аб Зямлі, правядзенне паўнацэннай буйнамасштабнай геалагічнай здымкі, развіцце высокаэфектыўных тэхналогій геолагаздымачных і геолагапашукавых работ, глубокай комплекснай перапрацоўкі мінеральнай сырарынкі і адыходаў горназдабываючай прамысловасці [2].

Падводзячы вынікі, можна сказаць, што ў ХХІ веку геолагі ўдзельнічаюць і будуть актыўна ўдзельнічаць у вырашэнні асноўных праблем чалавечства. Пры гэтым сфера іх удзелу ў вырашэнні гэтых праблем перамяшчаецца з традыцыйнай пошукава-разведачнай вобласці ў вобласць экалагічнай геологіі. З'явіцца новы тып геолага шырокага профілю, які будзе валодаць ведамі па негеалагічных дысцыплінах і інфармацыйнымі тэхналогіямі і будзе арыентавацца на агульнае вырашэнне праблем устойлівага развіцця, зыходзячы з філасофіі цэльнасці.

Менавіта такой цэльнай фігурай быў Ігнат Дамейка – геолаг, горны інжэнер, педагог, гуманіст, этнограф.

### Спіс літаратуры

1. История геологических наук в Белорусской ССР / ред. Г.В. Богомолов [и др.]. – Мин: Наука и техника, 1978. – 272 с.
2. Карабанов А.К., Айзберг Р.Е., Гарецкий Р.Г. и др. Актуальные проблемы исследований в области наук о земле и освоения минерально-сырьевых ресурсов. // Природопользование. Вып. 21. – 2012. – С. 5–19.
3. Ayala Carsedo F.J. Natural Disasters in the World // Geoenvironmental Engineering.– Madrid: GeoMining Technological Institute of Spain, 1993.
4. Custodio E. European Geological Surveys and EuroGeo-Surveys: Role and Tasks in a Supranational Structure // Episodes. – 1999. – V. 22, no 2.
5. Goldemberg J. Energy, Environment and Development // Earthscan Publications. – London, 1996.
6. Li Lierong. Geoscience for the Environment in China II Newsletter CQGEOENVTRONMENT. – Haarlem, 1992. – 1.
7. Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J. Beyond the Limits Global Collapse or a Sustainable Future? // Earthscan Publications. – London, 1996.
8. Mulder E.F.J., Cordani U.G. Geoscience Provides Assets for Sustainable Development // Episodes. – 1999.– V. 22, no 2.
9. Schalke H.J. Spontaneous Coal Fires, a Geological Hazard with Global Impact // Newsletter COGEOENVIRONMENT. – Haarlem, 1992. – 1.

# ПАЎСТАННЕ 1830–1831 ГГ. У ЛЮСТЭРКУ ТАГАЧАСНАЙ РАСІЙСКАЙ ПРАПАГАНДЫ

Н.В. Анофранка

*Інстытут гісторыі НАН Беларусі,  
г. Мінск, Беларусь, e-mail: anofranka.n@gmail.com*

*В публикации отражены основные установки и направления имперской пропаганды в связи с антироссийским восстанием в Царстве Польском и в белорусско-литовских губерниях. Показан механизм воздействия государственного аппарата на общественные настроения при помощи прессы.*

**Ключевые слова:** Российская империя; Царство Польское; белорусско-литовские губернии; восстание 1830–1831 гг.; польскоязычная пресса.

## UPRISING OF 1830–1831 IN THE MIRROR OF THE RUSSIAN PROPAGANDA OF THOSE TIMES

N. Anofranka

*Institute of History of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus*

*The publication reflects to the main attitudes and directions of imperial propaganda in connection with an anti-Russian uprising in the Kingdom of Poland of Russian Empire and in Belarusian-Lithuanian provinces. The mechanism of the influence of the state authorities on public opinion with the help of the press is shown.*

**Keywords:** Russian Empire; the Kingdom of Poland; Belarusian-Lithuanian provinces; the uprising of 1830–1831; the Polish-speaking press.

З пачаткам паўстання ў Царстве Польскім перад расійскім урадам паўсталая задача даць яму палітычную ацэнку і аргументаваць наступныя рэпрэсіўныя дзеянні як перад расійскай, так перад польскай грамадскасцю. У маніфесце ад 5 (17) снежня 1830 г. імператар ахарактарызаваў паўстанне як «гнусное злодеяние» і заклікаў палякаў падпарадкованаца яго ўладзе, а афіцераў польскай арміі ўзгадаць клятву вернасці расійскаму трону [4, с. 487]. У маніфесце ад 12 (24) снежня 1830 г., які быў адрасаваны грамадству Расійскай імперыі, Мікалая I ахарактарызаваў польскае паўстанне як «гнусную измену», якая пахінула аб'яднанае з Расіяй Царства Польскага [4, с. 485]. Ён быў абураны няўдзячнасцю палякаў да расійскіх манархаў, аднак акцэнт рабіўся на асобе папярэдняга імператара Аляксандра I і яго ролі ў росквіце Царства Польскага [4, с. 485].

Стайлінне Мікалая I да патрабаванняў паўстанцкіх органаў улады было адлюстравана ў маніфесце ад 5 (17) снежня 1830 г. У ім катэгарычна заяўлялася, што тыя, хто жадае «склонить нас к уступкам – вскоре увидят лживость сих преступных надежд» [4, с. 488]. У маніфесце да расіян ад 12 (24) снежня 1830 г. імператар напісаў: «Россияне! Вы знаете, что мы их отвергнем с негодованием. Сердца ваши пылающие ревностью к престолу, понимают все чувства нашего сердца» [4, с. 486]. Катэгарычную адмову Мікалая I ісці на саступкі палякам А.Х. Бенкендорф патлумачыў наступным чынам: «как государь пойдет на уступки; прежде всего для этого никаких оснований <...> что сказали бы на это другие его подданные? Не значит ли это поощрить и другие народы его обширной монархии к подобным же действиям? Что подумали б о нем в Европе, если бы при малейших беспорядках законная власть пошла на уступки?» [1, с. 34].

Важную ролю ў распаўсюджванні ўрадавай пазіцыі на паўстанне ў Царстве Польскім адигрывала прэса. Ужо 23 лістапада (5 снежня) 1830 г. А.Х. Бенкендорф загадаў Міністру народнай асветы, каб самая пільная ўвага была звернутая на «*Tygodnik Petersburski*» («Штотыднёвік Пецярбургскі») [23, с. 33], які быў прызначаны для польскай шляхты забраных зямель [23, с. 25]. У гэтым выданні публіковаліся маніфесты Мікалая I з нагоды паўстання ў Царстве Польскім. Так, маніфест ад 25 студзеня 1831 г. інфармаваў падданых пра дэтранізацыю Раманавых у Польшчы і пра тое, што «настало время употребить силу против не знающих раскаяния» [5; 23, с. 34]. У газеце з'явілася практыка публікацыі

заказных артыкулаў, якія альбо былі падрыхтаваныя непасрэдна ў III аддзяленні, альбо ім замаўляліся. Некаторыя падобныя публікацыі падаваліся ў форме сяброўскага лістовання [1, с. 264]. Першы падобны артыкул з'явіўся на старонках газеты «*Tygodnik Petersburski*» 10 снежня (28 лістапада) 1830 г. пад назвай «Ліст паляка пражываючага ў Пецярбургу да брата ў Любліне» [23, с. 32]. Аднак публікацыя адлюстроўвала погляд расійскага ўраду на паўстанне ў Царстве Польскім. У ёй апісваўся росквіт Польшчы пад кіраўніцтвам Раманавых і «няўдзячнасць бунтаўшчыкоў» [23, с. 30]. Паўстанне характарызавалася як «бунт маладых», якія робяць шкоду Царству Польскаму. «Ліст да сябра» сканчаўся сцвярджэннем, што «паўстанне не можа быць справай народнай. Польскі народ любіць свайго цара» [23, с. 32]. Наступныя ананімныя публікацыі пропагандысцкага зместу фактычна, сэнс якіх зводзіўся да пытання – ці варта было пачынаць паўстанне, бо кошт страт вельмі вялікі [23, с. 38, 44–45].

У беларуска-літоўскіх губернях асноўнай польскамоўнай газетай быў «*Kuryer Litewski*» («Літоўскі кур’ер»), якая выходзіла ў Вільні. Функцыі гэтага выдання ў час паўстання 1830–1831 гг. заключаліся ў распаўсюджванні дзяржаўнай пропаганды. Для ўздзеяння на грамадства у «*Kuryer Litewski*» змяшчаліся публікацыі ў падтрымку імператарскіх маніфестаў і тыражыравалася пазіцыя расійскага ўраду. Асаблівасцю было тое, што такія артыкулы не былі прадуктам дзеянасці мясцовых публіцыстаў, а перадрукоўваліся з пецярбургскіх выданняў. Так, пасля маніфесту Мікалая I ад 25 студзеня 1831 г. аб пачатку руска-польскай вайны ў «*Kuryer Litewski*» за 6 лютага 1831 г. быў перадрукаваны артыкул з газеты «*Tygodnik Petersburski*», у якім сцвяржалася, што вынікі бунту могуць прывесці да згубы краю і «зрабіць цэлы народ адказным за злачынствы некалькіх асоб». У якасці прыкладу разумення небяспекі паўстання прыводзілася супрацьдзеянне дыктатара Ю. Хлапіцкі соймавым «дэмагогам». Прыводзіліся слова Ю. Хлапіцкі, што ён «не хоча кідаць суайчыннікаў у няроўную бітву з Расіяй, што народ польскі не мае ніводнай прычыны парушаць прысягі, дадзенай на вернасць Цару і Каралю». Аднак, 8 студзеня ўзнікла пропанова аб ануляванні прысягі расійскаму манарху і пра абвяшчэнне вакантнасці польскага трону. А 13 студзеня адбылося агалашэнне «дзёрзкага акту» аб незалежнасці Польшчы. У артыкуле падсумоўвалася: «Так бунтаўшчыкі пераўтварылі сябе ў прадстаўнікоў польскага народа, дадалі абразы Расіі, выставілі радзіму на ўсе няшчасці вайны» [11].

Наступны ананімны артыкул быў надрукаваны ў газете «*Kuryer Litewski*» за 6 сакавіка 1831 г. пад назвай «Ліст да прыяцеля, які знаходзіцца за мяжой». Ён быў прысвеченны хлуслівасці заходній журналістыкі і матэрыялаў, якія друкуюцца ў часопісах і газетах тых краін, дзе «не абмежавана свабода слова». Ананімны аўтар пісаў, што большая частка публікаций у свабоднай прэсе «з'яўляюцца вынікам разваг людзей неспакойных, аднак іх нацэленая зброя бяssільна супраць Расіі і звязаных з ёй у цесным саюзе іншых манархаў <...> Мы, расіяне, бачым толькі полымі і адчуваєм смуродны пах дыму і попелу. Лава дасягнула падножжа той вялізарнай гары і заліла лёгкадумную Польшчу. Гэта няшчасце не ёсьць няшчасцем Расіі. Але мужныя расійскія сыны з рызыкай для ўласнага жыцця спяшаюцца на дапамогу сваім братам, дзеля іх уласнага ратунку. Расія далёкая ад непакою, ад усяго, што прыводзіць да шаленства людзей, каторыя хацелі запаліць цэлую планету» [13].

У двух нумарах «*Kuryer Litewski*» ад 25 і 27 мая 1831 г. быў надрукаваны вялікі артыкул пад назвай «Некалькі разваг над апошнім польскай рэвалюцыяй». Асноўны сэнс гэтай публікацыі зводзіўся да падрабязнага пераліку даброт і ласак, якія зрабіў палякам імператар Аляксандр I, і сцвярджэння пра няўдзячнасць жыхароў Царства Польскага, якія паддаліся на замежныя ўплывы і здрадзілі расійскому манарху [16; 17].

Так жа ў «*Kuryer Litewski*» падаваліся звесткі пра паўстанне ў Варшаве ў расійскай інтэрпрэтацыі [9]. Напрыклад, 30 студзеня 1831 г. у газете быў надрукаваны пропагандысцкі матэрыяд Галоўнага штаба пра ўступлення расійскай арміі ў межы Царства Польскага. У ім гаварылася: «Войскі дзеючай арміі 24 і 25 студзеня на 11 розных пунктах уступілі ў межы Царства Польскага. Яго жыхары паўсюдна сустракаюць нашу армію прыязнна і прапануюць харчаванне, якое мы знаходзім у вялікай колькасці. Гвалтам ўзятыя рэкруты пры нашым з'яўленні, разбегліся. Зброю, якую яны вымушаны былі ўзяць, паўсюдна складаюць

добраахвотна». Напрыканцы было загадана часоваму Літоўскаму ваеннаму губернатару распаўсюдзіць гэту інфармацыю ў падпрарадкованых губернях [7].

Іншая частка публікацыі «Kuryer Litewski» складалася з апавяшчэння насельніцтва аб мерах, якія прыймала цэнтральная і губернская адміністрацыя ў сувязі з паўстаннем у Царстве Польскім і мясцовымі хваляваннямі. Так, 9 студзеня 1831 г. у газеце «Kuryer Litewski» паведамлялася аб адміністратыўных зменах – імператарскім указам ад 3 студзеня 1831 г. часовым Віленскім і Гродзенскім ваенным губернатарам быў прызначаны генерал-ад'ютант М.Я. Храпавіцкі, які надзяляўся усімі паўнамоцтвамі для кіравання Віленскай і Гродзенскай губернямі [8]. У надзвычайнім нумары газеты за 10 студзеня 1831 г. была надрукавана прамова галоўнакамандуючага рускай арміяй фельдмаршала І.І. Дыбіч-Забалканскага да палякаў, якую ён агучваў 1 студзеня 1831 г. ў Гродне. Фельдмаршал заклікаў насельніцтва Царства Польскага «слухаць голас свайго манарха». Пры набліжэнні расійскіх войск жыхары мястэчак і вёсак, якія ўзяліся за зброю па закліку «незаконнага ўраду», павінны яе здаць ці адноўленай грамадзянскай адміністрацыі, ці вайсковаму начальнству. Мястэчкі і вёскі, якія будуць аказваць супраціў, будуць абкладацца канtryбыуцый. Той жа, хто будзе аказваць узброены супраціў расійскім войскамі, будзе аддадзены пад ваенны суд. За паўторны бунт або дзеянні ў тыле расійскай арміі – кіраўнікі будуць пакараны смерцю, а астатнія атрымаюць суроўыя спагнанні [6]. У значнай ступені прамова І.І. Дыбіч-Забалканскага датычылася і жыхароў памежных губерняў. З мэтай папярэджання насельніцтва аб наступствах у выпадку непадпрарадковання ваеннай адміністрацыі, а тым больш пры мэтанакіраваных дзеяннях супраць расійскага ўрада 9 лютага 1831 г. у газеце «Kuryer Litewski» былі надрукаваны артыкулы ваенна-крымінальнага статуту [12].

Інфармацыя, якая датычылася антыўрадавых выступленняў у памежных губернях, на старонках «Kuryer Litewski» падавалася з істотным спазненнем, пры гэтым асноўны акцэнт рабіўся на карнія меры расійскага ўраду. Напрыклад, толькі 4 мая 1831 г. у газеце быў надрукаваны загад Мікалая I ад 22 сакавіка 1831 г. пра хваляванні ў Цяльшэўскім, Шавельскім, Расенскім паветах Віленскай губерні і яго намер здзейсніць над бунтаўшчыкамі заслужанае пакаранне, якое «ўтрымае тых, хто вагаецца і верне да абавязкаў і прысягі» [14]. Толькі 29 мая 1831 г. у газеце з'явілася перадрукоўка з дадатку да «Рыжскай газеты» за 30 красавіка 1831 г. пра «падаўленне літоўскіх бунтаўшчыкоў на Жмудзі». Паведамлялася пра ўвод расійскіх войск у Палангу і прадухіленне захопу яе мяцежнікамі, а таксама пра абарону сялян рускай арміяй і іх вяртанне да гаспадара.

Замоўчванне інфармацыі пра мясцовыя хваляванні адпавядала палітыцы расійскага ўраду. На думку Магілёўскага грамадзянскага губернатара М.М. Мураўёва засяроджанне ўвагі на якім-небудзь прадмеце з боку ўраду не спыняе разумы «грубые и необразованные». Наадварот, усякая недарэчнасць, пакінутая без увагі, знішчаецца сама сабой [3, арк. 3–4 адв.]. Сыходзячы з такога прынцыпу, на старонках «Kuryer Litewski» практычна адсутнічалі звесткі пра дзеянні паўстанцаў у паветах Віленскай, Гродзенскай і Мінскай губерняў. У выключных выпадках інфармацыя падавалася абагуленая. Напрыклад, 18 мая 1831 г. у газеце быў надрукаваны зварот Літоўскага ваеннага губернатара М.Я. Храпавіцкага, у якім гаварылася, што «пры прыбыцці бунтаўшчыкоў, якія знаходзяцца ў розных месцах Віленскай губерні былі адабраныя розныя паперы. Аказалася, што розныя асобы <...> забылі ўсялякія законы людскія <...>. Імкнуща памножыць лічбы сваіх ахвяр і прынесці спусташэнні дзе толькі можна. Некаторыя жыхары Вільні, ўзяўшы сабе тытул патрыётаў, заклікаюць бунтаўшчыкоў іншых паветаў, каб набліжаліся да Вільні, каб здабыць горад штурмам». У сувязі з гэтым М.Я. Храпавіцкі зрабіў наступныя распарараджэнні жыхарам Вільні: «Ваша першая павіннасць захоўваць супакой, быць пільнымі ў адносінах да ўсіх асоб, якія сваім уплывам могуць парушыць супакой, прынесці неспакой і разбурэнні <..> Калі будзе выступленне войск пад маім камандаваннем, жыхары Вільні павінны спакойна заставацца ў дамах. Усе асобы, якія будуць знаходзіцца на вуліцах, будуць лічыцца парушальнікамі парадку і войскі з імі будуць паступаць па-непрыяцельскому». М.Я. Храпавіцкі паведаміў, што ніхто з Вільні без яго асабістага на то дазволу выехаць не зможа [15].

У сувязі з небяспекай захопу Вільні паўстанцамі «Kuryer Litewski» змясціў зварот галоўнакамандуючага рэзервовай арміі графа П.А. Талстога. У ім гаварылася, што даручаныя яму войскі выступаюць да Віленскай губерні, каб пакласці канец бунту. Ён папярэджваў, што той, хто быў уцягнуты «ў тлум бунтаўшчыкоў, здаець зброю і вернеца да свайго дома, знойдзе справядлівую ахову і захаваную ўласнасць. Бунтаўшчыкоў жа чакае пакаранне» [15].

1 чэрвеня 1831 г., у «Kuryer Litewski» быў апублікаваны ўказ Мікалая I ад 6 мая 1831 г. У ім гаварылася: «ў выніку бунта ў некаторых паветах вернутых ад Польшчы губерняў, шмат жыхароў аказаліся яўнымі ворагамі Дзяржавы. Сілаю указу ад 22 сакавіка 1831 г. іх маёнткі павінны быць забраныя ў казну, каб не ўкараняць злачынцаў, а таксама захаваць маёнткі ад руйнавання» [18]. Паўторна ўказ пра секвестр маёнткаў быў надрукаваны ў газете 3 чэрвеня 1831 г. [19].

Для расійскага ўраду было важна, каб праціўнікі Расійскай імперыі призналі памылковасць сваіх поглядаў і пакаяліся перад манархам за здраду. Так, 12 чэрвеня 1831 г. «Kuryer Litewski» надрукаваў інфармацыю аб жыхарах Віленскай губерні, якія добраахвотна здаліся расійскім уладам. Сваю паўстанцкую дзеянасць яны тлумачылі «толькі боязью смерці». Мікалай I даў ім прабачэнне і загадаў распаўсюдзіць інфармацыю пра спосаб атрымання манаршай міласці [20]. Гэты матэрыял паўторна быў апублікаваны 15 чэрвеня 1831 г. [21]. А 19 чэрвеня 1831 г. у газете быў надрукаваны імператарскі ўказ 4 чэрвеня 1831 г., у якім загадаў даваць прабачэнне і адпускаць да месца жыхарства тых удзельнікаў паўстанцкіх атрадаў, якія здаліся добраахвотна, за выключэннем тых «хто акрамя ўдзелу ў бунце, здзейсніў яшчэ і крымінальныя злачынствы, такім пррабачэння не можа быць дадзена» [22].

Такім чынам, польскамоўныя газеты ў час паўстання 1830–1831 гг. выкарыстоўваліся расійскім урадам у якасці інструментаў дзяржаўнай пропаганды. Публікацыі ідэалагічнага зместу павінны былі ўтрымаць насельніцтва беларуска-літоўскіх губерняў у рамках імперскага патрыятызму, прадухіліць яго ўдзел у антыурадавых выступленнях.

### Спіс літаратуры

1. Бибиков, Г. А.Х. Бенкендорф и политика Николая I. – Москва, 2009.
2. Вылежынскі, Ф.І Император Николай Первый и Польша в 1830 году. – СПб., 1903. – С. 34.
3. Нацыянальны гістарычны архіў Беларусі. – Фонд 1297. – Воп. 1. – Спр. 4751. – Арк. 3 адв. – 4.
4. Полное Собрание Законов Российской Империи: Собрание второе. : [С 12 декабря 1825 года по 28 февраля 1881 года] : [В 55-ти т. с указ.] – СПб. : Тип. 2-го Отд-ния Собств. Е.И.В. Канцелярии, 1830–1885. – Т. V.– № 4183. – С. 485–488.
5. Полное Собрание Законов Российской Империи: Собрание второе. : [С 12 декабря 1825 года по 28 февраля 1881 года] : [В 55-ти т. с указ.] – СПб. : Тип. 2-го Отд-ния Собств. Е.И.В. Канцелярии, 1830–1885. – Т. VI. – № 4285. – С. 55.
6. Kuryer Litewski. – (dadatok nadzwyczayny) (10 stycz 1831).
7. Kuryer Litewski. – (dadatok nadzwyczayny) (30 stycz. 1831).
8. Kuryer Litewski. – № 4 (9 stycz. 1831).
9. Kuryer Litewski. – №6 (14 stycz. 1831).
10. Kuryer Litewski. – № 9 (20 stycz. 1831).
11. Kuryer Litewski. – № 16 (6 lut. 1831).
12. Kuryer Litewski. – № 17 (9 lut. 1831).
13. Kuryer Litewski. – № 28 (6 marz. 1831).
14. Kuryer Litewski. – № 53 (4 maj 1831).
15. Kuryer Litewski. – № 61 (18 maj 1831).
16. Kuryer Litewski. – №64 (25 maj 1831).
17. Kuryer Litewski. – №65 (27 maj 1831).
18. Kuryer Litewski. – № 67. (1 czerw. 1831).
19. Kuryer Litewski. – № 68 (3 czerw. 1831).
20. Kuryer Litewski. – № 72 (12 czerw. 1831).
21. Kuryer Litewski. – № 73 (15 czerw. 1831).
22. Kuryer Litewski. – № 75 (19 czerw. 1831).
23. Od Napoleona do Stalina : studia z dziejów XIX i XX wieku / pod redakcją Teresy Kulak. – Toruń: Adam Marszałek, 2007. – 310 s.

**«ЯШЧЭ КІПЦЬ КРОЎ У ВЕНАХ, ЛІТОЎСКАЯ КРОЎ»:  
80-Я ГГ. XIX СТ. У ЖЫЩІ І ДЗЕЙНАСЦІ ІГНАЦІЯ ДАМЕЙКІ**

**В.В. Гарбачова**

Беларускі дзяржсаўны ўніверсітэт,  
г. Мінск, Беларусь, e-mail: gorbatcheva.o@gmail.com

80-я гг. XIX ст. з'яўляюцца асобным этапам у жыщі Ігнація Дамейкі, пачаткам якога можна лічыць завяршэнне працоўнай кар'еры ў Чылі і падарожжа ў Еўропу, у межах якога Дамейка спыняеца ў Беларусі. Крыніцай для вывучэння гэтага перыяду акрамя вядомай эпістолярнай і мемуарнай спадчыны выступае ягонае ліставанне з Уладзіславам Міцкевічам з фондаў Музея літаратуры імя Адама Міцкевіча ў Варшаве.

**Ключавыя слова:** Жыбуртоўшчына; Уладзіслаў Міцкевіч; успаміны; эпістолярыя; падарожжжа.

**«BLOOD STILL BOILS IN VEINS, LITHUANIAN BLOOD»:  
80<sup>th</sup> OF THE XIX CENTURY IN THE LIFE OF IGNACY DOMEJKO**

**V. Harbachova**

Belarusian State University, Minsk, Belarus

*80<sup>th</sup> of the XIX century can be regarded as a separate phase in the life of Ignacy Domejko. His beginning of the end of professional career in Chile, and travel to Europe, during which the scientist stopped in Belarus. A source for the study of this period, in addition to famous epistolary memoir and heritage is his correspondence with Wladislaw Mickiewicz from Museum of Literature named after Adam Mickiewicz in Warsaw.*

**Keywords:** Zhiburtovshchina; Wladislaw Mickiewicz; memories; epistalary; travel.

Для вывучэнне дадзенага перыяду адной з важнейшых групаў крыніц з'яўляеца наратыўная спадчына І. Дамейкі. Часткова яна ўжо ўведзена ў навуковы ўжытак. Са збораў бібліятэкі Польскай Акадэміі навук у Кракаве ў 1962–1963 гг. (рукапіс пад нумарам 1316) былі выдадзены ўспаміны І. Дамейкі ў 3-х тамах, апошняя кніга з якіх за 1846–1888 гг. ахоплівае пераезд з Чылі ў Жыбуртоўшчыну (Слонімскі пав. Гродзенскай губ.) [3]. Успаміны ўтрымліваліся ў сямейных зборах і прыпілі ў архіве ў 1898 г. дзякуючы ахвяраванню, выкананаму дзяцьмі навукоўца – Ганны, Гернана і Казіміра [6, с. 407].

Не менш значнай выступае і эпістолярная спадчына, назапашаная за гэтыя гады ў выніку шырокага ліставання І. Дамейкі з разнастайным колам асабаў. Адным з самых значных збораў з'яўляеца калекцыя лістоў да Уладзіслава Лясковіча, выдадзеная Э.Х. Нецёвой [2]. 87 лістоў І. Дамейкі прысвечаны разглядаемаму часу.

Разам з тым навуковец ліставаўся са сваякамі (дачкой Анітай і яе мужам Леонам Дамейка, дзядзькам І. Дамейка і інш.), сябрамі часоў студэнцтва (А.Э. Адынцом), дзеячамі эміграцыі – Н. Ордай, Б. Залескім і інш., а таксама асабамі, якіх нават не ведаў асабіста. Сярод такіх можна назваць урacha-эмігранта з Валыні, абаснаваўшагася ў Паўночнай Амерыцы, Уладзіслава Паўліцкага [5], лісты да якога сталі даступнымі даследчыкам толькі ў 2005 г.

Важкім у шэрагу разглядаемых крыніц паўстае і рукапіснае ліставанне Ігнація Дамейкі з Уладзіславам Міцкевічам са збораў Музея літаратуры імя Адама Міцкевіча ў Варшаве. Асаблівасці захавання гэтай архіўнай калекцыі зрабілі яго практычна невядомымі для даследчыкаў. У музеі яны ўтрымліваюцца ў якасці дэпозыту з Польскай бібліятэкі ў Парыжы і з гэтай нагоды не трапілі ў каталогі ні той, ні іншай ўстановы. Адзіная згадка на яе была зроблена загадчыкам аддзела рукапісаў музея Т. Янушэўскім [4, с. 97].

Архіў Уладзіслава Міцкевіча, дзе знаходзяцца лісты Ігнація Дамейкі апынуўся ў варшаўскім Музеі літаратуры ў адпаведнасці з тэстаментам ўнучкі А. Міцкевіча. Большасць

рукапісаў архіва прадстаўляе сабой карэспандэнцыю, адрасаваную да сына паэта Уладзіслава Міцкевіча. Сярод гэтых дакументаў захоўваецца і рукапісная, не выдаваная раней, спадчына І. Дамейкі, якая складаецца з 34 лістоў, дасланых з Чылі, Францыі, Італіі, Пруссіі, Палестыны, Польшчы, Літвы і Беларусі на працягу 1868–1888 гг. Адзінаццаць лістоў тычацца даследуемага часу. Першы ліст да У. Міцкевіча І. Дамейка высылае 28 верасня 1884 г. пасля прыезду ў Жыбуртоўшчыну. Акрамя гэтага да збору даданы лісты сына Гернана ад 30 снежня 1922 г. і зяця Леана Дамейкі ад 27 мая 1900 г. [7].

I. Дамейка разам з сынамі Гернанам (13.02.1859–1931) і Казімірам (24.04.1863–1922) пакідае Чылі 27 мая 1884 г. [2, s. 538] і на пачатку ліпеня апінаеца ў Парыжы. Афіцыйнай нагодай вандроўкі паўстае імкненне бацькі даць сынам еўрапейскую вышэйшую адукацыю. Старэйшы сын Гернан распачынае вывучэнне тэалогіі ў Рыме, а малодшы Казімір, які вырашае пайсці па шляхах бацькі, накіроўваецца для вывучэнне геалогіі ў адну са старэйшых навучальных устаноў Пруссіі – Фрайбургскі ўніверсітэт. Трэба адзначыць, што галоўную турботу ў Дамейкі выклікаў старэйшы сын Гернан, які меў цяжкія хваробы – страдаў на эпілепсію і быў сліпым на правае вока [5, s. 145]. Таму ягонае прыгатаванне да самастойнага жыцця праз атрыманне дастойнай і адпавядаючай фізічным магчымасцям юнака прафесіі стварала для бацькі галоўную на дадзеным этапе задачу. Уся карэспандэнцыя за сярэдзіну 1880-х гг. прасягнута неспакоем за лёс старэйшага сына, спробамі вырашэння ўсіх паўстаючых праблемаў. Гэта апека працягваеца і на першых самастойных прафесійных кроках Гернана ў якасці ксёндза [2, s. 583–584].

Яшчэ адным з накірункаў дзеянасці I. Дамейкі ў азначаны час з'яўляеца дабрачыннасць. Да гэтай сферы ён быў прычынны з самога пачатку эміграцыі ў Францыі ў межах Таварыства навуковай дапамогі [10, s. 211], якое займалася ўладкаваннем студэнцкай моладзі і аказаннем ім фінансавай дапамогі. Пачаткова Дамейка уваходзіў у склад сяброў таварыства, а пачынаючы з 1834 г. разам з Феліксам Вратноўскім становіцца членам рады [1, s. 68]. Фінансавую падтрымку быўлым паўстанцам XIX ст. Дамейка аказваў і з Чылі. Так, у 1877 г. ён меў жаданне падтрымаць выданне альбому краявідаў Н. Орды [5, s. 144]. Лісты да У. Паўлоўскага ўтрымліваюць звесткі, што ягоную падтрымку мелі суайчыннікі ў Злучаных Штатах Амерыкі [5, s. 151].

З выходам на пенсію і атрыманнем пасобія ў памеры 16 тыс. франкаў, якое выдавалася чылійскім ўрадам раз на поўгады, I. Дамейка сістэматычна вылучае сродкі на дабрачыннасць для розных эміграцыйных таварыстваў і пансіёнаў у Францыі, а таксама прыватных асобаў – стала дапамагае ўнучкы Багдана Залескага, падтрымлівае дачок У. Міцкевіча Нелену і Марыю, Уладзіслава Лясковіча і інш. [2, s. 558–559, 570, 594].

Тым часам Дамейку турбавалі не толькі прыватныя пытанні, вольны час ён прысвячаў натаванню сваіх уражанняў ва ўспамінах, праца над якімі працягвалася з часоў эміграцыі. Запісы, распачатыя ў Паўдзеннай Амерыцы Дамейка забраў з сабой ў еўрапейскае падарожжа, працягваючы натаванне пад час свайго выезду ў Рым і Палестыну.

Праца над успамінамі адбывалася амаль штодзённа. Трэба заўважыць, што аўтар фіксаваў не толькі штодзённыя падзеі, а рэдагаваў і папярэдні тэкст, уносячы туды ўдакладненні, папраўкі і змены [2, s. XIII–XIV]. Аналіз тэксту ўспамінаў, а разам з тым і эпістолярнай спадчынай, дазваляе заўважыць некалькі аўтарскіх асаблівасцяў працы з тэкстам [8]. Аўтарам выкарыстоўваецца факталагічная форма падачы матэрыялу. На старонках дзённікаў і лістоў амаль не сустрэкаецца рэфлексіі падзеі. Так, у лісце ад 14 / 26 красавіка 1887 г. Дамейка піша: «Сёння ў нас быў першы вясновы дзень, таму што да пазаўчора пали яичэ былі пакрытыя снегам і не спыняліся завеі. Сёння выйшаў на штацыр ужо не ў шатцы з аўчыны, а ў капялюшы. Вы, прывыкшы да навінаў аб Бісмарку, мабілізацыі, будзеце смяяцца з маіх. Што ж мне рабіць, калі няма іншых, а хочацца напісаць да цябе» [2, s. 580].

У тэкстах можна заўважыць толькі розныя эмацыйныя адценні акраскі. Так, Дамейкам найбольш яскрава намаляваны Жыбуртоўскі перыяд. Аўтар перадае свой

настрой фразамі: «*верны сын Нёмана перажывае радасны эпізод свайго жыцця*», «*ты не павершишь мне, як тут добра і цёпла*», «*кужо вельмі даўно не было мне так ціха і спакойна, як зараз*» [2, с. 554, 555].

Жыбуртоўскі перыяд, нягледзячы на нешматлікасць падзеяў, дае ўяўленне і аб светапоглядах навукоўца. Па сваіх перакананнях ён застаўся ў сістэме каштоўнасцяў 30-х гг. XIX ст. Змены, якія адбыліся ў Беларусі ў культурнай, сацыяльнай, палітычнай сферах за 54 гады адсутнасці тут Дамейкі ім амаль не заўважаюцца. Ён звяртае ўвагу толькі на некаторыя пабывовыя змены. Так, Дамейкам адзначаецца, што мясцовая шляхта стала менш ужываць спіртныя напоі, што адышла ў мінулае такая з'ява, як п'янства, а традыцыйна шляхта ўжывае толькі «*кілішак гарэлкі перад абедам і ўсяго-та*». Звяртае ўвагу на факт, што значна выраслі за час адсутнасці кошты на зборжжа. Ён нават памятае кошты сваіх часоў. Падкрэсліваецца таксама паляпшэнне маёмынага стану яўрэяў [2, с. 556–557].

Вернасць ідэалам маладосьці назіраеца і на ўзору юнага часу. Дамейка наведвае старыя мясціны: Наваградак, Дзятлава, Нясвіж, Мядзведку. Наваградак у яго звязаеца ў значнай ступені з вобразам Адама Міцкевіча. Так, у лісце да У. Міцкевіча ад 27 верасня 1884 г. ён перадае навіны, якія адбываюцца з іх радзінным домам [7, к. 89], а ў лісце ад 9 лістапада 1886 г. паведамляе У. Лясковічу, што зрабіў замалёўкі абаронлага пад час пажару міцкевічаўскага дома [2, с. 567].

Што тычыцца іншых забаў, у якіх удзельнічае Дамейка, то яны, як і ў ранейшы перыяд, не вылучаюцца разнастайнасцю. Яго прывабліваюць святочныя ўрачыстасці, візіты і спатканні са сваякамі, сябрамі і былымі знаёмымі [2, с. 589]. Зразумела, што ў дадзеным выпадку неабходна ўлічваць дастаткова сталы ўзрост асобы, якой на момант прыезду на радзіму споўнілася 82 гады.

Новым у параўнанні з папярэднімі часамі становяцца ўрачыстасці, звязаныя з ушанаваннем заслугаў Дамейкі як навукоўца. Так, у ліпені 1887 г. І. Дамейка спецыяльна выбіраеца ў Кракаў для атрымання дыплома доктара медыцыны *honoris causa* Кракаўскага ўніверсітэта [2, с. 581, 729; 9, с. 54].

Разам з тым у азначаны перыяд Дамейка не адмовіўся цалкам і ад інтэлектуальнай працы. Пад час свайго першага наведвання Кракава 24 ліпеня 1884 г. ён перадае ў Акадэмію Мастацтваў каштоўную калекцыю мінералаў, прывезеную з Чылі, а таксама свае публікацыі. Некаторыя матэрыялы навукоўца трапляюць і ў Ягелонскі ўніверсітэт. У далейшым ён неаднаразова наведвае бібліятэкі гэтых устаноў, дзе карыстаеца філасофскай і тэалагічнай літаратурай [9, с. 54]. А 24 мая 1888 г., незадоўга да вяртання ў Чылі, І. Дамейка выступаў з рэфератам на пасяджэнні матэматычна-прыродазнайчага аддзялення Акадэміі Мастацтваў, прысвяціўшы свой выступ метадам вывучэння фізічнай геаграфіі польскіх земель [9, с. 54–55].

Такім чынам, завяршэнне працоўнай кар'еры ў Чылі распачынае новы этап у жыцці Ігнація Дамейкі, які прыходзіцца на 80-я гг. XIX ст. Вызваленне ад службовых абавязкаў уносіць істотныя карэктывы ў жыццё, замест выкладчыцкай і інтэнсіўнай навукова-даследчай дзейнасці І. Дамейка пераключаеца на адданае выкананне сваіх бацькоўскіх абавязкаў у дачыненні да сыноў Гернана і Казіміра, займаеца дабрачыннасцю, здзяйсняе маштабныя падарожжы па Еўропе і Усходу, наведвае сваю радзіму, а адначасова вядзе актыўнае інтэлектуальнае жыццё.

### Список литературы

1. Гарбачова В.В. Дзейнасць Ігнація Дамейкі ў Таварыстве навуковай дапамогі ў Францыі // Архіварыус: зб. навук. паведамл. і арт.; вып. 7 / рэд.: Ю. М. Бохан [і інш.]. – Мн., 2009. – С. 27–39.
2. Domeyko I. Listy do Władisława Laskowicza / Oprac. E.H. Nieciowa. – Warszawa: Instytut Wydawniczy Pax, 1976. – 753 s.

3. Domeyko I. Moje podróże. Pamiętniki wygnańca / Wyd. E.H. Nieciowa. T. 3. – Wrocław: Zakład Narodowy im Ossolińskich, 1963. – 338 s.
4. Januszewski T. Rękopisy // Rocznik Towarzystwa Literackiego imienia Adama Mickiewicza. 1971. Nr 6. S. 88–98.
5. Łuczak M. «Ideał starości» Ignacy Domeyko w listach do Władysława Pawlickiego // Pamiętnik Biblioteki Kórnickiej. 2005. Nr 27. – S. 135–151.
6. Maślankiewicz K. «Moje podróże (Pamiętniki wygnańca)», T. 1–3, Ignacy Domeyko, Wrocław [etc.] 1962–1963: [recenzja] // Kwartalnik Historii Nauki i Techniki. 1965. Nr 10/3. – S. 407–411.
7. Muzeum Literatury imienia Adama Mickiewicza. Dep. BPP 34, t. 14.
8. Mytych-Forajter B. Latająca ryba. Studia o podróżopisarstwie Ignacego Domeyki. Katowice: Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, 2014. – 212 s.
9. Wójcik Z. Ignacy Domeyko a Akademia Umiejętności w Krakowie // Prace Komisji Historii Nauki Polskiej Akademii Umiejętności. 2002. T. 4. – S. 39–60.
10. Wójcik Z. Ignacy Domeyko. Litwa-Francja-Chile. – Warszawa; Wrocław: Polskie Towarzystwo Ludoznawcze, 1995. – 636 s.

# ПЕТРОГРАФИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ДРЕВНЕЙ КЕРАМИКИ В БЕЛАРУСИ

Н.Н. Дубицкая

ГНУ «Институт истории НАН Беларусь»,  
г. Минск, Беларусь, e-mail: frystorm@gmail.com

Статья посвящена сравнительно новому направлению в изучении технологии древней керамической посуды. Использование минералого-петрографического анализа позволило на более высоком уровне рассматривать процессы формирования, становления и развития гончарства на территории Беларуси.

**Ключевые слова:** керамика; гончарство; петрографическое изучение; отощающие компоненты; технологическая схема; формы организации труда.

## THE PETROGRAPHIC STUDY OF ANCIENT CERAMICS IN BELARUS

N. Dubitskaya

Institute of History of the NAS of Belarus, Minsk, Belarus

The article is devoted to a relatively new direction in the study of the technology of ancient ceramic dishes. The use of mineralogical and petrographic analysis made it possible to consider the processes of formation and development of pottery on the territory of Belarus at a higher level.

**Key words:** ceramics; pottery; petrographic study; exhausting components; technological scheme; the forms of labor organization.

Изучение древней керамики, полученной в ходе археологических исследований с применением различных естественно-научных методов имеет огромное преимущество перед традиционным визуальным изучением. Особенno это в полной мере относится к микроскопическому изучению древней керамики. Изучение древней керамической посуды под микроскопом позволяет более обстоятельно осветить основные аспекты технологии изготовления сосудов, связанные с подбором глин, характеристикой примесей, составления формовочных масс, судить о характере обжига.

Одним из первых исследователей в советской археологической науке, широко использующим методы специальных наук в изучении древнего гончарного производства, является А.А. Бобринский. Его работы «Гончарство Восточной Европы. Источники и методы изучения» [1] и «Гончарные мастерские и горны Восточной Европы (по материалам II–V вв. н.э.)» [2] и другие внесли значительный вклад в разработку методологии и методики исследования технологии археологической керамики. Основной метод исследования – бинокулярная микроскопия и эксперимент.

Исследование керамики под бинокулярным микроскопом не требует ее специальной подготовки, позволяет достаточно полно рассмотреть структуру излома черепка и его поверхностей. Однако шкала его увеличения не превышает 100 раз. Этот метод позволяет определить качественный состав только достаточно крупных примесей в глинистой массе.

Гораздо более информативное в этом отношении минералого-петрографическое изучение черепков посуды в поляризационном микроскопе. Исследование образцов керамики в прозрачном шлифе при увеличении от 100 до 1000 раз дает гораздо больше сведений о характере глинистого сырья, компонентного и минерального состава, искусственных примесей, фиксирует присутствие тонкоизмельченных примесей (менее 1,0 мм), что позволяет более точно судить о составе и удельном весе разных компонентов формовочных масс. Этот метод также помогает определить режим и среднюю температуру обжига изделия. Все эти данные позволяют точнее определить уровень развития производства древней керамической посуды. Получить такую информацию при исследовании бинокулярным микроскопом не представляется возможным.

Микроскопическое изучение образцов керамики в прозрачных шлифах является одним из наиболее перспективных методов исследования археологической керамики. Петрография как самостоятельная наука выделилась в середине XIX в., когда англичанином Г. Сорби (1858 г.) впервые была предложена методика изучения горных пород при помощи поляризационного микроскопа. Петрография осадочных пород отделилась от общей петрографии в первой четверти XX в. Апробированный геологической наукой на массовом материале минералого-петрографический анализ начал применяться в зарубежной археологии при изучении древней керамики в 30-е гг. XX в. В 1956 г. вышла монография А. Шепард «*Ceramics for the archaeologist*» [18]. В советской археологии минералого-петрографический анализ начал использоваться с 1957 г. Э.В. Сайко для изучения древней керамики Средней Азии. Методологические замечания по технико-технологической характеристике керамике, высказанные Э.В. Сайко в ее работах [10, с. 42–51; 11; 12; 13, с. 33–44; 14, с. 131–152; 15; 16, с. 9–15], в которых сконцентрировался опыт и использованы достижения предшественников, универсальны и приемлемы для изучения древней керамической посуды как ручной лепки, так и сформованной на гончарном круге. В 1961 г. минералого-петрографический анализ был освоен в Институте археологии СССР, где исследования древней керамики проводила О.Ю. Круг [5, с. 34–44].

В Беларуси целенаправленно изучение древней керамики с помощью методов естественных наук и, прежде всего, минералого-петрографического анализа начала проводить в конце 80-х гг. XX в. Н.Н. Дубицкая. До этого имелись отдельные публикации, в которых отражены результаты исследований, демонстрирующие эффективность использования специальных методов для изучения древней керамики [17, с. 474–489; 8, с. 68–76; 9, с. 20]. Методика изучения была уточнена совместно с сотрудником «Белреставрации» Т.И. Левковой. Объектом исследования явилось керамическое производство Белорусского Поднепровья [3] и Припятского Полесья [4] в эпоху железного века и раннего средневековья. Небольшие исследования проведены по изучению керамического производства в предшествующие эпохи. А.А. Разлуцкой и М.А. Кульковой изучена серия образцов керамической посуды из неолитического поселения Войковичи I (Восточное Понеманье). Н.Н. Дубицкой исследовалась керамическая посуда из поселений бронзового века Озерное (Припятское Полесье) и Прорва (Поднепровье) (раскопки Н.Н. Кривальцевича) [6, с. 44–46; 7, с. 119–123].

В результате исследований установлено, что уже в эпоху неолита и бронзы гончары хорошо ориентировались в качестве керамических глин, отдавая предпочтение, исходя из существующих технических возможностей, легкоплавким глинам озерно-аллювиального генезиса. Для составов формовочных масс широко использовали такие искусственные отощающие компоненты, как дресву кристаллических пород и измельченный керамический отощитель (шамот). По-видимому, на территории Беларуси дресва явилась первой специальной отощающей добавкой минерального происхождения. Песок, как специальный отощитель, не был характерен для гончарства на территории Беларуси. Рецепты с использованием кварцевого песка как специального отощающего компонента зафиксированы на территории южной Беларуси только в эпоху железного века и явились следствием проникновения на нашу территорию южных традиций. Органический отощитель как растительного, так и животного происхождения не характерен для гончарства на территории Беларуси. В отдельных случаях фиксация зерен культурных злаков, а также измельченных костей животных в составах формовочных масс не превышает 1 %, что не позволяет относить эти примеси к специальным компонентам, изменяющим свойства массы.

Гончарство раннего железного века характеризуется существенной преемственностью с предшествующими производственными схемами. В то же время это существенный скачок в его развитии, основанный на новых технико-технологических возможностях, позволяющих поднять гончарство на более высокую ступень специализированного труда. Расширяется сырьевая база для изготовления керамической посуды. Появляются новые специальные отоща-

ющие добавки (измельченная болотная железная руда, глинистый отощитель). Широко стал использоваться тонкоизмельченный отощитель (шамот, руда), особенно для изготовления тонкостенной и лощеной посуды. Простые рецепты на основе глинистой связующей и одного специального компонента уступают место сложным рецептам на основе глинистой связующей и нескольких специальных компонентов. Совершенствуется обжиг изделий: черепок становится более прожженным и крепким. Именно в эпоху раннего железного века в результате дальнейшей дифференциации и специализации керамического производства вычленяются особые формы организации труда, которые можно охарактеризовать как предремесленные. Важным моментом в формировании предремесленных форм организации труда явилось создание и закрепление общерегиональной технологической схемы на основе глинистой связующей, дресвы и шамота. Дресва, как правило, выступала ведущей отщающей добавкой. Если в Припятском Полесье еще ощущается влияние лесостепных шамотных традиций, то чем дальше на север, тем сильнее технологические схемы на основе дресвы. Результаты изучения технологии изготовления керамической посуды на протяжении железного века на территории Беларуси свидетельствуют о существовании их несомненной культурно-производственной преемственности, а также доминировании местных технико-технологических схем. Пришлые традиции, попадая в местные производственные условия, постепенно трансформировались, уступая позиции местным технико-технологическим схемам. На протяжении всего рассматриваемого периода наблюдается поступательный и непрерывный рост производства, накопление технических знаний, совершенствование технологических схем.

Последняя четверть I тыс. н.э. – период накануне значительных революционных изменений в производстве керамической посуды, когда на смену ручной формовки приходит круговая, костровому обжигу – технически более сложный печной и горновой обжиг. Создание прочной технической базы обеспечивает развитие ремесленных форм организации труда.

#### Список литературы

1. Бобринский А.А. Гончарство Восточной Европы. Источники и методы изучения. – М.: Наука, 1978. – 272 с.
2. Бобринский А.А. Гончарные мастерские и горны Восточной Европы (по материалам II–V вв. н.э.). – М.: Наука, 1991. – 215 с.
3. Дубицкая Н.Н. Керамическое производство Белорусского Поднепровье в VIII в. до н.э. – V в. н.э. // Матэрыялы па археалагі Беларусі. – Минск, 2002. – № 4. – 190 с.
4. Дубицкая Н.Н. Производство керамической посуды населением Припятского Полесья в эпоху железа и раннего средневековья. – Мин.: Белорусская наука, 2007. – 180 с.
5. Круг О.Ю., Четвериков С.Д. Опыт применения петрографических методов к изучению керамики Боспорского царства // Советская археология. – 1961. – № 3.– С. 34–44.
6. Крывальцэвіч М.М. Азёрае-1 – паселішча эпохі бронзы на поўначы Палесся // Матэрыялы па археалагі Беларусі. – Минск, 1999. – № 2. – 108 с.
7. Крывальцэвіч М.М. Могільнік сярэдзіны III – пачатку II тыс. да н.э. на Верхнім Дняпры – Прорва 1. – Минск, 2006. – 202 с.
8. Лашанкоў М.І. Тэхналогія вытворчасці посуду насельніцтвам мілаградской культуры гарадзішча Любны і Шапатовічы // Весці АН Беларусі. Серыя гуманітарных навук. – Минск, 1993. – № 4. – С. 68–76.
9. Лошенков М.И. Городища милоградской культуры восточной части Белорусского Полесья : автореф. дис. ... канд. ист. наук. – К., 1990. – 22 с.
10. Сайко Э.В. Из опыта применения микроскопического метода исследования к изучению средневековой среднеазиатской керамики // Известия отделения общественных наук АН Тадж. ССР. – Душанбе, 1960. – Вып. 1(22). – С. 42–51.
11. Сайко Э.В. История технологии керамического ремесла Средней Азии VIII–XII вв. – Душанбе, 1966. – 211 с.
12. Сайко Э.В. Техника и технология керамического производства Средней Азии в исторической развитии. – М.: Наука, 1982. – 212 с.
13. Сайко Э.В. К характеристике раннетрипольского керамического производства // Краткие сообщения Института Археологии АН СССР. – М., 1982. – Вып. 169. – С. 33–44.

14. Сайко Э. В. Техническая организация керамического производства раннеземледельческих культур // *Studia prahistorica*. – София, 1984. – № 7. – С. 131–152.
15. Сайко Э.В. Специализированные производства в развитии обществ раннеземледельческих культур: (к проблеме формирования экономических предпосылок становления классового общества). – М.: Наука, 1990. – 166 с.
16. Сайко Э.В. Технология керамики в характеристике исторической динамики раннеземледельческих обществ // Краткие сообщения Института археологии АН СССР. – М., 1991. – Вып. 203. – С. 9–15.
17. Pobol L., Kocizewski L. Z badań nad ceramika kultur bialoruskiego Naddnieprza w okresie od VII w. p.n.e. do V w. n.e. // *Archeologia Polski*. – Wrocław-Warszawa-Kraków, 1968. – T. 13. – Z. 2. – S. 474–489.
18. Shepard A. Ceramics for archaeologist. – Washington, 1956. – 415 p.

## **МИРОВОЕ ПРИЗНАНИЕ: ИГНАТИЙ ДОМЕЙКО И ВСЕМИРНЫЕ ВЫСТАВКИ XIX В.**

**А.Л. Киштымов**

*Центр исследований белорусской культуры, языка и литературы НАН Беларуси,  
г. Минск, Беларусь, e-mail: akishtymau@tut.by*

*Всемирные выставки проводятся с середины XIX в. Они стали смотрами передовых достижений мировой экономики, культуры, науки и техники. Игнатий Домейко принимал активное участие в подготовке экспонатов из Чили на выставки в Париже (1867, 1878, 1889 гг.) и Филадельфии (1876 г.). Получение наград выставок свидетельствует о мировом признании ученого.*

**Ключевые слова:** Игнатий Домейко; всемирные выставки; Чили; коллекции минералов.

## **WORLD RECOGNITION: IGNACY DOMEYKO AND THE WORLD EXHIBITIONS OF THE XIX CENTURY**

**A.L. Kishtymov**

*Center for Studies of Belarusian Culture, Language and Literature, NASB,  
Minsk, Belarus*

*The world exhibitions are held from the middle of the nineteenth century. They have become the views of the advanced achievements of the world economy, culture, science and technology. Ignacy Domeyko took active part in preparing exhibits from Chile for exhibitions in Paris (1867, 1878, 1889) and Philadelphia (1876). Receiving awards for exhibitions shows the world recognition of the scientist.*

**Keywords:** Ignacy Domeyko; world-famous exhibitions; Chile; mineral collections.

Начиная с XIX века, важным инструментом экономических отношений стали выставки. Сначала это были мануфактурные и региональные сельскохозяйственные выставки, со временем в выставочном деле стали доминировать большие универсальные и специализированные экспозиции.

С развитием капитализма, как мировой системы возникли всемирные выставки. Это был уже не просто показ экономических достижений своего времени, а своеобразная «визитная карточка» каждой страны, с демонстрацией ее возможностей заявить о себе на мировой арене, включая свой национальный и природный потенциал. Они отличались размахом своей организации, и полнотой показа мировых приоритетов. Первая такая выставка открылась в Лондоне в 1851 году. После своего успешного лондонского дебюта всемирные смотры пять раз проводились в Париже (1855, 1867, 1878, 1889, 1900 годы), еще раз в Лондоне (1862 год) и по одному разу в Вене (1873 год), Филадельфии (1876 год) и Чикаго (1893 год).

Беларусь не стояла в стороне от выставочных процессов, выставки стали частью ее истории. Свою историю имеет и выставочное дело Беларуси. Участие белорусских экспонентов и экспонатов на выставках является довольно точным и тонким инструментом для отслеживания экономической конъюнктуры, показывает место Беларуси во всероссийском и мировом разделении труда, наглядно иллюстрирует процессы совершенствования и развития, которые происходили в ее народном хозяйстве. Для науки, культуры, системы образования Беларуси выставки были местом, где они могли продемонстрировать себя и пройти проверку на соответствие мировым уровням, стандартам и эталонам [1].

Выставочные процессы не остались без внимания и в новом, сравнительно молодом, латиноамериканском государстве – Республике Чили, провозгласившей свою независимость в 1810 г. – спустя 8 лет после рождения Игната Домейко. Известие о первой всемирной выставке 1851 г. в Лондоне застало Домейко уже на тихоокеанском берегу. Но, учитывая его постоянные и тесные связи с европейским научным сообществом, безуслов-

но, оно не могло его не заинтересовать. Вскоре и он сам стал принимать самое активное участие во всемирных смотрах мировых достижений.

1867 год отмечен важными событиями в жизни Игната Домейко. В этом году он первый раз был избран ректором Чилийского университета, а, кроме того, назначен членом комитета по отбору чилийских экспонатов для экспозиции очередной всемирной выставки в Париже. Он должен был подготовить коллекцию образцов минералов и продукции чилийской горной промышленности, составить к ним аннотации и приложить обстоятельный отчёт с описанием экспонатов.

В 1867 году Франция принимала у себя всемирную выставку второй раз. Главный выставочный павильон, согласно замыслу, должен был символизировать земной шар. В плане он представлял эллипс из семи концентрических кругов. Максимальные размеры – 490 на 386 метров – имела наружная Галерея машин. Здесь экспонировалось промышленное оборудование. Шестнадцать внутренних галерей делили эллиптические галереи на сектора. Каждой стране-участнице выделялся сектор или его часть. Идя по круговым галереям, посетитель мог судить о состоянии какой-либо отрасли экономики в разных странах. Если же он шел по галерее-радиусу, то мог видеть успехи развития отдельной страны. Этот гигантский «павильон-путеводитель» заполнили почти 60 тысяч экспонатов со всего мира, 42 государства. Выставка открылась 1 апреля и закрылась 31 октября.

За представленное количество образцов, их оригинальность и научную ценность Игната Домейко наградили двумя золотыми медалями. Одна медаль Парижской выставки была вручена за сами экспонаты, а другая – за научный материал [2, с. 84, 93, 97]. Когда он прочёл новость о своих наградах во французских газетах, то в письме своему двоюродному брату Владиславу Ляскевичу написал: «Сегодня, когда я прочитал в газетах, что награждён золотыми медалями на выставке, я сказал себе: есть много чудес в мире, которые даже наши философы не представляют себе» (15 августа 1867 г.). Его можно понять. Такой же высшей награды выставки был удостоен российский император Александр II «за улучшение конских пород», причем, это была одна из двух высших наград России на этой выставке.

Колизей Труда — а именно так назывался главный павильон парижской всемирной, располагался на Марсовом поле. На месте традиционных военных парадов проводился парад мировой экономики. Бог торговли Меркурий шел на смену богу войны Марсу. Всемирная выставка в Париже 1867 г. занимала площадь почти 70 гектаров, ее посетило 15 миллионов человек.

На церемонии вручения наград хозяин выставки, французский император Наполеон III, провозгласил: «Можно сказать, что сошлись народы и цари воздать честь труду и приветствовать его словами примирения и дружбы. ... С выставки 1867 года должна начаться эра единодушия и прогресса» [3, с. 344]. Император оказался на редкость неудачным пророком: не прошло и четырех лет, как разразилась франко-прусская война, уничтожившая его империю, а «люди труда», пролетарии, вместо «примирения» провозгласили Парижскую коммуну.

Однако, несмотря на столь впечатительные военные и социальные катаклизмы, идея проведения всемирных выставок продолжала жить. В 70-х годах XIX в. они следовали друг за другом как курьерские поезда. Сначала смотр успехов мировой цивилизации провела столица Австро-Венгрии, всемирная выставка прошла в Вене в 1873 г.

В 1876 г. всемирная выставка переместилась на американский континент. Она проходила в Филадельфии и посвящалась столетию провозглашения Северо-Американских Соединенных Штатов — именно так называлась в то время самая молодая великая держава мира. Одних только экспозиционных зданий американцы выстроили более двухсот пятидесяти. Церемония открытия выставки продолжалась четыре часа, на ней присутствовало четверть миллиона человек [4, с. 170; 5, с. 322]. Всего выставку посетили почти 10 миллионов американцев и туристов со всего света.

Характерной особенностью филадельфийской выставки стал широкий показ технических новинок Старого и Нового Света. И здесь явно лидировали американцы. Изобретатель Александр Белл показал первый телефонный аппарат, Томас Эдисон — телеграф собственного изобретения, а их соотечественник инженер Д. Корлис демонстрировал гигантскую паровую машину мощностью в 2500 лошадиных сил.

Спустя два года после американского дебюта всемирную выставку снова принимала у себя Франция. Выставка в Париже состояла из двух частей: монументального дворца Трокадеро и временных выставочных павильонов на Марсовом поле.

Символом выставки 1878 г. стало электричество. Она была щедро освещена «русским светом» — так называли в то время электрические лампочки системы русского инженера П.Н. Яблочкива. Другой особенностью выставки стало проведение первого международного литературного конгресса. Его возглавил Виктор Гюго, вице-президентом единогласно избрали Ивана Тургенева.

И в Филадельфии, и в Париже новая родина Домейко, уже по традиции, экспонировала свои природные богатства. Конечно, отбор материалов и составление коллекции минералов велись при его самом непосредственным участии.

После парижской всемирной выставки 1878 г. выставочное движение замерло более чем на десятилетие, чтобы затем обрести второе дыхание и поразить современников своим размахом. Выставку вновь принимала Франция. Теперь французы решили построить сооружение, которое должно было стать символом технических достижений XIX столетия. Из 700 присланных на конкурс работ выбрали проект инженера Густава Эйфеля. Ажурная башня высотой в 1000 футов (305 метров) обессмертила имя своего создателя и стала символом французской столицы. 15 тысяч металлических конструкций общим весом в 7400 тонн были смонтированы за рекордно короткий срок. Одновременно башня вмещала до 10 тыс. человек.

Ежедневно в 8 часов утра пушечный выстрел с Эйфелевой башни возвещал открытие выставочной экспозиции. Посетители — а всего на выставке побывало более 30 миллионов человек — спешили воспользоваться возможностью совершить всемирное путешествие, не покидая Парижа.

Свои достижения на выставке демонстрировали 56 тысяч участников. Не затерялись среди них и чилийские экспонаты. Их подготовкой Игнатий Домейко занялся сразу после возвращения из Европы в ноябре 1888 г. На всемирную выставку Чили снова отправляла продукцию горнодобывающей промышленности. Несмотря на усталость после долгого пути, слабость и свою болезнь, ученый несколько недель отбирал, классифицировал и готовил образцы минералов для выставки. Отдельно им было подготовлено их печатное полное научное описание [6].

Выставка открылась 6 мая и среди ее лауреатов снова был наш земляк [2, с. 189, 196]. К сожалению, посмертно, его сердце перестало биться 23 января 1889 г.

Отметим интересный факт: в подготовке и оформлении выставки активное участие принимал В.И. Вернадский, который в это время стажировался во Франции. А чилийский павильон парижской выставки 1889 г. после ее закрытия был перевезен в Сантьяго, и в нем в настоящее время размещен Художественный Музей Artequin.

Имеется известие о проведении в 1875 г. в Сантьяго чилийской выставки, активном участии Игната Домейки в ее подготовке, проведении, и его наградах за участие. Но это отдельный сюжет, который требует дополнительного исследования и документального подтверждения.

Всемирные выставки играли активную роль в пропаганде научно-технического прогресса. На них впервые демонстрировались многие достижения науки и техники, результаты научных изысканий, новые изобретения, многие из которых позднее нашли широкое применение. Для ученых XIX в. награды таких выставок были эталоном международного признания. Для Игната Домейко они стали еще одним здравым подтверждением его известности и мирового признания.

### **Список литературы**

1. Киштымов А.Л. Наука и техника Белоруссии в зеркале всемирных и всероссийских выставок второй половины XIX века // Взаимодействие технического и социально-экономического развития в период капитализма. Свердловск, 1989. – С. 85-87; Он же. Участие Беларуси в выставках // Очерки истории науки и культуры Беларуси IX – начала XX в. / АН Беларуси, Институт истории, Комиссия по истории науки; ред. колл. П.Т. Петриков (предс.) и др. – Минск: Навука і тэхніка, 1996. – С. 442–445; Он же. Образование, наука и культура Беларуси в зеркале выставок XIX – начала XX в. // Наука и инновации. – 2003. – № 5–6. – С. 111–127.
2. Polish participation in world exhibitions, 1851–2005 / Anna M. Drexlerowa, Andrzej K. Olszewski ; [transl. by: G.C. O'Neill]. – Warszawa: Min. of culture a. nat. heritage, 2008. – 432 p.
3. Иллюстрированное описание всемирной промышленной выставки в Париже 1867 года. – СПб., 1869. – VII, 48. – 349 с.
4. Всемирная выставка в Америке // Отечественные записки. – 1876. – № 3. – С. 169 –198.
5. Владимиров М.М. Русский среди американцев: мои личные впечатления как токаря, чернорабочего, плотника и путешественника, 1872 — 1876. – СПб., 1877. – X, 337 с.
6. Domeyko I. Catalogue de la collection mineralogique du Chili envoyee a l'Expositioon universelle de Paris de 1889 par Section de mineralogie de la Commision de l'expositioon chilienne. Paris, 1889.

# РОЛЯ РЭЛІГІЙНАГА ФАКТАРА Ў ЖЫЩІ ІГНАТА ДАМЕЙКІ

Д.І. Кузьма

Дзяялваускі раённы вучэбна-методычны кабінет,  
г. Дзяялва, Беларусь, e-mail: zmitok@list.ru

В жыжні І. Дамейко огромное значение имели религиозные убеждения. Приверженность католической вере большей части дворянского сословия на землях бывшей Речи Посполитой влияла на национальные убеждения и подталкивала к политической борьбе.

**Ключевые слова:** костел; восстание; эмиграция.

## THE ROLE OF RELIGIOUS FACTOR IN THE LIFE OF IGNACY DOMEJKO

D. Kuzma

*Educational and Methodical Office of Dzyatlovo district, Dzyatlovo, Belarus*

*Religious convictions were of great importance in the life of I. Domejko. Belonging to the Catholic church united the nobility on the lands of the former Polish Kingdom, influenced national beliefs and pushed for political struggle.*

**Keywords:** church; revolt; emigration.

Да нашага часу пытанне аб ролі рэлігійнага фактару ў жыщі Ігната Дамейкі застаецца слаба даследаваным у беларускай гісторыяграфіі. Вельмі мала інфармацыі аб перакананнях, якія паўплывалі на выбар яго жыщёвага шляху. На наш погляд, ужо з дзяцінства на станаўленне будучага знакамітага вучонага значнае ўздзеянне аказвала рэлігійнае асяроддзе. Юнак вырас у шляхецкай каталіцкай сям'і, быў ахрышчаны ў касцёле, адзначаў у дзяцінстве каталіцкія святы, атрымоўваў адукацыю ў школе ордэна піяраў у Шчучыне [7;1, с. 103].

Адукацыйная сістэма таго часу і каталіцкі касцёл спрыялі пашырэнню польскасці на беларускіх землях. Шляхецкае асяроддзе было моцна звязана сваяцкімі сувязямі з польскім высакародным саслоўем. Сотні гадоў існавання ў сумеснай дзяржаве прывялі да панавання польскай мовы і польскага погляду на гістарычныя падзеі. Мяццовы патрыятызм у выглядзе прыналежнасці да «гістарычнай Літвы» насіў рэгіянальныя харктар і быў часткай агульнапольскага руху [4, с. 11].

Дамейка прыняў актыўны ўдзел у паўстанні 1830–1831 гадоў. На гэта рашэнне аказала значны ўплыў прыналежнасць да каталіцкай царквы. Ксяндзы на беларускіх землях падтрымлівалі ідэі паўстання супраць улад Расійскай імперыі, чыталі маніфесты паўстанцаў у касцёлах, дапамагалі арганізоўваць забеспячэнне паўстанцкіх атрадаў. У навучальных установах, якія належалі шматлікім каталіцкім ордэнам, працягвалі выхоўваць у духу адданасці ідэі аднаўлення Рэчы Паспалітай. З-за такой дзейнасці пасля паўстання 1830–1831 гадоў былі зачынены многія каталіцкія манастыры [5, с. 82].

Пасля паражэння паўстання І. Дамейка трапіў у эміграцыю. У яго ўспамінах шмат увагі надавалася наведванню касцёлаў, гутаркам з манахамі-місіянарамі. У Францыі ён параўноўваў мяццовых і ліцвінскіх святароў, адзначаючы, што апошнія былі больш простымі, пра рэлігійныя цуды гаварылі з такой верай, што і «заўзятага недаверка здолеюць разброець» [3, с. 78], а пасля службаў спявалі нацыянальныя (польскія) песні. У французскіх каталіцкіх храмах службы былі арганізаваны па-іншаму, для Дамейкі было больш звыклым размяшчэнне вернікаў у касцёлах на лавах паводле сацыяльнага стану. Французскія каталіцкія святары на той час пазбавіліся ранейшых вялікіх даходаў і павінны былі самі шмат клапаціцца, каб людзі ішлі ў храмы і прыносілі ахвяраванні. Вялікую цікаласць у Дамейкі выклікалі службы ў храме, рэарганізаваным у камерцыянае прадпрыемства. Каб сабраць гроши на яго заснаванне, выпусцілі акцыі, курс якіх то павышаўся, то зніжаўся, падчас набажэнстваў вернікі маглі чытаць газетныя артыкулы, прысвечаныя палітычным падзеям. У прыватных гутарках І. Дамейка і А. Міцкевіч прыйшлі да высновы, што

безупынныя сваркі ў эмігранцім асяроддзі былі праяўленнем заслужанай божай кары. Палітыка расійскіх улад у дачыненні да шляхты заходніх губерняў таксама разглядалася ў рэлігійным кантэксце, як пакаранне за шматлікія грахі [3, с. 107].

У 1837 годзе Дамейку запрасілі працаўца горным інжынерам у Эльзас. Яго гаспадары былі пратэстантамі, і ў іх асяроддзі былі распаўсюджаны жарты пра каталіцкіх святараў і французскае дваранства. Гэта выклікала ўнутранае абурэнне ў маладога чалавека, і ён хутка змяніў месца працы, прыняўшы запрашэнне паехаць даследаваць прыродныя багацці Чылі. Трапіўшы ў гэтую далёкую краіну, дзе не было звыклага кола сяброў, Дамейка падмацоўваў духоўныя сілы наведваннем касцёлаў, малітвамі і ўспамінамі аб роднай зямлі. Вера дапамагала яму вытрымаць шматлікія выпрабаванні лёсу. У сваіх успамінах падарожнік дзякаваў Богу за апеку над ім. Ён прыгадваў, што за дзясяткі гадоў мог мноства разоў загінуць ці зрабіцца калекай і толькі дзякуючы боскаму заступніцтву вытрымаваў столькі выпрабаванняў, стаў запатрабаваным выкладчыкам, стварыў сям'ю і не забыўся аб сваей радзіме [3, с. 423].

Вельмі цікавымі з'яўляюцца разважанні І. Дамейкі аб зменах рэлігійнага становішча на Гродзеншчыне пасля яго вяртання на радзіму праз 40 гадоў. За гэты час пачалі праяўляцца вынікі палітыкі ўладаў па абмежаванні шляхецкага ўплыву і змяншэнні ролі каталіцкай царквы ў рэгіёне. Улады ліквідавалі ўніяцтва, спынілі дзейнасць каталіцкіх ордэнаў, перадалі частку касцёлаў праваслаўным [2, с. 179]. І. Дамейка ездзіў да сваіх родных, успамінаў падзеі дзяцінства, наведваў каталіцкія храмы. У адзін з іх падарожніка не пусцілі, бо яго перадалі праваслаўнай царкве, службы не праводзіліся, а мясцовы святар не захацеў прыехаць адчыніць храм для былога паўстанца [3, с. 452].

Змены адбываліся і ў асяроддзі мясцовых сялянства, мужыкі пачалі адрошчаць борады, мяняўся строй адзення. Пры гэтым з-за таго, што іх «гвалтам загналі ў праваслаўе», многія людзі ў выніку не хадзілі ні ў царкву, ні ў касцёл [3, с. 453].

Пасля вяртання на радзіму Дамейка 4 гады пражыў у Жыбу́ртоўшчыне, у сям'і сваёй дачкі. На рэлігійныя службы ен ездзіў у дзятлаўскі касцёл Унебаўзяцця дзевы Марыі. Рэлігійнасць бацькі перадалася нашчадкам. Яго сын Гернан скончыў духовную семінарыю ў Рыме і працеваваў святаром у Чылі [6, с. 14].

Ігнат Дамейка ўсё жыццё быў вельмі веруючым чалавекам. Вера ў бога не перашкоджала яго актыўнай навуковай працы, а малітвы дапамагалі помніць аб радзіме і заставацца сумленным чалавекам.

### Спіс літаратуры

1. Ганчар, А.И. Римско-католическая церковь в Беларуси (вт. пол. XIX – нач. XX вв.). Исторический очерк : монография / А.И. Ганчар; науч. ред. С.Е. Сильвестровой. – Гродно : ГГАУ, 2010. – 512 с.
2. Гісторыя Беларусі: у 6 т. / рэдкал. : М. Касцюк (гал. рэд.) [і інш.]. – Мінск : Экаперспектыва, 2000–2005. – Т. 4 : Беларусь у складзе Расійскай імперыі (канец XVIII–пачатак XX ст.) / М. Біч [і інш.]. – 2005. – 518 с.
3. Дамейка, І. Мае падарожжы / І. Дамейка ; пер з пол. мовы і камент. З. Сіцько ; прадм. К. Цвіркі ; – Мінск : Беларускі кнігазбор, 2002. – 496 с.
4. Коялович, М.О. Лекции по истории Западной России / М.О. Коялович // День. – 1864. – 4 апр. – С. 8–12.
5. Филатова, Е.Н. Конфесіональная политика царского правительства в Беларуси. 1772–1860 гг. / Е.Н. Филатова. – Минск : Белорусская наука, 2006. – 192 с.
6. Цвірка, К. Яго імем названы гарады і горы / К. Цвірка // Мае падарожжы ; пер з пол. мовы і камент. З. Сіцько ; Прадм. К. Цвіркі ; – Мінск : Беларускі кнігазбор, 2002. – С. 5–18.
7. Ryn, Zdzisław Jan Ignacy Domeyko. Personality and Spirituality / Zdzisław Jan Ryn. – Рэжым доступу : <http://galaxy.uci.agh.edu.pl/~domeyko/stronypl/rynl.htm>. – Дата доступу : 20.03.2017.

# ИГНАСИО ДОМЕЙКО – УЧЕНЫЙ, МЫСЛИТЕЛЬ, ИССЛЕДОВАТЕЛЬ И ПРОСВЕТИТЕЛЬ ЧИЛИ

Е.В. Логинова, П.С. Лопух

Белорусский государственный университет,  
г. Минск, Беларусь, e-mail: lenaminsk3@mail.ru

*Статья посвящена 215-летию со дня рождения известного исследователя территории Чили, ученого-геолога, уроженца Беларуси Национального героя Чили Игната (Игнасио) Домейко. Получив хорошее естественнонаучное образование в Сорбонне, он был приглашен в Чили, где стал известным ученым геологом, ректором университета, профессором и просветителем, а в итоге Национальным героем Чили.*

**Ключевые слова:** Игнасио Домейко; Беларусь; Чили; история; память; биография.

## IGNACY DOMEYKO – THE SCIENTIST, THINKER, RESEARCHER AND ENLIGHTNER OF CHILE

E.V. Loginova, P.S. Lopuh

Belarusian State University, Minsk, Belarus,

*The article is dedicated to the 215th anniversary of the birth of the famous Chilean scientist, geologist, native of Belarus, the National hero of Chile, Ignacy (Ignacio) Domeyko. After receiving a good natural science education in Sorbonne, he was invited by Chilean government to Chile, where he became a famous scientist, geologist, university rector, professor and educator, and eventually the National Hero of Chile.*

**Keywords:** Ignacy Domeyko; Belarus; Chile; history; memory; biography.

Игнат (Игнасио) Домейко – известный геолог, национальный герой Чили – родился в имении Медведка в семье пехотного офицера в отставке Ипполита Домейко и Каролины из рода Анцуга. Сейчас это деревня Большая Медведка Кореличского района Гродненской области Беларуси. Дом, где родился Домейко, не сохранился, из всего имения остался только небольшой флигель, где предлагается создать музей Игната Домейко. Во дворе местной школы установлен его бюст.

И. Домейко учился в школе монахов-пиаров в Щучине, затем в 1817 году в возрасте 14 лет поступил в Виленский университет, который окончил в 1820 году. В 1823 году был арестован за участие в тайном обществе филоматов и провел несколько месяцев в заключении, а после освобождения уехал в имение своего дяди Заполье, затем – в имение Жибуртовщина в Лидском уезде. В 1830 году И. Домейко стал участником национального польского восстания в армии генерала Хлаповского. После поражения восстания летом 1831 года он покинул Родину, а в начале 1832 года получил официальное разрешение на выезд из Российской империи.

Позже И. Домейко учился в Сорбонне, проходил обучение в Ботаническом саду и Горной школе, получив в результате хорошее естественнонаучное образование. По приглашению Чарльза Ламберта И. Домейко уехал на постоянную работу в молодую Чилийскую республику.

Чилийское правительство наняло его на службу и предоставило должность профессора химии и минералогии в Горной школе города Кокимбо в целях содействия поиску минеральных ископаемых, развитию научных знаний и новых технологий. И. Домейко внес существенный вклад в развитие горнодобывающей промышленности Чили по трем основным направлениям: изучению геологических особенностей территории, улучшению методов добычи и разработке новых направлений геологической науки.

За короткий период он сумел выучить испанский язык, на котором до приезда в Чили не говорил, хотя знал несколько европейских языков (латынь, белорусский, польский, немецкий, английский, русский и французский). По результатам первых трех лет работы им были опубликованы статьи в журналах «Annales Des Mines» и «El Araucano» [2].

Знания, полученные им в Париже, Домейко использовал в должности профессора химии и минералогии в Кокимбо, которую занимал в 1838–1846 годах. За это время он основал свою научную школу, написал рабочие программы курсов, организовал геологоразведочные и технологические работы, открыл несколько лабораторий. Через два года И. Домейко подготовил 14 студентов, которые стали первыми чилийскими горными инженерами [3].

Как исследователь, И. Домейко был аккуратным и точным, ясным и кратким. Он сопровождал многие из своих научно-исследовательских проектов чертежами и подробными объяснениями. Работая в Чили, он публикует основные научные работы – «Элементы минералогии» (1844) и «Араукания и ее жители» (1845), а также брошюру «О водах Сантьяго и его окрестностей» (1847), «Очерк о водах Чили» (1871), «Договор об испытаниях» (1844), «Записки о колонизации Чили», очерки о путешествиях, «Инструкцию по метеорологическим наблюдениям» (1868).

Всего им было опубликовано около 500 научных работ, достойных присуждения звания академика. Все труды ученого были основаны на базе его собственных полевых исследований.

После завершения работы в области Кокимбо Домейко провел многочисленные научные экспедиции по территории Чили и соседних стран. Во время своей первой поездки в Сантьяго, он посетил районы Овалье, Комбарбала, Ильяпеля и Петорки. Он также исследовал район реки Майпо для оценки рудника Сан-Педро-Ноласко. Летом 1842 г. он возглавил экспедицию на горные хребты Качапоаль, в ходе которых было обнаружено богатое месторождение Серро Эль Теньенте. Он вернулся в Атакаму в 1843 году, чтобы исследовать геологические структуры Анд и побережья севера Чили, между долинами Эльки и Копьяпо. В 1845 году он посетил горы Лимари, и, наконец, обследовал также часть Араукании. Красочное описание этого путешествия в лесной район к югу от Био-Био пробудило интерес к природе этого района, до того времени неизвестного для чилийцев.

В год прибытия в Кокимбо Домейко совершил короткую поездку для изучения серебряных рудников Аркерос. Он путешествовал по всему региону, чтобы исследовать геологические особенности территории и помочь организовать работу по добыче руд и производства металлов.

Два года спустя в 1839–1840 годах Домейко совершил свою первую исследовательскую поездку в Копьяпо. Его путь проходил через Кебрада-ОНда, Буэно, Тоторарильо, Кебрада-де-Чаньяраль, а конечной целью путешествия были медные рудники Сан-Хуан и Фрейрина, а также месторождение Карыисаль Альто. На обратном пути исследовал долину Копьяпо, где находятся знаменитые серебряные рудники Чанарсильо.

В начале 1841 года Домейко путешествовал из Ла Серены в Сантьяго, посетив Лимари и ртутные рудники Пунитаки, Парраль, Ильяпель, Петорку, Путаэндо, долину Аконкагуа и холм Чакабуко. Одним из результатов исследований рудников в Пунитаки являются чертежи и описания старых печей, установленных еще испанскими конкистадорами. Во время своего путешествия с холма Чакабуко Домейко анализирует топографию Анд, подчеркивая историческую значимость этого места.

На пути из Сантьяго он исследует горы в долине Майпо, посещает Пирке, Сан-Хосе-де-Майпо, Эль-Тольо и поднимается к серебряной шахте Сан-Педро Ноласко на высоте 3000 м. После осмотра серебряной шахты Домейко вернулся в Сантьяго, а затем направился на север, посетив Вальпараисо, Кокон, Ла-Лигуа, долину Лимари и Тонгу и 20 марта 1841 года вернулся в Ла-Серену. В общей сложности этот маршрут составил 1500 километров.

После многочисленных исследований правительство Чили поручило дону Игнасио исследовать геологическое строение Южных Анд. Этот проект был выполнен в первом квартале 1842 года, когда Домейко посетил район Каукенес, дойдя до шахты Ринкон на высоте 3000 метров. Впоследствии он провел геологическую разведку в Кордильере де ла Кампания и в Лос-Пералес. 5 февраля 1842 года Домейко в долине Пенгаль и Рио-Бланко обнаружил месторождения железа и меди, повторно открыл одно из основных месторождений медных

руд Эль-Теньенте. В 1843 году Домейко опубликовал свои наблюдения в бюллетене «El Argaucano».

В 1843 году Домейко посетил старый центр добычи золота и меди Андакольо, расположенный к юго-востоку от Ла-Серены. Андакольо был известен и как религиозный центр, где почитается образ Девы Марии из Андакольо, поэтому кроме геологических изысканий Домейко описал и знаменитый праздник в этом городе.

Самой известной экспедицией Домейко была поездка в Арауканию в 1845 году. Он был впечатлен многовековой борьбой небольшого индейского народа за независимость, возмущен дискриминацией местного населения и отношением чилийского правительства к коренным народам. Вместе с тем Домейко не был последовательным в своих взглядах: с одной стороны, он восхищался героизмом и мужеством испанцев и индейцев племени мапуче, с другой, как истинный католик считал, что католическая вера должна быть выше местных религиозных воззрений. В своей книге «Араукания и ее жители» он призывает уважать права индейцев и это очень ценный голос в защиту местных народов Америки. В данном труде описываются географические особенности Араукании, культура и внешний вид мапуче и меры по адаптации мапуче в чилийское общество без потери культуры и традиций.

В 1846 году, после поездки в Арауканию, Домейко задумался о возвращении на Родину, и тогда правительство Чили предложило ему должность профессора химии и минералогии в Национальном Институте, к тому же ему было предоставлено право на чилийское гражданство.

В поездках по Андам Домейко также исследовал археологические памятники и оставил ценные описания некоторых из них. Во время экспедиции в Копьяпо в долине реки Качито на высоте примерно 3300 метров он описал руины доколумбовой деревни. Это были каменные руины круглой формы и диаметром около 2–3 метров. В районе Каукенес он обнаружил в верхней части горы несколько древних петроглифов.

В 1847 году Домейко было предложено место профессора в Чилийском университете. Домейко переезжает в Сантьяго, где он уже был известен как исследователь, преподаватель и автор многих книг и статей. Здесь он устанавливает тесные связи с Андресом Бельо (первым ректором Чилийского университета), Мануэлем Монттом, который через несколько лет стал Президентом Чили, французским ученым-ботаником Клодом Ге, который много лет работал в Чили, историком Мануэлем Антонио Токорналем, который был ректором Чилийского университета после ухода Андреса Бельо с этого поста и другими интеллектуалами. В то время Домейко преподавал в Национальном институте – первом высшем учебном заведении независимой Чили, который был образован в 1813 году первым Президентом Чили Хосе Мигелем Каррерой.

В 1850 году Игнат Домейко женился на молодой жительнице Сантьяго Энрикете Сотомайор Гусман, которая была намного моложе своего мужа (на момент свадьбы ей было всего 15 лет), но она умерла значительно раньше мужа, в 1870 году, в возрасте 35 лет, оставив после себя троих детей. Дочь Ана родилась в 1854 году (умерла в 1917 году), сыновья Хуан Касимиро – в 1862 году (умер в 1922 году) и Эрнан Эстебан – в 1859 году (умер в 1931 году). В семье был еще один ребенок – Энрике, родившийся в 1857 году и умерший в младенческом возрасте.

Домейко внес огромный вклад в развитие минералогии, географии и этнографии, а также в реформирование системы образования Чили. Его научные работы были посвящены анализу минералов и сырья, полученных в ходе полевых исследований. Он исследовал образцы минералов, содержащие серебро, медь, мышьяк, сурьму, ртуть, висмут, золото и другие металлы.

Домейко был одним из первых, кто отметил опасность использования древесины в качестве топлива для получения металлов, а особенно в безлесных северных районах, так как это приводило к полному уничтожению лесов. Долгосрочным решением этой проблемы стала замена дров углем. В итоге были отменены пошлины на импортируемый уголь, что привело к усилению роли угля в выплавке меди.

В качестве консультанта был горячим сторонником широкого образования. В течение многих лет он был связан с Национальным институтом, где он также преподавал. На протяжении многих лет он сотрудничал с Ректором Чилийского университета Андресом Бельо, вел с ним долгие беседы по философии, о развитии естественных и гуманитарных наук и образования [1].

В конце 1866 года Домейко был избран профессором факультета философии и гуманитарных наук Чилийского университета, а в 1867 году стал ректором этого учебного заведения. Должность ректора он занимал до 1883 года в течение трех сроков. Игнасио Домейко организовал исследования по прикладным наукам, создав факультеты физических наук и математики. Это стало ценным вкладом в развитие горнорудной промышленности, которой не хватало грамотных специалистов. Как ректор, Игнасио Домейко продолжил работу по реформированию образования, начатую Андресом Бельо. Перед Домейко всталая крупная задача – довести до конца реформу университета и провести разработку закона о среднем и высшем образовании, который был принят в 1879 году. В 1882 году Домейко был переизбран ректором университета. В то время ему было уже 80 лет, почти 40 лет жизни он посвятил обучению студентов. 30 мая 1883 года Домейко подал в отставку по состоянию здоровья, которая была принята.

Правительство Чили назначает ему пенсию. В это время Домейко решил опять посетить свою Родину и побывать вместе со своими сыновьями в Krakowе, Польше и Литве, а также посетить Францию и Италию, где его принимали со всевозможными почестями. Из этого путешествия он привез в Чили мешочек с родной землей, которую поместил во дворе своего дома на улице Куэто в Сантьяго (улица находится в районе площади Юнгай в коммуне Кинта-Нормаль), где умер от рака кишечника в 1889 году. В этом доме до сего времени живет один из потомков Игната Домейко и создан небольшой музей.

В честь Игнасио Домейко в Чили названы два города – Домейко в области Атакама между городами Ла Серена и Вальенар (основан в 1913 году) и Пуэрто-Домейко в области Лос-Лагос на берегу озера Льянкиуэ, и горный хребет Кордильера-де-Домейко в северной части Чили, расположенный к западу от Салар-де-Атакама.

В честь Домейко названы найденные в 2003 году в пустыне Атакама останки динозавра, жившего в этом районе в меловом периоде («домейкозавр»), цветковое растение семейства астровых *Haplopappus domeykoi* Phil., растение которое было описано Рудольфом Филиппи в XIX веке и которое является строгим эндемиком области Атакама (IV регион Чили), фиалка *Viola domeykana*, описание Ге для севера и центральной части Чили, кактус *Maihueniopsis domeykoensis*, один из видов чилийских лис – *Canis Domeycoanus*, вид азалии *Azalea Domeyki*, головоногий моллюск *Nautilus Domeyku*s, паук *Lycinus domeyko Goloboff*, аммонит *Amonites domeykanus*, брахиоподы *Terebratula ignaciana d'Orbigny* и *Terebratula domeykana Bayle*, медь содержащий минерал домейкит, открытый Домейко в 1844 году в пустыне Атакама.

В городе Ла-Серена Горная школа и сейчас носит имя своего создателя – Игнасио Домейко. В Сан-Фелипе функционирует Технический университет имени Домейко, в Сантьяго создан Горно-промышленный лицей «Игнасио Домейко», основанный выпускниками Горной школы Ла-Серены.

15 апреля 1975 года в поясе астероидов между Марсом и Юпитером чилийским астрономом Карлосом Торресом был обнаружен астероид, которому было присвоено имя (2784) Домейко.

Именем Игнасио Домейко назван один из Почетных залов в центральном корпусе Чилийского университета и один из залов Президентского дворца «Ла-Монеда» в Сантьяго. Имя Домейко носит образованная в 1960 году Польская библиотека, которая находится в столице Аргентины – Буэнос-Айресе.

Чилийско-немецкий центр по исследованиям в области горного дела, который планируется открыть в Чили, также будет носить имя Игнасио Домейко и его сына Касимиро.

В 1955 году одна из площадей города Эль-Льяно в области Кокимбо названа Пласа-де-Домейко. В Чили именем Домейко названы улицы в городах Сантьяго, Вальпараисо, Ласерене, Кокимбо, Вальдивии, Чаньяраль, Майпу, Пудауэль, Сан-Бернардо. В Польше имя Домейко присвоено улицам во Вроцлаве, Бrotкове, Radlinie, Зелено-Гуре, Познани, Люблинне, Белостоке и других городах, в столице Литвы Вильнюсе, в белорусском Новогрудке и поселке Крупове Лидского района (Гродненская область, Беларусь) также существуют улицы Домейко. Предлагается назвать именем Домейко и одну из улиц в столице Беларуси – Минске.

ЮНЕСКО 2002 год объявило Годом Игнасио Домейко. В честь дона Игнасио выпускались марки в Чили, Польше, Литве, Беларуси, монеты в Чили, Польше и Беларуси. В 2012 году в Польше создан Фонд Игнасио Домейко, который призван содействовать научному сотрудничеству Польши и Чили. В 2014 году исследователи из Беларуси посетили Чили и привезли с его могилы капсулы с землей. Капсулы были переданы музею И. Домейко и в костел в Мире, где похоронен его отец.

Важным, как нам кажется, следует отметить еще одну интересную деталь биографии: в Чили Игнасио Домейко имел два очень показательных прозвища – Grande Educador (Большой Просветитель) и El Sabio (Мудрец).

#### **Список литературы**

1. Baeza Rafael. La ruta de los naturalistas: Las Huellas de Gay, Domeyko y Philippi. Santiago, Fyrma Gráfica, 2012. – 428 p.
2. Ryn Z. Historia científica de Los Andes. Don Ignacio Domeyko (1802–1889). Revista del CESLA, 2000, 1: p. 151–169.
3. Saldivia Z. Ignacio Domeyko: algo más que un ingeniero en minas. – Santiago, Rev. Creces, Sept. 2000. – 41 p.

# **«ЗАЙМЕЎ Я НАВАТ СЛАВУ АКАНОМА»: ДА ХАРАКТАРЫСТЫКІ ГАСПАДАРЧАЙ ДЗЕЙНАСЦІ ЛІДСКАЙ ШЛЯХТЫ**

**С.Л. Лугаўцова**

*Беларускі дзяржавны ўніверсітэт,*

*г. Мінск, Беларусь, e-mail: sv.lougovtsova@gmail.com*

У артыкуле аналізуецца склад дваранства Лідскага павета Гродзенскай губерні на падставе спісу 1835 г. Аўтар прыходзіць да выногоды аб тым, што пераважная большасць шляхты кармілася «ад зямлі», уздельнічала ў сістэме мясцовага кіравання і суда, актыўна ўзаемадзейнічала ў рамках таго кола зносін, які сфармаваўся у перыяд існавання Рэчы Паспалітай.

**Ключевые слова:** шляхта; дваранства; структура; Лідскі павет; віды дзеянасці.

## **«I'VE EVEN GOT THE GLORY OF A MANAGER»: THE CHARACTERISTICS OF LIDA GENTRY ECONOMIC ACTIVITIES**

**Sv. Lougovtsova**

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*The article analyzes the structure of the nobility of Lida District (Grodno Province) of the Russian Empire based on data from 1835. The author comes to a conclusion that the majority of gentry was engaged in agricultural work. They were involved in the system of local administration and a court. They were in the same range of activities and practices, that existed during the period the Polish Kingdom.*

**Keywords:** szlachta; nobility;structure; Lida district; types of activities.

Удзельнікі філамацкага руху на Беларусі ў 20-гг. XIX ст. выйшлі з асяроддзя беларускай шляхты. Выхаваныя ў традыцыях польскай культуры, яны аказаліся пачынальнікамі новай беларускай літаратуры і асветніцкай ідэалогіі, прадстаўнікамі эпохі рамантызму. У філамацкім асяроддзі віленскіх студэнтаў І. Дамейка атрымаў мянушку Жэгота. Пад гэтым імем увёў яго А. Міцкевіч у трэцюю частку сваёй паэмы «Дзяды». Калі пачалося следства па справе філаматаў, Дамейку арыштавалі і даставілі ў Віленскі манастыр базыльянаў. Эпізод сустрэчы сяброў у калядную ноч намаляваў А. Міцкевіч у паэме. У сцэнах каляднай вечарыны Жэгота распавядае пра свае гаспадарчыя поспехі, хваліща, што раней не ведаў, «дзе авес, а дзе салома», а цяпер «займеў я нават славу аканома». У пачатку 1824 г. з дапамогай братоў яго бацькі І. Дамейка быў вызвалены на парукі пад нагляд паліцыі, без права ўладкавання на дзяржаўную службу [3]. Спачатку Ігнацій адправіўся ў Жыбуртоўшчыну — фальварак дзядзькі Ігната. У другой палове 1826 — пачатку 1827 г. пачаў гаспадарыць у фальварку Заполле Лідскага павета: кіраваў маёнткам, прадаваў збожжа, прышчапляў садовыя дрэвы. Пасля вызвалення ад паліцэйскага нагляду ў лістападзе 1829 г. удзельнічаў у працы лідскага і гродзенскага шляхецкіх сеймікаў. Менавіта з Заполля І. Дамейка адправіўся да паўстанцаў ўясной 1831 г. [6].

Вышэйшае саслоёе Лідскага павета было адным з самых шматлікіх на тэрыторыі Беларусі. Па падліках С. Токця, у 1831 г. у павеце працьвівалі 3405 шляхцічаў мужчынскага полу [7, с. 87]. Мы прааналізавалі спіс дваран Лідскага павета за 1835 г. [4, л. 1–86]. У спіс уключаны асобы, якія былі зацверджаны дваранскімі дэпутацкімі сходамі — гэта 1963 чалавека абодвух полуў.

Мяжа паміж дваранствам і шляхтай у 30-я гг. XIX ст. працягвала заставацца рухомай, працэс «разбору шляхты» актыўна працягваўся. Прадстаўнікі роду Дамейка герба Дангель здолелі даказаць сваё высакароднае паходжанне і былі ўнесены ў 6-ю частку радаводных кніг Віленскай і Мінскай губерняў [2].

Таблица 1

Дворянство Лідскаго уезда по возрасту и половой принадлежности (1835 г.)

Узрост	Усяго	Мужчыны	Жанчыны	Усяго	Мужчыны	Жанчыны	Жанчыны жанчыны адносна мужчын
Абсолютная колькасць				У %			
0	9	6	3	0,5	0,6	0,3	50
1–4	230	108	122	11,7	10,3	13,4	113
5–9	213	101	112	10,9	9,6	12,3	111
10–14	233	127	106	11,9	12	11,6	83,5
15–19	196	94	102	10	9	11,2	108,5
20–29	315	164	151	16	15,6	16,5	92
30–39	293	154	139	14,9	14,6	15,2	90,3
40–49	215	130	85	11	12,4	9,3	65,4
50–59	139	86	53	7	8,2	5,8	61,6
60–69	75	48	27	3,8	4,6	3	56,3
70–79	34	25	9	1,7	2,4	1	36
80–	11	7	4	0,6	0,7	0,4	57,1
Всего	1963	1050	913	100	100	100	87

Сябры з розных канцоў гістарычнай Літвы не забывалі эканома Заполля. І. Дамейку наведвалі Ю. Корсак, А. Адынец, А. Петрашкевіч, С. Казакевіч, К. Залескі, В. Непакульчицкі. У tym ліку, неаднаразова наведвала Ігнація яго стрыечная сястра Марыя Путкамер, у дзявоцтве Верашчака, з мужам (абодва ўнесены ў спіс 1835 г.).

У спісе не паказана веравызнанне дваран. Вядома, што ў павеце пераважалі дваране каталіцкага веравызнання, сустракаліся асобы пратэстанцкага веравызнання, у прыватнасці В. Путкамер, дваране-мусульмане: Рамановічы, Тупальскія, Талькоўскія. Большасць дваран Лідскага павета былі мясцовага паходжання. Сярод тых, чыё з'яўленне ў павеце было звязана з новай расійскай уладай, названы толькі удзельнік вайны 1812 г. генерал-майор расійской арміі барон Станіслаў Сакен (меў ва ўласнасці 228 душ сялян м.п.) і яго сястра Вераніка.

Адзначым, высокі ўзровень самапрэзентацыі Лідской шляхты. Калі беглым позіркам акінуць спіс 1835 г., то застаецца ўражанне, што практична кожны дваранін меў ва ўласнасці населены сялянамі фальварак ці нават некалькі. На самай справе большасць прадстаўнікоў саслоўя валодалі вельмі сціплымі долямі-ўчасткамі ў шляхецкіх ваколіцах. Беларускі даследчык Я. Анішчанка зварнуў увагу, што пераходы шляхты з маёнтка ў маёнтак у пошукахмагчымасці і лепшых умоў для арэнды зямлі, перадача свайго кавалка зямлі ў арэнду «за чынш» на час службы ў буйнога землеўласніка прыводзілі да складанага перапляцення землеўладання розных асоб ўнутры аднаго селішча, дзе гістарычна фармаваліся асобыя родавыя долі або часткі [1, с. 8].

Большасць дваран Лідскага павета займалася сельскагаспадарчай дзейнасцю. Буйныя землеўладальнікі, як самі кіравалі маёнткамі, так і перадавалі гэтыя функцыі ўпраўляючым. Ўладальнікі невялікіх участкаў зямлі непасрэдна займаліся яе апрацоўкай. Сярод буйных землеўласнікаў павета асноўнае месца займалі павятовыя прадвадзіцелі дваранства: Антон Важынскі меў ва ўласнасці радавы маёнтак (236 душ прыгонных сялян), а таксама валодаў у іншых губернях 572 душамі; Рамуальд Кастравіцкі меў ва ўласнасці 347 душ (акрамя таго за яго жонкай Амеліяй з Ромэрой лічылася 86 душ); кавалер ордэна Св. Уладзіміра Аляксандар Нарбут меў уласны маёнтак (158 душ), а таксама распараджаўся даходамі з маёнтка (113 душ), які быў дадзены яму ў валоданне на 50 гадоў польскім каралём Станіславам Аўгустам 1793 г. [4, л. 1–86].

Сям'я Вісьмантаў ўяўляе сабой тыповы прыклад шляхцічаў, якія здолелі прайсці праз працэдуру доказу дваранства ў губернскім дваранскім сходзе, але дабрабыт якіх не адрозніваўся ад сялянскага. У ваколіцы Вісьманта разам пражывалі Вісьмант Ігнацій (75 гадоў) яго жонка Марыяна (74 гады), сям'я сына Ігнація Антона (43 гады) і жонкі Зузаны

(40 гадоў) з дзецьмі Іосіфам (1 год), Веранікай (12 гадоў), Каралінай (9 гадоў), Іаганай 7 (гадоў) і Адальфінай (1 год). А таксама брат Ігнація Іосіф (63 гады) з жонкай Ганнай (57 гадоў). Дзяцей у гэтай пары не было. Усе разам яны валодалі участкам зямлі (памер у спісе не пазначаны) і 2 прыгоннымі сялянамі. У той жа ваколіцы разам пражывалі Вісьмант Франц (42 гады) з жонкай Каралінай (35 гадоў) і пяццю дзецьмі, а таксама сем'і родных братоў Франца Міхаіла (у складзе 3 чалавек) і Юрыя (7 чалавек), стрыечны брат Франца Іван (29 гадоў) з жонкай Даротай (26 гадоў). Усе яны мелі ў ваколіцы Вісьманта участак зямлі і 2 прыгонных сяляніна. Часта вакольнічна шляхта не мела ва ўласнасці сялян. Так, у сям'і Кліковіч разам пражывалі сем'і братоў Нікадзіма (2 чалавекі) і Івана (6 чалавек), апрацоўвалі зямлю, сялянамі не валодалі [4, л. 7].

У сферы сельскагаспадарчай дзейнасці ў павеце знаходзілася каля 70 % дваран. З іх 15 % ў розны час займалі выбарныя пасады ў павеце ў сістэме мясцовага кіравання. Адзначым, што ў адпаведнасці са снежаньскім указам 1831 г. ўдзельніцаць у выбарах маглі толькі патомныя дваране, якія мелі не менш за 100 душ сялян або не менш за 3 тысяч дзесяцін зямлі. Астатнія дваране ўдзельнічалі ў выбарах праз упаўнаважаных: дробныя ўчасткі складваліся ў адзін так, каб іх сукупнасць складала ўчастак у 100 душ, і выбіралі упаўнаважанага на сход [5, с. 247–273]. У Лідскім павеце толькі 6 % дваран мелі ва ўласнасці больш за 100 душ прыгонных сялян і з'яўляліся паўнапраўнымі членамі саслоўя. Але спіс 1835 г. зафіксаваў дваран павета, якія займалі пасады раней прынятага ўказа. Такім чынам, ён адлюстроўвае карціну, якая склалася ў першай трэці XIX ст.

Сярод выбарных асоб павета больш за ўсё было тых, хто займаў пасады ў межавых судах. Апошня з'яўляліся пераемнікамі падкоморскіх судоў, ліквідаваных ў 1810 г. З 1815 г. яны дзейнічалі ў складзе трох інстанций. Межавы суд першай інстанцыі (агульны межавы суд) складаўся з аднаго межавага суддзі. Колькасць членаў межавых судоў у павеце законам не вызначалася, але паказваўся мінімальны і максімальны склад павятовых межавых судоў: не менш за 3 і не больш за 21. Рашэнне агульнага межавага суда можна было абскардзіць у апеляцыйны межавы суд, у склад якога ўваходзіла 5 межавых суддзяў. У 1815 г. быў створаны вышэйшы губернскі межавай апеляцыйны суд – трэцяя судовая інстанцыя.

У Лідскім павеце быўлімі суддзямі і членамі апеляцыйных межавых судоў з'яўляліся Адамовіч Станіслаў і яго брат Гаспер, Гроздман Вікенцій (60 гадоў), Довгард Казімір, Дзежыц Ігнат, Длускі Ксаверы, Залескі Маўрыцый, Юндзіл Валенцій, Яноўскі Юрый, Крагельскі Анцэцій, Лясковічы Фелікс і Станіслаў, Макарэвіч Іосіф, Шукельскі Адольф (былы падкаморы), Шышко Аляксандр. Ялец Іахім раней быў старшынёй межавага суда Ігуменскага павета, яго стрыечны брат Ялец Адам – слонімскім межавым суддзём. Янкоўскі Зыгмунд раней узначальваў Браслаўскі межавы суд.

Дзеючымі членамі межавых судоў Лідскага павета былі Аляксандровіч Фаустын, Буткевіч Фаустын, Банькоўскі Казімір, Гурыновіч Фама-Рамуальд, Гроздман Вікенцій (35 гадоў, сын Вікенція), Шулікоўскі Гіпаліт, Шацілоўскі Лукаш, Яноўскі Антон-Іосіф. Адзначым, што шмат хто з пералічаных асоб з'яўляліся сваякамі, неаднаразова зафіксаваны выпадкі, калі члены адной сям'і займалі аналагічныя пасады [4, л. 1–86].

Каля 12 % дваран Лідскага павета служылі ў расійскім войску. Асабліва гэта хараектэрна для сямей татарскага паходжання, у якіх мужчыны практична ў поўным складзе адпраўляліся на ваенную службу. Так, сыны Мустафы Талькаўскага Мацвея (25 гадоў, працаршчык, кавалер ордэна Св. Георгія) і Сямёна (20 гадоў, юнкер) служылі ў Татарскім ўланскім палку. Якаў Талькоўскі (26 гадоў) быў карнетам, а Талькоўскі Іван (50 гадоў) адстаўным юнкерам таго ж палка. У сям'і Рамановічаў толькі старэйшы брат Іосіф (37 гадоў) з жонкай і сястрой Разаліяй займаліся сельскай гаспадаркай на бацькоўскай зямлі (14 прыгонных сялян). Брэты Іосіфа Якаў (34 гады, падпаручнік пяхотнага палка), Мустафа (33 гады, паручнік Татарскага ўланскага палка) і Абрагам (26 гадоў, паручнік Падольскага егерскага палка) служылі ў войску. У асноўным лідскія дваране мелі невысокія чыны юнкераў, працаршчыкаў, падпаручнікаў і паручнікаў [4, л. 76–78].

Адміністрацыйныя пасады ў Расійскай імперыі займалі каля 8 % дваран Лідскага павета. Падкрэслім, што сярод іх пераважалі асобы, якія служылі ў павятовым (Ялец Іосіф і яго сын Яўстахій, Заржэцкі Франц, Крагельскі Іосіф) і губернскім казначэйстве (Крыдзель Аляксандар). Міцкевіч Рымвід займаў пасаду Ваўкавыскага павятовага казначэя. У цэлым, лідскія дваране служылі, як правіла, у Гродзенскай губерні, у Санкт-Пецярбургу, напрыклад, працеваў толькі тытулярны саветнік (чын 9-га класа) Іосіф Грэмман і калежскі асэспар (чын 8-га класа) Мікалай Нарбут (у Міністэрстве народнай асветы) [4, л. 1–86].

Звернем увагу на высокі ўзровень адукцыі лідскіх дваран. Можна меркаваць (не заўсёды паказана ў спісе), што не менш за дзесяць чалавек у Лідскім павеце мелі вышэйшую адукцыю. Дакладна сцвярджаць гэта можна адносна казначэя павета Іосіфа Яльца, прафесара Віленскага ўніверсітэта Іосіфа Юндзіла, інжынера-паручніка Казіміра Юндзіла, графа Ваўжынца Путкамера, гісторыка Тэадора Нарбута, доктара медыцыны Ксаверыя Рапацкага (пражываў у Вількамірскім павеце). Каля 9 % дваран павета знаходзіліся на прыватнай службе (займалі пасады ад дробных канцэлярыстаў да ўпраўляючых маёнткамі), не больш за 1 % з'яўляліся ксяндзамі ці манахамі каталіцкіх ордэнаў.

Такім чынам, маёмынскі і грамадскія інтэрэсы большасці дваран павета заставаліся ў ранейшым, характэрным для часоў існавання Рэчы Паспалітай, коле сельскагаспадарчай дзейнасці (ад непасрэднай апрацоўкі зямлі да гаспадарання ў буйных маёнтках) і выбарнай службы. Гэта тычылася каля 70 % прадстаўнікоў саслоўя і членаў іх сем'яў, яшчэ 10 % знаходзіліся на службе ў прыватных асоб і царкоўных арганізацый, займаліся адвакацкай дзейнасцю. Каля 20 % дваран Лідскага павета займалі пасады на ваеннай і грамадзянскай службе Расійскай імперыі.

### Спіс літаратуры

1. Анищенко, Е.К. Шляхта Лідскага повета : список XVIII ст. / Евгений Анищенко. – Mn. : Izd. B. Хурсика, 2013. – 312 с.
2. Домейко // Энциклопедический словарь Ф.А. Брокгауза и И.А. Ефона: В 86 т. / под ред. К.К. Арсеньева, Ф.Ф. Петрушевского. — Т. 10а. — СПб.: Семеновская Типо-Литография И.А. Ефона, 1893. – С. 482.
3. Конан, У. Вобраз Ігната Дамейкі ў творчасці Адама Міцкевіча / Уладзімір Конан // Ігнат Дамейка — светач сусветнай цывілізацыі Матэрыялы VI Карэліцкіх чытанняў (г. п. Mіr, 12 вер. 2002 г.) / Рэдкал.: Л. Уладыкоўская-Канаплянік (гал. рэд.) і інш. — Mn.: «Энцыклапедыкс», 2002. — Режим доступа : <http://pdf.kamunikat.org/18497-1.pdf>. — Дата доступа : 21.03.2017.
4. Литовский государственный исторический архив в г. Вильнюсе (ЛГИА). — Ф. 391. Оп. 9. Д. 129.
5. Полное собрание законов Российской империи. — Собр. второе: В 55т. — Т. 6 отделение 2-е. — СПб.: Тип. II отд. Собств. Его Имп. Вел. Канц., 1832. – 360 с.
6. Сливкин В.В. Имения Лидского уезда. Имение Заполье / В.В. Сливкин // Lida.info [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://www.lida.info/imeniya-lidskogo-uezda-imenie-zapole/>. — Дата доступа : 24.03.2017.
7. Tokć, S. Drobna szlachta i jednodworcy powiatu grodzieńskiego w latach trzydziestych i sześćdziesiątych XIX wieku: struktura społeczno-demograficzna / Siarhiej Tokć // Tożsamość-pamięć historyczna-idee. Przemiany narodowościowe i społeczne na Litwie i Białorusi w XIX i na początku XX wieku. — Warszawa: wyd. I , 2016. – S. 85–108.

## З БЕЛАРУСІ – ДА АНТЫПОДАЎ

**A. I. Мальдзіс**

*Mіжнародная асацыяцыя беларусістуў, Мінск, Беларусь*

*Распаведзена біяграфія вядомага асветніка і гуманіста Ігната Дамейкі, а таксама ягоныя навуковыя дасягненні.*

**Ключавыя слова:** Чылі; навука; нацыянальнае вызваленне; асвета.

## FROM BELARUS – TO ANTIPODES

**A. Maldzis**

*International Association of Belarusians, Minsk, Belarus*

*The biography of the famous educator and humanist Ignacy Domeiko as well as his scientific achievements is described.*

**Keywords:** Chile; science; national liberation; enlightenment.

Прыгледзьцеся да карты пауднёваамерыканскай краіны Чылі. Бачыце: ля самага Ціхага акіяна, там, дзе да яго падступаюць магутныя вяршыні Андаў, знаходзіцца горад Дамейка. А крыху паўночней – горны хрыбет, які носіць тое ж імя. Геолагі могуць вам назваць мінерал дамейкіт, батанікі – фіялку дамейкіяну, заолагі – малюск наўцілус дамейкус. Аднак, відаць, мала хто ведае, што ўсё гэта – і горад у далёкай краіне, і горны ланцуг, і кветкі, і мінерал, і малюск – названы так у гонар нашага земляка, выдатнага рэвалюцыянера, вучонага і падарожніка Ігната Дамейкі. Сын беларускай зямлі, ён увайшоў у сусветную навуку, пакінуўшы прыкметны след у самых розных галінах чалавечых ведаў: мінералогіі і фізіцы, хіміі і металургіі, геаграфіі і батаніцы, геалогіі і педагогіцы, этнографіі і заалогіі. За свой без малога стогадовы жыццёвый шлях ён адкрыў багата залежаў серабра і медзі, напісаў сто трывцаць навуковых прац, якія друкаваліся на французскай, нямецкай, польскай, рускай, англійскай і іспанскай мовах.

...Паміж Нясвіжам і Мірам, непадалёку ад того месца, дзе цяпер раскінулася карпусы Гарадзейскага цукровага завода, над берагам ціхай рэчкі Ушы ў пачатку мінулага стагоддзя ўзвышаўся драўляны палац з мудрагелістай вежай. Тут, у маёнтку Мядзвядка, у сям'і старшыні Навагрудскага земскага суда Іпаліта Дамейкі 31 ліпеня 1802 года нарадзіўся сын, якому далі імя Ігнат. Дзяцінства будучага вучонага прайшло на ўлонні беларускіх палёў і лясоў, сярод беларускіх сялян. Ігнат вельмі любіў слухаць народныя казкі, якія па вечарах рассказвала старая прыгонная Тадора. Ад яе ён і навучыўся гаварыць на беларускай мове.

У 1819 годзе, закончыўшы калегію ў Шчучыне, Дамейка накіраваўся ў Вільню, якая была тады буйным цэнтрам навуки і асветы. Сюды, у Віленскім універсітэце, які размяшчаўся ў векавых святаянскіх мурах, прыязджала вучыцца моладзь з самых аддаленых куткоў Беларусі і Літвы. З затоенным дыханнем слухалі юнакі лекцыі такіх выдатных вучоных, як Лелевель, Бароўскі, Франк, браты Снядзецкія. Адзін з гэтых братоў, Андрэй Снядзецкі, стаў першым навуковым настаўнікам маладога Ігната, які ў тым жа 1819 годзе паспяхова здаў экзамены на фізіка-матэматычны факультэт.

Адначасова з Дамейкам у Віленскім універсітэце вучыўся геніяльны польскі паэт Адам Міцкевіч. Разам са сваімі паплечнікамі ён стварыў нелегальныя студэнцкія організацыі філаматаў і філарэтаў. Іх дзейнасць была накіравана супраць царскага самаўладства, за сацыяльнае і нацыянальнае вызваленне народа. Неўзабаве Міцкевіч пазнаёміўся з Ігнатам Дамейкам і ўцягнуў яго ў тайнае таварыства пад канспірацыйным імем Жаготы.

У Віленскім універсітэце Дамейка пасябраваў з многімі філаматамі. Сярод іх – адзін з пачынальнікаў новай беларускай літаратуры, страсны збіральнік беларускага фальклору Ян Чачот, выхаванец Мінскай гімназіі, адзін з першых польскіх паэтаў-рамантыкаў Тамаш Зан, высланы потым царскімі ўладамі ў далёкую Арэнбургскую губерню. У малаяўнічых ваколіцах Вільні філаматы збіраліся на тайныя сходы і палымяна гаварылі пра народную нядолю, пра шляхі барацьбы з царызмам і высокое прызначэнне чалавека. А потым спявалі народныя песні – польскія, беларускія, літоўскія. З Вільні маладыя патрыёты часта выязджалі ў вёску, у ту ю ж самую Мядзвядку, якая потым была ўвекавечана Міцкевічам у яго эпапе «Пан Тадэвуш» (сцэна дузі паміж Дамейкам і Давейкам). У адну з такіх паездак Дамейка пазнаёміў Міцкевіча са сваёй стрыечнай сястрой Марыяй Верашчака. Звычайнае сяброўства хутка перарасло ў страснае пачуццё, трагічнае ў сваім зыходзе: Міцкевіч не быў такі багаты, каб Верашчакі адважыліся аддаць за яго сваю дачку, і Марыя стала жонкай графа Путкамера.

У 1823 годзе царскімі ўладамі удалося натрапіць на след тайных арганізацый, цесна звязаных з будучымі дзекабрыстамі. У Вільню прыехаў сенатар Навасільцаў, які ўзначаліў арышты і допыты. У турмы было кінута больш ста юнакоў. Камеры Міцкевіча і Дамейкі аказаліся побач – у сценах былога базыльянскага манастыра. Потым, апісваючы заходжанне ў гэтай турме ў трэцій частцы паэмы «Дзяды», Міцкевіч вывеў свайго сябра Дамейку ў вобразе Жаготы. Той, хто чытаў паэму, памятае, што Жагота ў паэме расказвае зняволеным алегарычную байку пра д'ябла, які рашыў пасмяяцца з чалавека і закапаў зерне капытом у зямлю, не ведаючы, што яно можа даць новыя ўсходы. І ў гэтых алегарычных словах быў глыбокі сэнс. Хоць царская ўлада адправіла Міцкевіча і яго сяброў у ссылку, хоць пад строгім наглядам паліцыі апынуўся ў вёсцы Заполле на Лідчыне Ігнат Дамейка, зерне, кінутае філаматамі, не прапала дарэмна. Іх прыклад натхняў на барацьбу наступныя пакаленні.

У цёмную лістападаўскую ноч 1830 года, нібы працягваючы справу філаматаў, нападам на Бельведэр пачала ўзброенае паўстанне варшаўская моладзь. Неўзабаве яно перакінулася ў Літву і Беларусь. Ігнат Дамейка адразу ж прымкнуў да паўстанцаў. З важным даручэннем ён паехаў у наднёманскія лясы і па дарозе ледзь не загінуў ад рук тых жа паўстанцаў, якія палічылі яго за шпіёна. Разам з іншымі мясцовымі патрыётамі непадалёку ад Ліды Дамейка далучыўся да арміі генерала Хлапоўскага і ў яе шэрагах змагаўся супраць царскага самаўладства. Паплечніцай Дамейкі была адважная жанчына Эмілія Плятар. Пераапрануўшыся ў мужчынскі касцюм, яна ўзначаліла атрад кавалеры і ў баі першая кідалася ў атаку на ворага, Аднак, нягледзячы на герайм паўстанцаў, паўстанне ўсё ж пацярпела паражэнне – яго не падтрималі прыгонныя сяляне. Разам з арміяй Хлапоўскага Дамейка вымушаны быў перайсці прускую граніцу і скласці зброю.

Па дарозе ў Францыю, у Дрэздэне, наш зямляк зноў сустрэўся са сваім студэнцкім сябрам Адамам Міцкевічам, які якраз працеваў над паэмай «Пан Тадэвуш». Пазней, калі абодва эмігранты нелегальна дабраліся да Парыжа, калі з-пад друкарскага станка выйшаў першы экземпляр паэмы, Міцкевіч падарыў яго Дамейку.

У Парыжы Дамейка апынуўся ў самым цэнтры эмігранцкага руху. Ён часта выступаў на мітынгах з палымянымі прамовамі, заклікаючы працягваць барацьбу з царызмам. Ён зблізіўся з такім выдатным дзеячом эміграцыі, як былы прафесар Віленскага універсітэта Іяхім Лелевель. Адным з бліжэйшых сяброў Дамейкі стаў уражэнец Слонімшчыны Міхал Валовіч, які ў 1833 годзе нелегальна вярнуўся ў Беларусь, спрабаваў тут узніць сялянскае паўстанне і быў за гэта павешаны ў Гродне.

У Парыжы Дамейка хадзіў не толькі на патрыятычныя сходы. Ён наведваў лекцыі ў славутым Калеж дэ Франс, у Сарбонскім універсітэце і Горнай школе.

У 1838 годзе Дамейка даведаўся, што Чылійскай рэспубліцы патрэбны выкладчыкі хіміі і мінералогіі. З дапамогай таго ж Міцкевіча быў аформлены контракт на шэсць гадоў. Адпраўляючыся ў марское падарожжа на англійскім караблі «Спей», малады вучоны нават і

не падазраваў, што яго праўбыванне ў далёкай краіне зацягненца на сорак шэсць год і што Чылі стане яму другой радзімай.

У Рью-дэ-Жанейра Дамейка сышоў з карабля і, наняўшы некалькі мулаў і коней для перавозкі закупленага ў Парыжы лабараторнага абсталявання, адправіўся праз увесь кантынент у Чылі. У пустынях і стэпах падарожніка мучыла спёка, у дрымучых лясах трывожылі дзікія плямёны антыподаў (так называлі тады індзейцаў — жыхароў супрацьлеглага паўшар'я), у гарах засыпаў снег, пагражалі абвалы. Але нястомны адкрывальнік мужна працягваў свой шлях.

Авалодаўшы за тры месяцы сяк-так іспанскай мовай, Дамейка пачаў чытаць лекцыі па хіміі і мінералогіі ў горнай школе горада Какімба. Разам са сваімі вучнямі ён рабіў падарожжы ў горы, туды, дзе здабываліся серабро і медзь, золата і вугаль. З жахам глядзеў Дамейка на мясцовых шахцёраў, якім за міэрную плату прыходзілася працаваць у невыносна цяжкіх умовах. Здабытую руду яны выносли з шахтаў на спіне па маленікіх прыступках, высечаных у тоўстым бервянне, якое вертыкальна ставілася ў ствол шахты. У гэтых падарожжах Дамейка адкрыў і апісаў нямала залежаў карысных выкапняў. Ён першы звярнуў увагу на мясцовую салетру, пасля чаго яна заваявала папулярнасць ва ўсім свеце як вельмі карыснае ўгнаенне. Вярнуўшыся з гор у Какімба, Дамейка склаў петыцыю ўраду, у якой запатрабаваў палепшыць умовы працы гарнякоў. І ўрад прыслухаўся да яго голасу.

У 1843 годзе скончыўся тэрмін дагавору аб праўбыванні у Чылі. Але вучоны застаўся ў чылійскай сталіцы Сант'яга, дзе яму прапанавалі месца прафесара фізікі і хіміі ў нацыянальным універсітэце. Вядома, і ў Сант'яга Дамейка часта марыў аб звароце на радзіму, сніў беларускія палі і лясы. Яму душна было ў мурах, узведзеных яшчэ іспанскімі канкістадорамі. І усё ж вярнуцца на радзіму ён не мог, бо што чакала яго тут? Ссылка ў Сібір? Прыніжэнні? Так ужо склаўся лёс Беларусі ў XIX стагоддзі, што многія лепшыя яе сыны вымушаны былі працаваць не на карысць свайго, а на карысць іншых народаў, іншых краін...

Хутка Дамейка адправіўся ў новае падарожжа — туды, дзе жыло напалавіну дзікае індзейскае племя араўканцаў. Індзейцы сустрэлі бледнатварага госця вельмі зычліва. Яны гаварылі яму аб сваім жаданні жыць у міры з еўрапейцамі, наладжвалі ў яго гонар свае спартыўныя спаборніцтвы — так званую куэчу. У сваю чаргу, Дамейка абдорваў араўканак бліскучымі пацеркамі, званочкамі і яркімі хусткамі. Вялікае ўражанне на вучонага зрабіла старажытнае індзейскае мастацтва, незвычайнія могільнікі. Сваё падарожжа Дамейка апісаў у кнізе «Араўканія і яе жыхары», якая ў 1860 годзе выйшла ў Вільні на польскай мове і потым была перакладзена на многія мовы свету. У гэтай кнізе наш зямляк горача абараняў права індзейскіх плямён, даказваў іх сумленнасць і гуманнасць. Тады ж, у 1845 годзе, Дамейка зрабіў небяспечнае падарожжа да дзеючага вулкана Антука. Моцны вецер і патокі лавы не дазволілі дабрацца да самага кратэра, але наш зямляк усё ж першы ў сусветнай літаратуры апісаў гэты вулкан.

Удзячнай чылійскай грамадскасць выбрала Ігната Дамейку рэктарам чылійскага юніверсітэта ў Сант'яга і потым тройчы перавыбрала яго на гэтай пасадзе. Ад рэктарства вучоны адмовіўся толькі ў 1884 годзе, і адмовіўся па гуманнай прычыне — у знак пратэсту супраць захопніцкай вайны паміж Чылі і суседнім рэспублікай Перу. Прыняўшы адстаўку, чылійскі ўрад рашыў выпусціць у гонар нашага земляка памятны медаль і ўстанавіць яму самую высокую пенсію ў краіне — 6000 піястраў у год. У тым жа 1884 годзе, вырашыўшы, што царскія ўлады ўжо не ў сіле нічога зрабіць яму, сусветна вядомому вучонаму, Дамейка вырашыў наведаць радзіму. У падарунак еўрапейскім універсітэтам ён вёз багатую калекцыю мінералаў.

І вось Еўропа. У Парыжы Дамейку ўрачыста вітаюць вучоныя Сарбоны. У Кракаве яму прысуджаюць навуковую ступень доктара ганорыс каўза. У Варшаве на пероне яго сардэчна цалуе сябар студэнцкіх год вядомы паэт Антон Адынец, адзіны, апрача Дамейкі, філамат, які

яшчэ заставаўся ў жывых. З Варшавы абодва сябры спецыяльным вагонам накіроўваюцца ў Беларусь. Царскім уладам, вядома, прыйшлося не да спадобы гэтае падарожжа – яны на чатыры месяцы затрымалі ў Гродне пашпарт вучонага. Але мясцовая інтэлігенцыя з энтузіязмам сустракала свайго земляка, чалавека з легендарнай ўжо біяграфіяй, а сяляне падносялі яму хлеб-соль, віталі народнымі песнямі. У Крошыне Дамейка і Адынец пасадзілі на памяць два дубкі, а вершаваны надпіс на камені ля дубкоў выбіў ім мясцовы каваль – відаць, Паўлюк Багрым. У Дамейкі нават была думка застацца на радзіме. Але хіба ён тут мог прымяніць свае веды і вопыт?! І, пабываўшы яшчэ ў Італіі і Палесціне, Дамейка разам з усёй сям'ёй зноў вярнуўся ў Чылі.

23 студзеня 1889 года перастала біцца сэрца вялікага патрыёта, падарожніка, вучонага. Дзень яго пахавання быў аб'яўлены днём нацыянальнай жалобы. Урад абавясціў Дамейку нацыянальным героем рэспублікі. На яго магіле ў Сант'яга быў паставлены мармуровы абеліск.

Памяць аб вялікім асветніку і гуманісце жыве ў Чылі і сёння. Вядомы чылійскі паэт Пабла Неруда ў 1953 годзе назваў дзейнасць Дамейкі выдатнай, прагрэсіўнай дзейнасцю, якая прывяла ў Чылі да «рэарганізацыі прамысловасці, вышэйшай і сярэдняй асветы». І гэта заслужаная даніна павагі нашаму земляку, імя якога належыць тром народам – беларускаму, польскаму і чылійскаму.

# ДАКУМЕНТЫ НАЦЫЯНАЛЬНАГА ГІСТАРЫЧНАГА АРХІВА БЕЛАРУСІ ДА БІЯГРАФІІ ІГНАТА ДАМЕЙКІ

**Д.Ч. Матвеічык**

*Нацыянальны гістарычны архіў Беларусі,  
г. Мінск, Беларусь, e-mail: macviej@mail.ru*

*Падаюцца некаторыя дакументы да біяграфіі Ігната Дамейкі, якія захоўваюцца ў Нацыянальным гістарычным архіве Беларусі, паказваюцца абставіны іх паходжання, вызначаеца іх інфармацыйны патэнцыял, выяўляюцца наяўныя супярэчнасці паміж звесткамі ў некаторых з іх.*

**Ключавыя слова:** Ігнат Дамейка; Нацыянальны гістарычны архіў Беларусі; дакумент; біяграфія.

## DOCUMENTS, RELATED TO THE BIOGRAPHY OF IGNACY DOMEJKO, FROM THE NATIONAL HISTORICAL ARCHIVES OF BELARUS

**D. Matveichyk**

*The National Historical Archives of Belarus, Minsk, Belarus*

*Some documents, related to the biography of Ignacy Domeiko, from the National Historical Archives of Belarus are submitted, the circumstances of their origin are shown, their informational potential, as well as the contradictions, contained in some of them are identified.*

**Keywords:** Ignacy Domeiko; the National Historical Archives of Belarus; document; biography.

Нацыянальны гістарычны архіў Беларусі – самае вялікае ў краіне сховішча дакументаў па гісторыі Беларусі перыяду да 1917 г. уключна. У яго фондах захоўваюцца каля 1 мільёна спраў, якія адлюстроўваюць самыя разнастайныя старонкі мінуўшчыны як беларусаў, так і суседніх народаў. У сувязі з гэтым архіў з'яўляецца месцам частага наведвання і правядзення даследаванняў як беларускіх, так і замежных навукоўцаў.

Ігнат Дамейка – асоба, добра вядомая не толькі ў Беларусі, але і далёка па-за яе межамі. Ён зрабіў свой унёсак у развіццё культуры і навукі Беларусі, Літвы, Польшчы, Францыі і, асабліва, Чылі. Менавіта ў гэтай лацінаамерыканскай краіне цалкам раскрыўся яго талент географа, геолага, этнографа і ў цэлым чалавека навукі. На сённяшні дзень гістарыяграфія прысвеченых апісанню яго жыцця і дзейнасці навуковых і публіцыстычных твораў налічвае сотні пазіцый, і цікавасць да яго не спадае. У сувязі з гэтым становіцца асабліва актуальнай падача да агульнага ведама дакументаў да яго біяграфіі, якія засталіся на яго радзіме. У Беларусі магчыма назваць два сховішчы, дзе захоўваюцца адпаведныя матэрыялы, – у Нацыянальных гістарычных архівах у гарадах Мінску і Гродне. Ніжэй будзе пададзены агляд дакументаў, якія знаходзяцца ў Нацыянальным гістарычным архіве Беларусі (далей – НГАБ) у г. Мінску.

Адразу варта сказаць, што комплекс вышэйзгаданых дакументаў, што захоўваеца ў НГАБ, не вылучаеца сваім багаццем. Тлумачыцца гэта дастаткова проста – Навагрудскі павет, дзе нарадзіўся Ігнат, да 1843 г. уключна ўваходзіў у склад не Мінскай, а Гродзенскай губерні, а паводле сістэмы камплектавання архіваў у Рэспубліцы Беларусь, матэрыялы, якія паходзяць з яе тэрыторыі, захоўваюцца ў НГАБ у г. Гродна. Аднак і ў НГАБ у Мінску налічваеца некалькі комплексаў альбо асобных дакументаў. Паводле часу свайго паходжання яны выразна падзяляюцца на два перыяды – дапаўстанцкі і пасляпаштансцкі.

Дакументы дапаўстанцкага перыяду адклаліся ў фондах Мінскага дваранскага дэпутацкага сходу (далей – ДДС) і Мінскай рымска-каталіцкай кансісторыі. У першую чаргу варта звярнуць увагу на матэрыялы Мінскага ДДС. Паводле расійскага заканадаўства, уся шляхта, якая жыла на захопленых тэрыторыях былой Рэчы Паспалітай, павінна была падаць у дзяржаўныя органы дакументы, якія б пацвярджалі яе прывілеяванае паходжанне. Адпаведна, з канца XVIII ст. у створаныя ў кожным губернскім цэнтры дваранскія дэпутацкія сходы пачалі падавацца адпаведныя доказы. Прадстаўнікі роду Дамейкаў пачатковая падалі свае дакументы ў Віленскі ДДС і ад яго атрымалі пацвярджэнне правоў расійскага дваранства пастановай ад 13 снежня 1798 г. Аднак у сувязі з тым, што

прадстаўнікі роду, у тым ліку бацька Ігната Іпаліт Казіміравіч са сваім братам Тадэвушам атрымалі пасады чыноўнікаў і набылі зямельныя ўладанні ў Мінскай губерні, яны ў 1824 г. падалі прашэнне ў Мінскі ДДС аб фіксацыі ранейшай пастановы ў яго дакументах, а таксама аб далучэнні да роду некаторых нованараджаных дзяцей, у тым ліку Ігната. Адпаведная пастанова была выдадзена Мінскім ДДС 28 сакавіка 1824 г. [5, арк. 103–107]. Менавіта ў ёй указаны, што Ігнат быў хрышчаны 30 ліпеня 1802 г. у Паланэчкаўскім касцёле Навагрудскага павета. Аднак да гэтых звестак неабходна ставіцца з пэўнай долій насыярогі. Згаданая дата выглядае сумнеўна, бо ў захаваных метрычных кнігах касцёла [9] за 1802 г. запіс аб адпаведным хрышчэнні адсутнічае. Таксама памылковай з'яўляецца дата хрышчэння яго брата Казіміра, якая маецца ў пастанове ад 1824 г., – 8 каstryчніка 1803 г., бо ў заходных метрычных кнігах запісана, што ён нарадзіўся 26 каstryчніка 1803 г. і быў хрышчаны на наступны дзень.

У заходных метрычных кнігах Паланэчкаўскага касцёла маюцца яшчэ два цікавыя запісы – аб нараджэнні сястры Ігната Антаніны-Казіміры 19 лютага 1807 г. (хрышчэнне – 24 лютага) і аб смерці яго бацькі 13 сакавіка 1809 г. [9, арк. 10, 76]. Цікавы факт, бацька быў паходжаны толькі праз 1,5 месяцы пасля смерці – 28 красавіка. Падобнае хоць і рэдка, але практиковалася сярод знаці Рэчы Паспалітай. Галоўная мэта такіх дзеянняў заключалася ў тым, каб даць магчымасць сваякам, якія жывуць далёка, прыбыць для развітання з нябожчыкам.

Наступны раз згадка пра Ігната ў матэрыялах Мінскага ДДС з'яўляецца ў 1834 г. Звязана гэта з тым, што пасля паўстання 1830–1831 гг. расійскі ўрад выдаў 19 каstryчніка 1831 г. указ, паводле якога ўся шляхта, якая пражывала ў беларуска-літоўскіх і ўкраінскіх губернях і не атрымала яшчэ пацвярджэння сваіх правоў указам Герольдый Сената, павінна была паўторна падаць у ДДС доказы на сваё шляхецкае паходжанне. Дамейкі выканалі гэта і былі паўторна прызнаны ў сваіх правах пастановай Мінскага ДДС ад 21 верасня 1834 г. [4, арк. 463–468]. Нягледзячы на свой удзел у паўстанні, Ігнат у ёй згадваецца, аднак у шэрагу шматлікіх іншых прадстаўнікоў роду, і ўвага на ім асобна не акцэнтуецца. Пры парадунні дзвюх пастановоў становіцца бачнымі пэўныя супяречнасці. Напрыклад, калі ў пастанове ад 1824 г. месцам хрышчэння Ігната называецца Паланэчкаўскі касцёл, то ў 1834 г. – Параф’янаўскі Вілейскага павета альбо Уздзенскі Мінскага павета. На жаль, самога дакумента аб нараджэнні (копіі метрычнага запісу) у фондзе Мінскага ДДС не захавалася, як і ўсёй справы аб дваранскім паходжанні роду Дамейкаў. Аднак пры праверцы метрычных кніг двух заходных касцёлаў за 1799–1802 гг. [7; 8; 10; 11] запісу аб хрышчэнні Ігната не выяўлена. Хаця факт таго, што сям’я пражывала пэўны час на тэрыторыі Уздзенскай парафіі пярэчанняў не выклікае, бо ва Уздзенскім касцёле былі хрышчаны сястра і брат Ігната – у 1798 г. Ганна-Алена-Праксэда і ў 1799 г. Адам-Ян-Ксаверы-Феліцыян [7, арк. 44, 46 адв.].

Наступныя з вядомых дакументаў да біяграфіі І. Дамейкі былі створаны пасля паўстання 1830–1831 гг. Ігнат узяў у ім удзел і пасля яго задушэння перайшоў спачатку ў Прусію, адкуль затым у 1832 г. прыбыў у Францыю. Дакументаў да яго біяграфіі перыяду менавіта паўстання ў НГАБ не маецца. Усе яны былі створаны праз пэўны час пасля паўстання. Храналагічна найбольш раннім з гэтай групы з'яўляецца алфавітны спіс асоб, наконт якіх вяла перапіску Мінская губернская следчая камісія па справах паўстання. Дакладней даты складання гэтага спісу не пазначана, аднак на падставе заходных дат магчыма сказаць, што ён быў складзены не раней за 1834 г. З яго магчыма даведацца, што следства наконт удзелу І. Дамейкі ў паўстанні вяла Гродзенская губернская следчая камісія, якая сваёй пастановай ад 19 каstryчніка 1832 г. аднесла яго да 2-га разраду палітычных злачынцаў, а яго маёmacць прызначыла да сектвестру. Мінская ж камісія ў сваю чаргу 11 лістапада 1832 г. перадала звесткі пра гэта ў Мінскую губернскую праўленне і Мінскую казённую палату для пошукаў маёmacці па губерні [6, арк. 122 адв.].

Наступны комплекс дакументаў, дзе згадваецца І. Дамейка, быў створаны ў другой палове 1830-х – пачатку 1850-х гг. У фондзе Мінскага губернскага праўлення была заведзена асобная справа аб спагнанні грашовага доўгу з маёнтка Сачыўкі Навагрудскага павета, які прыпадаў на І. Дамейку [3, арк. 163–322]. З гэтай справы магчыма даведацца, што частка маёнтка (ацэненая прыкладна ў 23 333 польскіх злотых 10 грошаў, што было роўна 12 600 рублём асігнацыямі ці 3600 рублём срэбрам) павінна была перайсці ўласна Ігнату ў

спадчыну ад маці Карапіны, якая ў сваю чаргу атрымала яго ад свайго брата Станіслава Анцуты паводле таставента апошняга ад 20 лістапада 1820 г. Пасля смерці Карапіны пачаўся доўгі працэс вызначэння дакладнага кошту маёmacі, якая павінна была перайсці Ігнату, складання яе волісаў, падачы сваякамі прашэнняў аб зняцці гэтага доўгу, перадачы маёнтка ў кіраванне Навагрудскай дваранскай апекі, уласна спагнанне і да т.п. Справа цягнулася вельмі доўга. На 1849 г. было спагнана толькі 1800 рублёў срэбрам, а канчатковыя выплаты былі зроблены толькі ў 1853 г.

Наступны комплекс складаецца з трох дакументаў і адлюстроўвае нерэалізаваны праект Дамейкі па праездзе на радзіму ў Беларусь у 1862 г. З яго становіцца вядома, што Дамейка, будучы ўжо вядомай асобай у Чылі, падаў праз прускага амбасадара прашэнне расійскім уладам аб дазволе прыбыць з сям'ёй на пэўны час у Расійскую імперыю. У выніку віленскі генерал-губернатар Уладзімір Назімаў 7 снежня 1862 г. паведаміў мінскаму губернатару пра тое, што адпаведны дазвол атрыманы ад Аляксандра II, і Дамейка можа прыбыць у Расійскую імперыю ў якасці іншаземца. Пасля прыбыцця за ім павінен быць усталяваны паліцыйскі нагляд [1, арк. 200–202]. Аднак рэалізацыі гэтага праекта перашкодзіла цяжарнасць жонкі Дамейкі Генрыеты.

Апошні вядомы дакумент да біяграфіі І. Дамейкі з фондаў НГАБ тычицца яго прыезду ў 1884 г. на радзіму за некалькі гадоў да смерці. У «Алфавіце асоб, якім выдадзены пашпарты» за 1884 г. маецца невялікая згадка пра тое, што І. Дамейка 29 кастрычніка 1884 г. атрымаў пашпарт на заходжанне ў Мінскай губерні [2, арк. 34].

Іншых дакументаў, якія б змяшчалі біяграфічныя звесткі пра Ігната Дамейку на сённяшні дзень у фондах НГАБ не выяўлены, аднак правядзенне маштабных мэтанакіраваных пошукаў можа даць станоўчыя вынікі і папоўніць вышэйпрыведзены пералік.

Такім чынам, у НГАБ захоўваецца некалькі комплексаў і асобных дакументаў, якія тычицца біяграфіі Ігната Дамейкі. У цэлым, яны не дазваляюць скласці хаця б больш-менш поўную карціну яго жыцця і дзейнасці. Іх інфармацыйны патэнцыял дастаткова невялікі. Хутчэй яны адлюстроўваюць толькі некаторыя фрагменты яго біяграфіі. Аднак іх каштоўнасць заключаецца ва ўнікальнасці, бо звесткі, змешчаныя ў некаторых з іх, не дублююцца ні ў якіх іншых крыніцах (напрыклад, канфіскацыя яго грошовых капіталаў). Безумоўна, у выпадку напісання ў будучыні паўнавартаснай манаграфічнай працы пра біяграфію нашага славутага земляка матэрыялы з НГАБ павінны быць выкарыстаны ў абавязковым парадку.

### Спіс крыніц і літаратуры

1. НГАБ. Ф. 295. Воп. 1. Спр. 1424. Рапарты павятовых спраўнікаў і ведамасці аб асобах, якія заходзіліся пад наглядам паліції. 18.08.1861–23.07.1862. 202 арк.
2. НГАБ. Ф. 295. Воп. 1. Спр. 3922. Алфавіт асоб, якім выдадзены пашпарты, за 1884 г. 121 арк.
3. НГАБ. Ф. 299. Воп. 2. Спр. 4037. Справа аб спагнанні нядоімак з канфіскаваных капіталаў маёнтка Дамашэвічы Навагрудскага павета памешчыка Корбута і маёнтка Сачыўкі памешчыка Вярбіцкага за ўдзельнікаў польскага паўстання 1831 г. Дамейку і Крыкоўскага. 04.06.1838–18.08.1853. 322 арк.
4. НГАБ. Ф. 319. Воп. 1. Спр. 201. Пратаколы пасяджэнняў дваранскага сходу за 1834 г. Т. 2. 734 арк.
5. НГАБ. Ф. 319. Воп. 1. Спр. 911. Пастановы дваранскага сходу аб дваранскім паходжанні розных асоб. 1824 г. Літары А – Ж. 412 арк.
6. НГАБ. Ф. 561. Воп. 1. Спр. 2. Алфавітны спіс асоб, што ўдзельнічалі ў польскім паўстанні 1831 г., пра якіх праводзілася перапіска ў следчай камісіі. Ч. 1. А–К. 1834 г. 162 арк.
7. НГАБ. Ф. 937. Воп. 4. Спр. 125. Копіі і выпісы метрычных кніг Уздзенскай парафіі аб народжаных, шлюбаваных і памерлых. 1780–1801 гг. 99 арк.
8. НГАБ. Ф. 937. Воп. 4. Спр. 126. Копіі і выпісы метрычных кніг Уздзенскай парафіі аб народжаных, шлюбаваных і памерлых. 1802–1827 гг. 267 арк.
9. НГАБ. Ф. 937. Воп. 4. Спр. 179. Метрычныя кнігі Паланечкаўскага касцёла аб народжаных, шлюбаваных і памерлых за 1802–1818 гг. 92 арк.
10. НГАБ. Ф. 937. Воп. 5. Спр. 49. Копіі метрычных кніг Параф’янаўскага касцёла аб народжаных, шлюбаваных і памерлых. 1800–1827 гг. 110 арк.
11. НГАБ. Ф. 1781. Воп. 2. Спр. 200. Метрычныя кнігі (выпісы з метрычных кніг) касцёлаў Дзісенскага, Завілейскага і Ігуменскага дэканатаў аб народжаных, шлюбаваных і памерлых за 1798–1799 гг. 874 арк.

# ХАВАЛЬНІЦА ПАМЯЦІ ІГНАЦЫ ДАМЕЙКІ: ЛЁС І ДАСЛЕДЧЫЦКАЯ ДЗЕЙНАСЦЬ ПАЗ ДАМЕЙКА

**В. М. Мятліцкая**

*Археаграфічна камісія Дэпартамента па архівах і справаводству Міністэрства РБ,  
г. Гомель, Беларусь, e-mail: lebedeva.gsu@gmail.by*

*Артыкул прысвечаны жыццю і даследчыцка-біяграфічнай дзеянасці Леа Паз Дамейкі – праўнучкі і аўтара кнігі пра Ігнацы Дамейку. Раскрываецца жыццёвы шлях Паз Дамека, паралелі лёсаў яе і продка, аналізуецца крініцазнаўчая аснова даследвання і аўтарскі вобраз вочонага і грамадскага дзеяча.*

**Ключавыя слова:** Дамейка; Чылі; Аўстралія; біяграфія; мемуары; лістуванне.

## THE MEMORY KEEPER OF IGNACY DOMEYKO: THE DESTINY AND RESEARCH ACTIVITY OF PAZ DAMEYKO

**V. Metlitskaya**

*The Archaeographical Department Commission on Archives and Records Management  
of Ministry of Justice of Belarus, Gomel, Belarus*

*The article is devoted to the life and activities of research Leo Paz Dameyko – granddaughter and author of the biography of Ignacy Domeyko. Revealed the life of Paz Dameyko, parallels of the fate of her ancestors, the sources of the book and the author's way of scientist and public figure are analyzed.*

**Keywords:** Domeyko; Chile; Australia; biography; memoirs; correspondence.

Лёсы нашых суайчыннікаў – захапляльная і бесконцая тэма, якая часта адкрывае чалавечыя «мікракосмы», вартыя як навуковага, так і літаратурна-мастацкага асэнсавання. Прыйкладам можа быць не толькі жыцця Ігнацы Дамейкі, але таксама біяграфія яго нашчадка і хавальніцы сямейнай памяці Леа Паз Дамейка Сатамаёр, якая сёння жыве ў Аўстраліі.

З герайній аўтару пашчасціла выпадкова пазнаёміца дзесяць гадоў таму. У размове з былым гамяльчанінам, а сёння – паспяховым аўстралійскім мастаком-рэстаўратаром Дэмітрыем Лімантавым пад час яго наведвання роднага горада было мімаходзь згадана імя яго добраў знаёмай у Сіднэі – Паз Дамейка. Прозвішча абудзіла зразумелыя асацыяцыі з чалавекам-легендай, імя і лёс якога вымушае да раздуму над проблемай ідэнтыфікацыі беларускай гістарычнай і культурнай спадчыны, яе трагічных страт і велічных набыткаў. Высветлілася, што асацыяцыі не выпадковыя – Паз сапраўды з'яўляецца праўнучкай І. Дамейкі, прымы не толькі нашчадкам, але і дбайнім біёграфам знакамітага продка, аўтаркай значнага дакументальна-публіцыстычнага даследвання аб ім. Адзіны экзэмпляр англамоўнага выдання «Жыццё ў выгнанні: Ігнацы Дамейка 1802–1889 гг.» пры той жа сустрэчы трапіў у рукі аўтара гэтых радкоў, а разам з ім – ідэя зрабіць кнігу даступнай беларускаму чытачу.

З гэтай нагоды ўзнікла завочнае знаёмства, якое хутка набыло самастойную паўнавартасную каштоўнасць. Лістуванне адкрыла ў аўтары кнігі неардынарную асабу з драматычным, але поўным сэнсу і здзяйсненняў лёсам. Эпістальярныя матэрыялы, а таксама аўтабіяграфія, спецыяльна напісанная Паз Дамейка па просьбе аўтара артыкула, ляглі ў аснову дадзенай публікацыі.

Знаёмства з фактамі жыцця Паз паказалі, што сваёй біяграфіяй яна ў пэўным сэнсе паўтарыла мадэлістыку жыцця прадзеда, хаця і ў іншых гістарычных абставінах. Як у свой час Ігнацы, так і Паз была вымушана абавірацца толькі на самастойныя намаганні ў дасягненні адукцыі і кар'еры, у самасцвярджэнні і сямейных выпрабаваннях (нават выхаванне дзяцей яна, як і прадзед, дзяйсняла ў адзіноце). Як і продак, яна перажыла выгнанне з радзімы і была вымушана самарэалізацца ў іншароднай культуры. Зведаўшы шмат краін, як і прадзед, Паз здолела спалучыць самаадчuvанне грамадзянкі свету з

глыбінным унутраным патрыятызмам і пашанай да радаводных каранёў. «Я люблю Чылі, як Ігнацы палымяна любіў сваю радзіму да канца жыцця, ... праца над яго біяграфіяй прымусіла мяне нарадзіцца ў новай ідэнтычнасці, у тым ліку зацікавіцца яго сапраўднай радзімай» – напісала яна ў адным з лістоў. Ужо ў сталым узросце, маючи афіцыйнае прозвішча Альфонса, Паз нефармальна вярнула себе радавое імя, якім выключна карыстаецца ў сяброўскіх і творчых контактах. Яна беражліва захоўвае сямейную рэліквію – абраз, прывезены Дамейкам з апошняга наведвання радзімы ў 1884 г. Уласная біяграфія праўнучкі I. Дамейкі складвалася даволі драматычна, але ў ім яскрава прайвіся «дамейкаўскі ген» прагі да творчасці і стваральнасці. Дзеля аднаўлення біяграфіі прадзеда яна пайшла на сапраўднае самаахвяраванне – траціла на вышукі усе матэрыяльныя рэсурсы і гады жыцця, якія лічыла апошнімі і няпэўнымі.

Леа Пас Дамейка Сатамаёр з'яўляецца праўнучкай Ігнацы Дамейкі па яго сыну Казіміры. Як вядома, з сямі дзяцей Ігнацы толькі Казімір даў працяг роду. Эрнан, абраў святарскае служжэнне, а а іншыя сыны і дачка Аніта, якая выйшла замуж за кузэна Лявона Дамейку і вярнулася ў Беларусь, дзяцей не пакінула.

Паз нарадзілася ў ліпені 1937 г. у невялічкім курортным гарадку Барылочэ, у Паўднёвой Аргенціне, куды яе бацька, унук I. Дамейкі Хуан, быў прызначаны чылійскім дыпламатычным прадстаўніком. Надалей дзяцінства праходзіла ў розных гарадах розных краін службы бацькі – у Бразіліі, Аргенціне, ЗША. Па прызнанні Паз, у дзяцінстве яна не адчувала нейкага наўмыснага патрыятычнага выхавання, а з-за частых пераездаў не паспівала набыць нават сяброў, а не то што пачуццё радзімы. У такіх умовах ёй было складана атрымаць нармальную сярэднюю адукацыю, а заканчваць школу прышлося ў англамоўнай Аўстраліі.

Не проста складвалася і сямейная сітуацыя. Калі бацьку прызначылі ў Нью-Ёрк, маці «размеркавала» чацвярых дзяцей паміж роднымі і паехала следам. Пэўны час браты і сёстры Паз жылі ў растанні не толькі з бацькамі, але і адзін з адным. Паз знаходзіла выйсце з самоты ў тым, што «пахавала сябе ў кнігах». Ёй, аднак, пашанцавала блізка контактаваць з сястрой бацькі, ўнучкай Ігнацы Дамейкі, Анітай, якая зрабіла на дзяўчыну вялікі ўплыв. Лёс Аніты Дамейка можа скласць сюжэт асобнай кнігі. Яна мела музычную адукацыю і з'яўлялася вядомай канцэрціруючай піяністкай, брала ўдзел у многіх чылійскіх музычных падзеях. Аніта самастойна вывучыла некалькі моў, а ва ўзросце за 80 год здабыла філософскую ступень, яе дом заўсёды быў запоўнены мастакамі, драматургамі, музыкантамі, палітычнымі і грамадскімі дзеячамі, а таксама сотнямі сяброў і прыхільнікаў. Амаль да апошніх год жыцця (памерла ва ўзросце 105 год) Аніта адпраўлялася на поўнач Чылі для ўдзелу ў археалагічных раскопках.

У 1953 г. Хуан Дамейка атрымаў адказнае заданне наладзіць дыпламатычныя адносіны Чылі з Аўстраліяй, куды пераехала ўся сям'я. Тут, нягледзячы на шматлікія папярэднія змены месцаў і сістэм навучання, Паз закончыла школу з выдатнымі паказчыкамі – першай у сваім класе і ў сотні лепшых выпускнікоў краіны. Яна прагла далейшай адукацыі, але бацька, які не быў свабодны ад традыцыйных падыходаў, не дазволіў паступіць ва ўніверсітэт, бо не лічыў жаночую вышэйшую адукацыю сацыяльна запатрабаванай і неабходнай для сямейнага дабрабыту. Дзяўчыне прышлося задаволіцца спецыяльнасцю сакратара і стэнаграфісткі. У 1956 г. Паз адна вярнулася з Аўстраліі ў Чылі, каб пачаць самастойнае жыццё. Неўзабаве бацькі пазбавілі яе ўсялякай матэрыяльнай падтрымкі і дзяўчына мусіла навучыцца зарабляць столькі, каб утрымліваць і сябе, і сваю старэнькую бабулю, у якой яна пасялілася. Дапамагала добрае веданне англійскай мовы – з'явіліся прыватныя ўрокі і перакладчыцкая праца.

У 19 год Паз сустрэла каханне – студэнта-юрыста і сына аднаго з бліжэйшых сяброў бацькі. У 1959 г. адбыўся шлюб і маладая сям'я пасялілася ў правніцкім Чыльяне, дзе муж Паз набыў адвакацкую практыку. Неўзабаве ў сям'і нарадзілася пяцёра дачок.

Сямейныя клопаты не перашкодзілі Паз актыўна працаваць. Веданне англійскай мовы дазволіла знайсці добрую працу – узначаліць Амерыканскі культурны цэнтр у Чыльяне.

Намаганнямі Паз праз пэўны час цэнтр пераўтварыўся ў шматгаліновую ўстанову, дзе ўсе жадаючыя вывучалі англійскую мову, знёмеліся з амерыканскім і сусветным кіно і культурнымі навінамі. Дзейнасць Паз і яе асона набылі грамадскае прызнанне.

Аднак спакой і дабрабыт неўзабаве скончыліся. У 1970 г. да ўлады ў Чылі прыйшлі пракамуністычныя сілы на чале з С. Альендэ. Дзейнасць Культурнага цэнтра хутка была забаронена, пачаліся пераследы «праамерыканскіх элементаў», у катэгорыю якіх трапіла і Паз. Праз год яна, як і яе далёкі продак Ігнацы, была вымушана эмігрыраваць разам са шматлікімі прадстаўнікамі чылійскай эліты і інтэлігенцыі. На прапанову аўстралійскага ўраду, які прызнаваў заслугі яе бацькі, разам з мужам і дочкамі (старэйшай было 9 год, а малодшай 3) Паз апынулася на «Зялёным кантыненце».

Тут пачаўся перыяд новых выпрабаванняў. Муж не ведаў англійскай мовы, а яго чылійскі дыплом юриста згубіў сэнс. Утрыманне вялікай сям'і стала клопатам Паз. Праз некалькі год муж наогул пакінуў сям'ю і разарваў сувязі з дзецьмі, выпраўленне якіх у жыщцё цалкам легла на плечы жанчыны. Яна годна справілася з задачай, для чаго шмат працаўала, мяняючы професіі і ўстановы: была выкладчыкам, агентам турыстычных фірм і міжнародных авіякампаній. Напружаны рытм не абыйшоўся без цяжкіх наступстваў. Напярэдадні выходу на пенсію прышлося перамагаць анкалозію, перажыць сур'ёзную аперацыю і доўгую рэабілітацыю.

Такой біяграфіі было б дастаткова, каб лічыць, што жаночае жыщцё здзейнілася. Але, акрыяўшы, Паз знайшла ў сабе сілы пачаць яго новы адлік. Сэнсам існавання стала даследванне жыщцёвага шляху славутага прадзеда – Ігнацы Дамейкі, пра якога яна чула захопленыя распovяды з дзяцінства. Біяграфія продка захапіла настолькі, што Паз пайшла на самаахвярны крок: прадала самае каштоўнае, што набыла за жыщцё – сваю любімую кватэрну ў Сіднэі, каб мець сродкі для збору матэрыялаў у Чылі, Францыі, Літве і Беларусі – краінах, дзе жыў І. Дамейка. Некалькі год яна апрацоўвала матэрыялы на польскай, іспанскай, французскай, рускай і беларускай мовах, вяла кансультатыўныя з професійнымі навукоўцамі і перакладчыкамі. Па словах Паз, даследванне дало ёй найболыш шчаслівя гады яе жыцця, якія працягваюцца і сёння.

Вынікам вышукаў стала кніга на іспанскай мове, якая выйшла ў 2001 г., якраз напярэдадні 200-гадовага юбілею І. Дамейкі. Даволі аб'ёмнае выданне раскрывае жыщцё вучонага ад маладосці да апошніх дзён. Для рэканструкцыі біяграфіі продка Паз скарысталася не толькі вядомая і выдадзеная ў Польшчы, Чылі, а часткові і ў Беларусі дзённікавыя запісы Ігнацы «Мае падарожжы» [1–3], а таксама ліставанне вучонага з бліzkім яму людзьмі – Адамам і Уладзіславам Міцкевічамі, стрычаным братам Уладзіславам Лясковічам, з уласнымі жонкай і дзецьмі. Былі выкарыстаны таксама афіцыйныя дакументы, чылійскія мемуарныя матэрыялы і прэса. Кніга мае спасылкі больш чым на тры дзесяткі крыніц. Найбольш каштоўнымі з іх сталі дакументы і фотаматэрыялы з сямейнага архіва Дамейкаў, якія раскіданы сёння па розных краінах.

Аўтар адзначае, што імкнулася паказаць свайго продка не як навукоўца ці грамадскага дзяча, а, найперш, як чалавека і сем'яніна. Вырашэнню такой задачы спрылі абаняныя крыніцы, асноўны масіў якіх меў асабісты характар – дзённікі і ліставанне І. Дамейкі з бліzkімі. Аўтарка паспрабавала пранікнуць ва ўнутраны свет свайго продка, раскрыць матывы яго ўчынкаў, перажыўанні і рэфлексіі, што ў значайнай меры ўдалося. Старонкі кнігі, прысвечаныя стасункам з сябрамі, роднымі і дзецьмі, жонкай Энрыкетай напісаны кранальна і не пакідаюць чытача абыякавым. Пры гэтым біяграфія І. Дамейкі раскрываецца на шырокім фоне гістарычных падзеяў, сучаснікам альбо ўдзельнікам якіх ён з'яўляўся. Гэта і рух філаматаў-філарэтаў, і паўстанне 1830–1831 гг., і жыщцё польска-ліцвінскай эміграцыі ў Францыі, станаўленне лацінаамерыканскай дзяржавы-насці, эканомікі, навукі і адукцыі. Патрыёт сваёй радзімы і змагар за лепшую долю ўласнага народу, І. Дамейка прыклаў сілы да развіцця краіны, якая яго прытуліла. Яму былі неабыкавыя прыроды і багацце вельмі далёкага кантынента, дабрабыт яго народаў, іх барацьбы за свабоду, лёс карэнных насельнікаў, сацыяльныя працэсы і грамадская мараль новай радзімы. Са старонак кнігі

I. Дамейка паўстае не толькі як даследчык і асветнік, але таксама як гуманіст, для якога грамадскае дабро заўсёды пераважала асабістая інтэрэсы. Паз адзначае, што, дзякуючы сваім адкрыццям карысных выкапняў у Чылі I. Дамейка дапамог абагаціцца сотням людзей і сам пры гэтым застаўся сціплым чалавекам, адданым хрысціянскім каштоўнасцям.

Уражвае таксама атачэнне, якое яскрава пазначае маштаб яго ўласнай фігуры. Лёс блізка звёў I. Дамейку з асобамі сусветнай вядомасці – палітыкамі, як, напрыклад, Адам Чартарыйскі і маркіз де Лафает, презідэнтамі і прадпрымальніцкай элітай Чылі, з геніямі мастацтва – Адамам Міцкевічам, Фрэдэрыкам Шапэнам, з вучонымі, як Гей-Люсак і Луі Паэтэр і многія іншыя.

Прэзентацыя выдання адбылася ў 2002 г. пачаргова ў Канберы, Санцьяга, і, нарэшце, ў Парыжскай рэзідэнцыі ЮНЭСКА пад час вялікай выставы, прысвечанай юбілею I. Дамейкі. У той жа год аўтарка прыняла таксама ўдзел у юбілейнай канферэнцыі, наладжанай Вільнюскім універсітэтам, і разам з яе ўдзельнікамі наведала Беларусь. У 2005 г. на ўласныя сродкі Паз пераклала і выдала англамоўную версію кнігі.

Наогул, Паз лічыць, што продак дапамог её зведаць і перацаніць многія гістарычныя і сучасныя рэаліі. Сярод іх – і адкрыццё Беларусі. Яна без сумніву і з радасцю ўспрыняла ідэю перакладу і выдання кнігі для беларускага чытача. Твор Паз Дамейкі здольны стаць адным з нямногіх пакуль у Беларусі прыкладаў папулярна-дакументальнай біяграфістыкі, які прывабіць і прафесійнага і шырокага чытача.

### Спіс літаратуры

1. Ignacio Domeyko, *Mis viajes Mis Viajes – Memorias de un Exiliado*, Vol. 1–2. – Ediciones de la Universidad de Chile, 1977.
2. Ignacy Domeyko. *Moje podróże: pamiętniki wygnanca*. – T. 1–2. – Kraków : Uniwersytet Jagielloński, 1962.
3. Ігнат Дамейка. *Мае падарожжы*. – Мінск : Беларускі кнігазбор, 2002.

# ДОМЕЙКИ В ЛИДСКОМ УЕЗДЕ

**В.В. Сливкин**

*Лидский историко-художественный музей,  
г. Лида, Беларусь, e-mail: slivkin45@mail.ru*

*В статье, на основании архивных данных, приводятся сведения о жизни и ведении хозяйства родственников Игната Домейко в Лидском уезде.*

**Ключевые слова:** родственники Игната Домейко; Лидский уезд; жизнь; хозяйствование.

## THE DOMEYKOS IN LIDA DISTRICT

**V.V. Slivkin**

*Lida Historical and Arts Museum, Lida, Belarus*

*The paper contains information about the life and management of Ignacy Domeyko's relatives in the Lida district according to archive data.*

**Keywords:** *Ignacy Domeyko's relatives; Lida district; life; management.*

Непосредственное отношение к Лидскому уезду имел целый ряд родственников Игната Ипполитовича Домейко.

Игнатий Казимирович Домейко в 1819–1844 гг. владел имением Заполье, его младший брат Иосиф Казимирович – соседним имением Сукурчи (1823–1838). Один из их племянников Игнатий Ипполитович в 1827–1831 гг. отбывал в Заполье ссылку, второй – Казимир Ипполитович – в 1838 г. по духовному завещанию Игната Казимировича был назначен вотчеником этого имения. Мария Иосифовна Домейко (в замужестве Пилецкая) (1805–1883) по духовному завещанию своего отца Иосифа Казимировича в 1838 г. унаследовала имение Сукурчи и прожила в нем 45 лет до своей смерти.

Игнатий Казимирович Домейко (1767–1844) был адвокатом Трибунала ВКЛ, регентом асессорского суда (1794), секретарем Иоахима Храптовича, долгое время жил в Слонимском уезде, где был предводителем дворянства (1817), межевым судьей (1819), владельцем имения Жибуртовщина. После смерти старшего брата Ипполита (отца нашего знаменитого земляка), оставившего вдову и пятерых детей, Игнатий Казимирович стал опекуном его семьи и постоянно ее поддерживал. «Милосердие, человечность, отзывчивость, дружеское и общественное целомудрие никем так выразительно не проявлялись».

Младший брат Игната Иосиф Казимирович Домейко (ок. 1771–1843) – выпускник Главной Литовской школы, стипендиант Образовательной комиссии, студент Королевской Горной Академии Фрайберга (1792) – служил в Петербурге. В 1821 г. вышел в отставку, приобрел имение Озераны в Новогрудском уезде, около 1823 г. купил у Войтеха Нарбута имение Сукурчи Лидского уезда.

Оба брата Игната и Иосифа родились в многодетной семье комиссара судебного старости Минского воеводства Казимира-Адама-Яна-Онуфрия-Ксаверия Домейко (1725–1780) и Богумилы Одаховской (1743–17.09.1775), по матери из лидских Свенторжецких. В семье было девять малолетних детей, когда родители умерли. С помощью родственников Свенторжецких и Быковских дети Казимира и Богумилы достигли совершеннолетия, получили образование и должности, обзавелись земельной недвижимостью.

Племянник Игната и Иосифа Игнатий Ипполитович Домейко (1802–1889) родился в семье Ипполита Казимировича Домейко и Каролины из рода Анцуга. Закончил Щучинское уездное училище (1816), факультет физических и математических наук Виленского Университета (1820), защитил 25 июня 1822 г. диссертацию и получил степень магистра философии. Во время учебы вступил в тайные общества филоматов и филаретов. В середине ноября 1823 г. был арестован, отсидел 2,5 месяца в кельях базилианского монастыря. В начале фев-

рала 1824 г. был освобожден на поруки. Дядьки Игнатий и Иосиф Казимировичи приняли самое активное участие в его освобождении. Дальнейшая его судьба общеизвестна – он знаменитый геолог и Почетный гражданин Чили.

Младший брат Игнатия Казимир Ипполитович Домейко (1803–1875) окончил Щучинское уездное училище, поступил на военную службу, участвовал в усмирении ноябрьского восстания 1830–1831 гг. За храбрость, проявленную в бою при Рационже (Рачёнже) в составе Гродненского гусарского полка, был награжден орденом Св. Анны 4 степени. Отставной гвардии поручик российских войск, помещик, унаследовал Жибуртовщину. Его сын Леон женился на дочери Игнатия Ипполитовича Аните.

Первым на лидскую землю въехал Игнатий Казимирович Домейко. 19 марта 1819 г. он купил у помещика Иосифа Данейки за 100 тысяч польских золотых две деревни – Заполье и Обрембы. Купленные земли не вполне устраивали Игнатия Домейко. В 1819–1822 гг. он провел четыре земельных операции. 19 сентября 1819 г. приобрел у владельцев имения Остров Северина и Софии Михаловских 3 морга 23 прута (2,15 га) земли из д. Янцевичи. 3 ноября 1819 г. обменял с помещиком Рафалом Довгялло урочище Бенковщизну и участок земли площадью 1 морг 184 прута на пять крестьянских шнуротов в д. Янцевичи площадью 1 морг 259 прутов (1,3 га). 12 сентября 1821 г. обменялся с владельцем имения Сукурчи Войтехом Нарбутом участками земли, уступив из имения Заполье 113 моргов 212 прутов (81 га) в обмен на 108 моргов 294 прута (78 га) из имения Сукурчи. 10 апреля 1822 г. поменял участок борового леса площадью 7 моргов 87 прутов (5,2 га) на участок земли и низину поросшую кустарником в урочище Павелки площадью 6 моргов 6 прутов и участок пустоши площадью 3 морга 13 прутов (в сумме 6,5 га), принадлежавших Северину Михаловскому. Игнатий Казимирович этими сделками упорядочил границы купленной им земли: «поделал некоторые в землях и зарослях замены и прикупки от смежных владельцев земель и зарослей с освобождением всего имения по окончательным решениям от притязаний крестьян Лидского старства» [2, с. 24]. Спустя два десятилетия (21 сентября 1839 г.) решением Гродненского Публичного межевого апелляционного суда имение Заполье было навсегда освобождено от межевого спора с утверждением его древних границ.

Поблизости от деревни Заполье Игнатий Казимирович Домейко возвел усадьбу Заполье. «Строения сего имения суть следующие.

1. Жилой дом деревянный построенный господином Домейкою, на каменном основании, крытый черепицей, внутри стены и потолок оштукатурены с 5 комнатами, 2 кладовыми, каменным погребом, прихожею и чердаком.

2. Фольварочный дом деревянный, также построенный помещиком Домейкою, на каменном основании, с комнатою для эконома, людскою, поварнею, кладовой и сенью, также с пристроенным хлевом крытым соломою.

3. Деревянный погреб, крытый соломою.

4. Строение для варива новое деревянное на каменном основании, крытое соломой и печкой.

5. Магазин деревянный на фундаменте, с каменными столбами, крытый соломою, построенный помещиком Домейкою.

6. Житница деревянная с каменными столбами, крытая соломою, построенная помещиком Домейкою.

7. Клуня деревянная с каменными столбами крытая соломою, построенная им же Домейкою.

8. Скотский сарай деревянный на фундаменте, с каменными столбами, построенный квадратом, а в оном конюшня, крытая соломой, оба эти строения сделаны Домейкою.

9. Сенница построеннная на лугу, соломою крыта.

10. Сушня новая деревянная, крытая соломой.

11. Сельский магазин новый деревянный, соломою крытый, на каменном основании покойным Домейкою построенный» [1, с. 2].

Из Жибуртовщины Игнатий Казимирович перевез в Заполье «для укрепления несемейственных дворов навсегда» семью крестьян, которых женил на запольских крестьянках. И временно перевел в Заполье двух крестьян «находящихся в услугах дворных».

«Для убольшения выгод своих крестьян, помещик Игнатий Домейко в Заполье завел и сим порядком прибавил им лугов, расширил им некоторые их..., снабдил рабочим скотом, вознес строения, а также привел в порядок общие всех крестьян повинности...» [2, с. 24].

В 1827–1831 гг. имением Заполье управлял Игнатий Ипполитович Домейко: продавал зерно, прививал садовые деревья и что-то собирался строить. В свободное время перевел с ксендзом Д. Холевинским «Коран» с французского на польский; переводил с английского отрывки из поэм Оссиана, писал небольшие заметки для «Виленского календаря»; продавал «Сонеты» А. Мицкевича, выписывал зарубежную литературу, читал, писал письма, ездил с визитами в гости. Но, в целом, тосковал и мечтал выбраться из сельских забот. Из писем друзьям: «Что касается моего хозяйства, то я уже более опытный в экономических приказах и распоряжениях, некоторые даже считают меня неплохим хозяином. В сущности это начинает меня все больше затруднять. Имею достаточно хороший урожай, а именно озимого зерна, в то время как яровые сплоховали, по причине необычайной в это лето и весну жары, каковой не помню...» (2.12.1827); «Садик мой этой весной увеличился на несколько прищепов, с прошлогоднего очкования едва несколько очек прижилось, деревья хорошо цвели, но апельский заморозок лишил нас завязи» (20.11.1828); «лечу больных крестьян, и в том был не раз цирульниками обманут и ограблен; с дрожью, с боязнью посылаю пиявки, наношу визиты, а горячка не знает жалости и страшно в тех краях прогрессирует. Лечу также больной скот, и с этим у меня не получается» (12.06.1829);

«до сих пор ни мой запольский домик, ни почтенное в нем спокойствие, ни вся деревенская природа увлечь не смогли и всегда сквозь прутья моей клетки о какой то свободе не перестаю тосковать» (23.08.1830); «жалко было мне моих лет, проведенных в Заполье» (31.10.1830).

Младший брат Игнатия Казимировича Иосиф Казимирович Домейко приобрел соседнее имение Сукурчи Лидского уезда с четырьмя деревнями: Сукурчи, Козичи, Хрули и Ропейки. Деревню Сукурчи он переименовал в д. Домейки (рисунок 1, таблица).

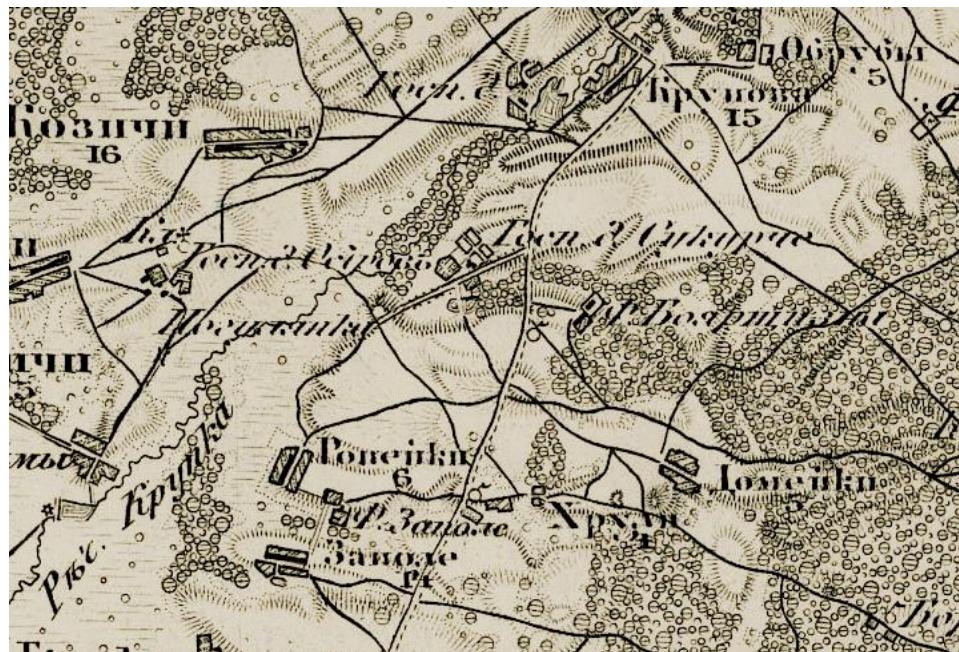


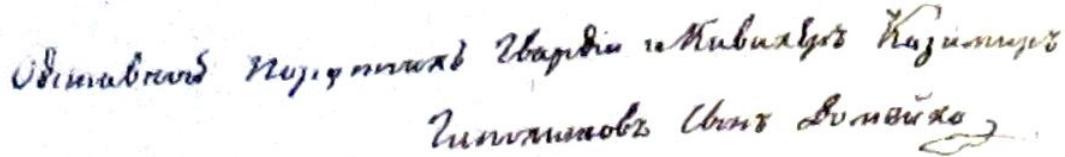
Рисунок 1. Фрагмент карты 1865 г. с владениями помещиков Домейко

**Сравнительная характеристика имений Заполье и Сукурчи [2; 3]**

Владения помещиков Домейко	Имение Заполье	Имение Сукурчи
Поселения, входившие в состав имений	Фольварк Заполье, д. Заполье, Обрембы (Обрубы)	Фольварк Сукурчи, д. Домейки, Хрули, Ропейки, Козичи
Площадь имения (в гектарах)	930	1097,5
Дворовая земля	631	670,5
В том числе: пахотная сенокосная пастбища	179 83 116	191,4 116 97
под строениями и огородами	3	3,9
Под лесом и зарослями	234	260,8
Неудобья	16	1,4
Владения помещиков Домейко	Имение Заполье	Имение Сукурчи
Надельная крестьянская земля	299	427
В том числе: пахотная сенокосная	234 52	256,3 152,1
под усадьбами и огородами	13	18,6
Торговые точки	2 корчмы и шинок	Корчма Погулянка
Доход от продажи спиртного	75–90 рублей или 260 золотых, продажа 1180 литров вина	75 рублей, продажа 1680 литров вина
Число тягловых крестьянских дворов	18	26
Численность крестьян	101	217
Рабочие души	34 муж. и 38 жен.	62 муж. 55 жен.
Упряжный пригон	3 дня в неделю = 156 в год	3 дня в неделю = 156 в год
Пеший пригон	3 дня в неделю = 156 в год	3 дня в неделю = 156 в год
Годовая дань, дань	2 курицы, 2 копы грибов и 10 яиц со двора	8400 л ржи, 8400 л овса, 90 куриц, 50 яиц от крестьян д. Козичи
Чинш	Отсутствует	13 рублей 80 коп серебром от крестьян д. Козичи
Плодородие	4–5 зерен до 6	5–6 зерен
Выращиваемые культуры	Пшеница, рожь, ячмень, овес, гречиха, горох, картофель, бобы	Пшеница, рожь, ячмень, овес, гречиха, горох, картофель
Поголовье, принадлежавшее помещику	Лошадей 12, рогатого скота 21, овец 46	Рогатого скота 20, овец 120
Поголовье, принадлежавшее крестьянам	Лошадей 18, волов 36, коров 21, мрс 21, овец 127, свиней 82, ульев 19	Лошадей 29, волов 54, коров 38, мрс 60, овец 57, свиней 35, птицы 25, ульев 33.

По мнению Виленского губернского комитета, подтвержденного подписью делопроизводителя Матвея Ямента, «состояние имения Заполье посредственное. Содержание крестьянских хозяйств зависит только от запашки. Почва земли и качество лугов посредственные. Урожай хлебов 5 зерен без отчисления семян. За крестьянский участок можно иметь дохода 40 руб в год серебром» [1, с . 9–10].

27 июня 1838 г. Иосиф Домейко в возрасте 66 лет подписал духовное завещание в пользу своей дочери Марии Иосифовны Пилецкой. Игнатий Казимирович 4 июля 1838 г. последовал его примеру и в Гродненской гражданской палате составил духовное завещание, по которому завещал имение Заполье «в дожизненное владение помещицы Квятковской, с тем, что после смерти её, будет принадлежать к вотчинничеству наследника помещика Казимира Домейки». Завещание было подтверждено 17 января 1841 г. Отставной поручик Гвардии и Кавалер Казимир Гиполитов сын Домейко согласился (рисунок 2).



Однавацік Пілешкік Гарді Казимір  
Іпполітовъ Сынъ Домейко

Рисунок 2. Подпись Казимира Ипполитовича Домейко в инвентаре

В 1844 г. имение Заполье перешло в «дожизненное владение» помещицы Юзефы Антоновны Квятковской (1797 или 1791 г. р.) из рода Круковских – вдовы Андрея Квятковского. В марте 1846 г. Юзефа Квятковская отдала имение в одногодичное арендное содержание помещикам Гродненского уезда Осипу и Софии Браунам за 800 рублей серебром. В 1857 г. по дарственному документу от матери Юзефы имение перешло в собственность отставного штаб-ротмистра Антона Андреевича Квятковского (1821–8.10.1885).

Имение Сукурчи со смертью Марии Иосифовны перешло ее сыну Юзефу Пилецкому (1827–1905), затем в наследство вступили сыновья Юзефа – Ян, Людвиг и Юлиан. В 1926–1939 гг. владельцем фольварка Сукурчи был Витольд Пилецкий (1901–1948), правнук Марии Иосифовны. Национальный герой Чили Игнатий Домейко и легендарный герой Польского Сопротивления ротмистр Витольд Пилецкий – родственники. Их общий прародитель – Казимир-Адам Домейко.

#### Список литературы

1. ЛГИА. Ф. 394. Оп. 8 Д.1828. Дело по инвентарю имения Заполье Казимира Домейки Лидского уезда.
2. ЛГИА Ф. 394. Оп. 4. д. 96. Статистические сведения о имении Заполье.
3. ЛГИА. Ф. 394. Оп. 4. д. 97. Статистические сведения о имении Сукурчи Марии Пилецкой Лидского уезда.

# **ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКАЯ (РУССКАЯ) РАВНИНА КАК ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНЦА XIX – НАЧАЛА XX ВЕКОВ**

**В.А. Снытко, О.А. Борсук**

*Институт истории естествознания и техники имени С.И. Вавилова РАН,  
Московский Государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
Москва, Россия*

*Углубленное изучение рельефа и ландшафтов Русской (Восточно-Европейской) равнины стало возможным с появлением хорошей картографической основы и геолого-геоморфологических изысканий. Анализируются история районирования Европейской части России с географических и структурно-геологических позиций.*

**Ключевые слова:** Русская (Восточно-Европейская) равнина; С.Н. Никитин; А.А. Тилло; Т.А. Солнцев; Б.Ф. Добрынин; А.И. Спиридовон.

## **EASTERN EUROPEAN (RUSSIAN) PLAIN AS THE OBJECT OF RESEARCH IN THE LATE 19th–EARLY 20th CENTURIES**

**V.A. Snytko, O.A. Borsuk**

*Institute for the history of Science and Technology named after S.I. Vavilov, RAS,  
Moscow State University named after M.I. Lomonosov, Moscow, Russia*

*The in-depth study of the terrain and landscapes of Russian (Eastern European) plains became possible with the advent of good cartographic bases and geological-geomorphological research. The history of zoning in the European part of Russia with geographical and structural-geological position is examined.*

**Keywords:** Russian (Eastern European) plains; S.N. Nikitin; A.A. Tillo; N.A. Solncev; B.F. Dobrynin; A.I. Spiridonov.

Научное изучение Восточно-Европейской (Русской) равнины было начато в петровскую эпоху. Первые инструментальные топографические съемки, в том числе специализированные по речным руслам (р. Дон), запросы в администрацию о ресурсном потенциале тех или иных местностей России дали сведения о физико-географическом положении и особенностях территорий. Они были весьма разрознены и скучны. Открытие в 1724 году Петербургской академии наук резко увеличило сбор фактического материала по географии, геологии, биологии. Разрабатывались специальные анкеты для получения физико-географических и экономико-географических данных для составления «Атласа Российского». Для этих целей предусматривалась организация специальных географических экспедиций. К началу XIX века в России был осуществлен прорыв в познании безграничных просторов страны, был написан целый ряд естественно-исторических сочинений мирового значения.

Установленные при экспедиционных исследованиях различия территории России дали возможность подразделять ее на отдельные однородные по природным условиям районы. Достаточно подробно история физико-географического районирования Европейской части СССР изложена в работе Н.А. Солнцева [11], а геоморфологического – в монографии М.В. Карапеевой «Геоморфология Европейской части СССР» [5]. XVIII век оставил нам первую несовершенную схему районирования, соединяющую административно-хозяйственную систему с природной – сочинение Х. Чеботарева [14].

Последующие опыты районирования Европейской России опирались либо на географические, точнее, ботанико-географические особенности регионов, либо на геолого-геоморфологические. С.Н. Никитин [8] опубликовал свою схему после того, как им на карту была нанесена граница распространения четвертичного материкового оледенения. Заметим, что название «Восточно-Европейской» равнины становится синонимом «Русской» равнины. Очевидна связь геологического названия «Русская платформа» с наименованием расположенной на ней равнинной территории – «Русская равнина».

Выделение районов получило четкую картографическую привязку с появлением гипсометрической карты Европейской России. Она была издана А.А. Тилло – геодезистом, географом и картографом – в 1889 году. Масштаб карты – 60 верст в одном дюйме, т. е. 1: 2 520 000. Карта дала возможность увидеть реальный рельеф Русской равнины [13].

Конец XIX [4] – первая половина XX веков дали огромный фактический материал по геологии и другим природным ресурсам Европейской части России.

Обратимся к работе В.П. Семенова-Тян-Шанского [9]. Выделение типов местности проведено по преобладанию того или иного геологического явления в четвертичное время, которые и определили окончательный вид современного рельефа. При этом теряется история формирования рельефа, степень унаследованности от прошлых эпох, сохранность реликтов – древних выровненных поверхностей и других форм.

Остановимся на работах В.Д. Ласкарева [6] и Д.Н. Соболева [10]. Обе работы отличаются большим вниманием к приледниковым областям. Авторы уделяют особое внимание эоловым формам рельефа. Выделяемый Д.Н. Соболевым пояс занов и эолового сноса вызывает сомнения, так как зановы не создают сплошного пояса (Полесье, Мещера, Ветлужский край). М.В. Карапеева [5] считает неудачным название «пояс эолового отложения».

Увлечение авторами районирования главным образом четвертичными отложениями и воздействием на рельеф экзогенных факторов, в основном ныне моделирующих рельеф, заставляет напомнить об оценке степени унаследованности рельефа от предшествующих эпох его формирования и развития. Известная фраза А.А. Борзова [1] о «припуренности доледникового рельефа» ледниками и водно-ледниками осадками обращает внимание исследователей на геолого-геоморфологические факторы.

Так, Б.Ф. Добрынин [3] в распределении и характере крупных черт рельефа Восточно-Европейской равнины основное значение придает тектоническому, а точнее – литолого-тектоническому фактору. Уже на фоне этого тектонического (структурного) рельефа и в тесной зависимости от него аккумулированы и скульптированы ледниковые, эоловые, морские и водно-эрэзионные формы отложений и рельефа.

Близкая к схеме Б.Ф. Добрынина сетка геоморфологических районов была предложена И.П. Герасимовым [2]. В ней также был подчеркнут принцип унаследованности рельефа от предшествующих эпох его развития. Интересен опыт И.П. Герасимова с наложением двух карт – гипсометрической и геологической. Опыт показал ведущую роль тектонического фактора в создании крупных черт рельефа СССР и истории тех или иных территорий.

Из приведенного неполного обзора работ исследователей Восточно-Европейской (Русской) равнины следует, что очевиден генетический и морфо-генетический принципы выделения районов, областей и других таксономических единиц.

Свообразный итог геоморфологическому районированию Восточно-Европейской равнины подвел А.И. Спиридонов [12]. Его районирование основывается на комплексе морфоструктурных и морфоскульптурных признаков: «На равнинах роль ведущего признака районирования нередко приходится отдавать морфоскульптуре, если формы рельефа, созданные экзогенными факторами (например, покровным оледенением), оказываются соразмерными даже с крупными морфоструктурами и местами превосходят их» [12, с.73].

Деление Восточно-Европейской равнины на провинции учитывает важнейшие события в истории рельефа территории – четвертичные оледенения. Оледенение оказалось важным фактором, изменившим морфологию рельефа и субстрата, сгладив внутренние различия, обусловленные структурными факторами. Подобное деление хорошо согласуется с крупными зональными различиями равнины, почвенно-растительным покровом и всем комплексом ее природных условий. Последнее утверждение имеет большое значение при хозяйственном использовании территории. Деление провинций идет на области и подобласти, далее – районы и подрайоны.

К середине XX века полный обзор физико-географического районирования дал Н.А. Солнцев [11]. Отсылаем читателя к этой работе и подводим некоторые итоги.

Исследования Восточно-Европейской (Русской) равнины приобрели достоверность и полноту с появлением гипсометрической карты А.А. Тилло [13]. Два направления в изучении Русской равнины (и платформы) – географическое, зональное и геолого-геоморфологическое – к началу XX века дополнили друг друга. Следует упомянуть здесь работы Ю.А. Мещерякова [7] по современным движениям земной коры, историко-генетическому и морфо-генетическому подходам к познанию рельефа, его динамики и оценки георисков.

Безусловно, работы ученых Академии наук, университетов, прежде всего географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, позволяют перейти к деталям строения рельефа, их динамике. Линейные сооружения, городское строительство, промплощадки, сельскохозяйственная деятельность в условиях увеличивающихся нагрузок на ландшафты и их скелетную часть (рельеф), требуют детально изучать историю рельефа, его динамику в прошлом и настоящем, что позволяет создать базу для прогноза развития той или иной территории при антропогенных нагрузках.

### Список литературы

1. Анучин Д.Н., Борзов А.А. Рельеф европейской части СССР. – М.: Географгиз, 1948. – 236 с.
2. Герасимов И.П. Структурные черты рельефа земной поверхности на территории СССР и их происхождение. – М., 1959. – 126 с.
3. Добрынин Б.Ф. Физическая география СССР (Европейская часть и Кавказ). Изд. 2. – М.: Учпедгиз, 1948. – 320 с.
4. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь. – Спб., 1892. – 118 с.
5. Карапеева М.В. Геоморфология Европейской части СССР. – М.: Изд. МГУ, 1957. – 314 с.
6. Ласкарев, В.П. О геоморфологическом разделении площади Европейской России // Геологический вестник. Т. 2, в 5–6 т. 1916. – 84 с.
7. Мещеряков Ю.А. Рельеф СССР. – М.: Мысль, 1972. – 520 с.
8. Никинтин С.Н. Последретичные отложения Германии в их отношении к соответственным образованиям России. – Спб., 1886. – 186 с.
9. Семенов-Тян-Шанский В.П. Типы местности Европейской России и Кавказа. Зап. РГО, т. 51, 1915. – 216 с.
10. Соболев Д.Н. Ледниковая формация северной Европы и геоморфологическое распыление Русской равнины // Изв. РГО. Т. 56, в. 1, ч. 2. 1924. – 76 с.
11. Солнцев Н.А. История физико-географического районирования Европейской части СССР // Физико-географическое районирование СССР. – М.: Изд. МГУ, 1960. – С. 6–54.
12. Спиридонов А.И. Геоморфология Европейской части СССР. – М.: Высшая школа, 1978. – 335 с.
13. Тилло А.А. Гипсометрическая карта Европейской России в масштабе 60 верст в одном дюйме. – Изд. Министерство путей сообщения, 1889.
14. Чеботарев Х. Географическое методическое описание Российской империи с надлежащим введением к основательному познанию земного шара и Европы вообще для наставления обучающихся при императорском Московском университете юношества из лучших и новейших достоверных писателей, собранное трудами университетского питомца Харитона Чеботарева. – М., 1776. – 192 с.

## ИГНАТ ДОМЕЙКО – МЕМУАРЫ И ПЕРЕПИСКА

Е. Филатова

Институт истории Национальной академии наук Беларуси,  
г. Минск, Беларусь, e-mail: filatova@tut.by

На протяжении конца XIX – начала XXI вв. неоднократно издавались на польском и белорусском языках мемуары и отдельная переписка геолога, минералога, географа И. Домейко. Он был одним из участников организаций филоматов и филаретов Вильенского университета, восстания 1830–1831 гг. на территории белорусско-литовских губерний Российской империи.

**Ключевые слова:** Российская империя; белорусско-литовские губернии; восстание 1830–1831 гг.; Вильенский университет.

## IGNACIY DAMEJKO – MEMOIRS AND CORRESPONDENCE

E. Filatova

Institute of History of the National Academy of Sciences of Belarus Minsk, Belarus

During the late XIX – early XXI centuries memoirs and private correspondence of I. Dameiko were published many times. He was a geologist, mineralogist, geographer. His memoirs and private correspondence were published in Polish and Belarusian languages. He was one of the participants of the Philomath and Filaret organizations in Vilnius University and uprising of 1830–1831 years against Russia on the territory of Belarus and Lithuanian provinces of the Russian Empire.

**Keywords:** Russian Empire; Belarusian and Lithuanian provinces; the uprising of 1830–1831; Vilnius University.

Игнат Домейко (1802–1889) – геолог, минералог, географ начал публиковать свои воспоминания еще при жизни. Среди них: «Czteromiesięczna podróz z Paryża do Chili w r. 1838» («Czas». Dodatek miesięczny. T. V i VI. Kraków, 1857); «Filareci i Filomaci» (Poznań, 1872);

«O młodości Mickiewicza» («Przegląd Lwowski». T. II, 1872; «Odpust w Andacollo w Kordylierzach» («Kronika Rodzinna». Warszawa, 1876); «Urywki z podrózy do kraju Araukanów» («Kronika Rodzinna». Warszawa, 1885). В 1898 г. после его смерти дочь и два сына И. Домейко передали рукописи в Краковский Ягеллонский университет. Рукописи представляли собой небольшие книжечки, написанные его рукой, которые рассматривали события его жизни от восстания 1830–1831 гг. до последних лет жизни [6, с. 1].

На протяжении конца XIX – начала XX вв. рукописи И. Домейко издавались на польском языке [3–7], кроме того, с 90-х гг. XX и в начале XXI в. отдельные воспоминания и его переписка с известными в Беларуси А. Мицкевичем, Т. Заном и другими были переведены и изданы на белорусском языке [1; 2].

В разное время мемуары и переписку готовили к изданию, писали предисловие и комментарии Г. Мостицкий, М. Парадовская и А. Кржановский, Ю. Третьяк, К. Цвирко и др. Воспоминания написаны простым языком и читаются легко. Так, 1 июня 1884 г. И. Домейко, уезжая в Европу из Чили, писал, что «апоўдні я чытаў лісты Зана, надрукаваныя у «Kronika Rodzinnej», якую мне прынеслі з поштай амаль перад пасадкай на параход. Гэтыя лісты перанеслі мяне думай за семьдзесят гадоў, у маладосць, калі гэты свет – падманшчык усміхаўся прыгажэй, а ў недаспелай галаве праастала ўжо ахвота да далёкіх падарожжаў. Сёння ўжо ніхто не скажа, што я занадта засядзеўся дома. Прамяністы мой пан Томаш і не думаў, што праз пяцьдзесят гадоў пасля напісання гэтых лістоў я буду чытаць іх за пяць тысяч міляў ад Арэнбургу, на Ціхім акіяне» [1, с. 416]. Приехав на родину, по дороге в Медведки он писал: «а што рабілася са мной, колькі было хвалявання, калі я ўбачыў першыя хаты і за німі нашу медзьвядскую сядзібу! Дарога да яе ішла ўжо не праз вёску: мой брат, нябожчык, праклаў яе праз прылеглу да сядзібы лугавіну. Не пазнаў я ні двара, ні ганка. Амаль плаучы, выйшлі мы ўсе з экіпажаў» [2, с. 311–314].

Эти издания позволили белорусским исследователям ближе познакомиться с личностью И. Домейко, его очень теплым мнением о своих товарищах, а также о тех событиях, в которых он принимал участие. В сборник, который был посвящен памяти А. Мицкевича, он послал 7 ноября 1885 г. из Парижа письмо редактору «*Kraju*» вместе с фотографией бумаги с автографом А. Мицкевича, на котором он начал писать «Пана Тадеуша» [5, с. 100]. Именно И. Домейко А. Мицкевич сделал одним из героев не только в «Пан Тадеуше», но и в поэме «Деды» [1, с. 5].

Для историков его мемуары и переписка интересны по ряду причин. Среди них:

1. Деятельность обществ филоматов и филаретов, в которых автор принимал непосредственное участие;
2. События восстания 1830 – 1831 гг. на территории белорусско-литовских земель;
3. Друзья и знакомые И. Домейко, с которыми его сталкивала жизнь: Т. Зан, Я. Чечот, А. Мицкевич, Э. Плятер, генерал Д. Хлоповский и др.;
4. Интересны воспоминания и письма для такой специальной исторической дисциплины, как генеалогия, так как И. Домейко имел достаточно разветвленные семейные связи.

#### **Список литературы**

1. Дамейка І. Мае падарожжы. – Mn.: Беларускі кнігазбор, 2002. – 493 с.
2. Філаматы і філарэты. – Mn.: Беларускі кнігазбор, 1998. – 396 с.
3. Domeyko I. Araukania i jej mieszkancy. – Warszawa, Kraków: Pol. T-wo St., 1992. – 270 s.
4. Domeyko I. Moje podróze. Pamętniki wygnańca. T. 1–3. – Wrocław, Warszawa, Kraków: Ossolineum, 1962–1963.
5. Pamięci Adama Mickiewicza. – Kraków: druk. W.L. Anczyca i Spółki, 1890. – 160 s.
6. Pamiętniki Ignacego Domejko (1831 – 1838). – Kraków: druk. Uniw. Jagiel., 1908. – 226 s.
7. Powstanie 1831 roku na Litwie. – Wilno: druk. J. Zawadzkiego, 1931. – 174 s.

# ДЫНАМІКА КОЛЬКАСЦІ МЯШЧАН У СТРУКТУРЫ НАСЕЛЬНІЦТВА БЕЛАРУСІ (60-Я ГГ. XIX – ПАЧАТАК XX СТ.)

К.С. Церашкова

Інстытут гісторыі НАН Беларусі,  
г. Мінск, Беларусь, e-mail: tereshkovaksenia@gmail.com

Статья посвящена процессам формирования мещан в 60-е гг. XIX – начале XX ст. Установлена динамика их численности в структуре населения городов и уездов белорусско-литовских губерний, а также особенности их темпа прироста в сравнении с другими губерниями Российской империи.

**Ключевые слова:** мещане; правовой статус; сословная структура общества; модернизация общества; Российская империя; белорусско-литовские губернии.

## MESHCHANE QUANTITY DYNAMICS IN THE POPULATION STRUCTURE OF BELARUS (1860s – BEGINNING OF 20th CENTURY)

K. Tserashkova

Institute of History of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

The article is devoted to the formation process of meshchane from 1860s until the beginning of 20 century. The dynamics of their quantity in urban and the district population structure of Belarusian-Lithuanian provinces as well as the peculiarities of tempo of their growth in comparison with other provinces of the Russian Empire.

**Keywords:** meshchane; legal status; the social class structure of society; the modernization of society; the Russian Empire; Belarusian-Lithuanian provinces.

У адпаведнасці з заканадаўствам Расійскай імперыі мяшчане ўяўлялі сабой складовую частку саслоўя гарадскіх абывацеляў, да якой было магчыма прымяненне такіх катэгорый, як саслоўная група ці саслоўны разрад [20, арт. 241]. У адрозненне ад іншых катэгорый гарадскіх абывацеляў (купецтва і цэхавых) мяшчане з'яўляліся саслоўнай групай у больш вузкім сэнсе, прыналежнасць да якой перадавалася па спадчыне і не была абумоўлена выкананнем пэўных умоў [21, арт. 488].

Па дадзеных на 1858 г. у беларуска-літоўскіх губернях налічвалася 662 723 мяшчан, удзельная вага якіх складала 12,3 % ад усяго насельніцтва. У тым ліку ў Віленскай губерні – 105 636 (12,1 %), Віцебскай – 96 681 (12,4 %), Гродзенскай – 106 099 (12 %), Ковенскай – 119 757 (12,1 %), Магілёўскай – 110 030 (12,4 %), Мінскай – 124 520 (12,6 %) [22Ошибкa! Источник ссылки не найден., с. 270–271]. Паводле дадзеных Першага ўсеагульнага перапісу насельніцтва Расійскай імперыі 1897 г. у беларуска-літоўскіх губернях налічвалася 2 108 414 мяшчан, удзельная вага якіх узрасла да 21 % ад усяго насельніцтва рэгіёну. У тым ліку ў Віленскай губерні – 305 315 (19,2 %), Віцебскай – 277 577 (18,6 %), Гродзенскай – 400 078 (25 %), Ковенскай – 326 506 (21,1 %), Магілёўскай – 291 824 (17,3 %), Мінскай – 507 114 (23,6 %) [9, с. 2–3; 10, с. 2–3; 12, с. 2–3; 13, с. 2–3; 14, с. 2–3; 15, с. 2–3; 16, с. 2–3; 22, с. 270–271]. Такім чынам, у перыяд з 1858 па 1897 г. колькасць мяшчан у беларуска-літоўскіх губернях павялічылася ў 3,2 разы. Акрамя таго дадзеная сацыяльная катэгорыя харектарызавалася дастаткова высокімі тэмпамі прыросту. Так, адноснае павелічэнне мяшчан за адзначаны перыяд складала 218,1 %, пры гэтым прырост усяго насельніцтва – 86,3 %, у тым ліку гарадскога – 171,2 %, павятовага – 77,8 % [8, с. 13; 22, с. 270–271].

Неабходна падкрэсліць, што тэмпы прыросту мяшчан беларуска-літоўскіх губерняў значна апераджала адпаведныя паказчыкі дадзенай сацыяльнай катэгорыі па 50 губернях Еўрапейскай Расіі. Так, па стане на 1858 г. тут налічвалася 3 551 293 чалавека, прылічаных казённымі палатамі да ліку мяшчан, удзельная вага якіх складала 6 % усяго насельніцтва дадзеных губерняў, на 1897 г. – 9 945 971 чалавек, удзельная вага якіх дасягнула 10,6 %. Пры гэтым, у беларуска-літоўскіх губернях была сканцэнтравана пятая частка ўсіх мяшчан

Еўрапейскай Расіі (1858 г. – 18,7 %; 1897 г. – 21,2 %). Тэмпы прыросту мяшчан Еўрапейскай Расіі перавышалі тэмпы прыросту ўсяго насельніцтва: у перыяд з 1858 па 1897 г. адноснае павелічэнне мяшчан па еўрапейскіх губернях Расійскай імперыі складала 180 %, прырост ўсяго насельніцтва – 57,4 %, у тым ліку гарадскога – 116,1 %, павятовага – 51,4 % [8, с. 13, 16; 22, с. 270–271]. Прыведзеныя падлікі сведчаць аб тым, што пры існаванні агульной па 50 губернях Еўрапейскай Расіі тэндэнцыі да больш высокіх тэмпаў прыросту мяшчан сярод ўсяго насельніцтва, беларуска-літоўскія губерні значна вылучаліся на фоне ўсяго рэгіёну як па абсолютных, так і адносных паказчыках.

Дынаміка колькаснага складу мяшчан беларуска-літоўскіх губерняў у 60-я гг. XIX – пачатку XX ст. пры агульной тэндэнцыі да павелічэння па абсолютных і адносных паказчыках адрознівалася дастаткова нераўнамерным харектарам. Найбольшыя тэмпы прыросту назіраліся ў перыяд з 1858 па 1867 гг.: калі з 1858 па 1863 гг. колькасць мяшчан узрасла да 796 035 чалавек, а іх удзельная вага дасягнула 14,3 %, то з 1863 па 1867 гг. – адпаведна да 1 072 818 чалавек і 18 %. Дадзеныя абставіны звязаны з павышэннем сацыяльнай мабільнасці сялян пасля прыняцця 19 лютага 1861 г. «Манифеста об отмене крепостного права» [22, с. 270–271; 23, с. 40–43, с. 46–47; 22, с. 80–81]. Сапраўды, у перыяд з 1858 па 1863 гг. у беларуска-літоўскіх губернях назіралася некаторое скарачэнне колькасці саслоўя сельскіх абывацеляў – з 4 033 440 да 3 999 281 чалавек, удзельная вага якіх у структуры насельніцтва змянілася з 74,7 да 72,1 % [22, с. 272–274; 23, с. 50–51]. Разам з тым, у акрэслены перыяд сяляне з'яўляліся не адзінай сацыяльнай катэгорыяй, вызначаўшай колькаснае павелічэнне мяшчан беларуска-літоўскіх губерняў.

У адносінах да беларуска-літоўскіх губерняў у гэты час ключавую ролю адыграла рэфармаванне заканадаўства ва ўмовах паражэння паўстання 1863 г. і разгортвання ахойнага курсу ўраду Расійскай імперыі. Згодна з загадам ад 23 верасня 1864 г. «О мерах к успешному окончанию дел о правах лиц, доказывающих дворянское достоинство по происхождению от бывшей польской шляхты», асобам, незацверджаным Дэпартаментам герольдыі ў дваранстве, неабходна было запісацца ў падатковыя саслоўі, пры гэтым значна ўскладнялася працэдура доказу прыналежнасці да дваранства [17, № 41 299]. У перыяд з 1863 г. да 1867 г. у беларуска-літоўскіх губернях адбылося значнае скарачэнне колькасці патомных дваран – з 324 148 да 183 938 чалавек, пры гэтым іх удзельная вага ў структуры насельніцтва знізілася з 5,8 да 3,1 % [23, с. 40–43; 24, с. 72–73]. Далейшае значэнне для крыніц папаўнення мяшчан меў загад ад 19 лютага 1868 г. «О введении однодворцев и граждан Западных губерний в общий состав сельских или городских обывателей» [18, № 45 505].

Значнае павелічэнне абсолютнай і адноснай колькасці мяшчан назіралася таксама ў другой палове 1870-х гг. Так, па стане на 1879 г. у беларуска-літоўскіх губернях налічвалася 1 601 434 мяшчан, удзельная вага якіх у структуры насельніцтва рэгіёну складала 21,8 % [2, Табл. 1.; 3, арк.1 адв. – 4; 4, Табл.VI; 5, с. 4–11; 6, с. 308–309; 7, с. 312]. У канцы 70-х – 80-я гг. XIX ст. сярод іншых фактараў працэсы фарміравання і папаўнення дадзенай сацыяльнай катэгорыі былі абумоўлены ўвядзеннем законам ад 29 красавіка 1875 г. у гарадах Захадніх губерняў у дзеянне Гарадавога палажэння 16 чэрвеня 1870 г., у адпаведнасці з якім запіс у мяшчанская грамадства для мяшчан-хрысціян страчваў абавязковыя харектар [1]. Адмоўным чынам на тэмпы прыросту мяшчан паўплывалі таксама крызісныя з'явы ў эканоміцы Расійскай імперыі ў пачатку 80-х гг. XIX ст.

У далейшым да канца XIX ст. пры ўстойлівай станоўчай тэндэнцыі павелічэння абсолютнай колькасці мяшчан назіралася пэўная стабілізацыя па адносных паказчыках: пры павелічэнні колькасці мяшчан да 2 108 414 чалавек у 1897 г. (прырост адносна 1879 г. – 31,6 %) удзельная вага дадзенай сацыяльнай катэгорыі ў структуры насельніцтва захоўвалася на ўзроўні 21 %. У пачатку XIX ст. нягледзячы на эканамічны крызіс 1900–1903 гг., а таксама хвалю эміграцыі яўрэйскага насельніцтва адбывалася далейшае павелічэнне колькасці і ўдзельнай вагі мяшчан у структуры насельніцтва беларуска-літоўскіх губерняў. Так, на працягу 1903–1913 гг. колькасць мяшчан Гродзенскай губерні павялічылася з 453 055 да 523 312 чалавек, пры захаванні іх удзельнай вагі на ранейшым узроўні – павялічылася з 27

да 27,4 %, Ковенскай – з 357 754 да 427 000 чалавек, удзельная вага ўзрасла з 21,5 да 23,7 % [2, Табл. 1.; 3, арк. 1 адв. – 4; 4, Табл. VI; 5, с. 4–11; 6, с. 308–309; 7, с. 312].

У той жа час дынаміка колькаснага складу ў межах асобных беларуска-літоўскіх губерняў харектарызавалася дастаткова нераўнамернымі і асінхроннымі тэндэнцыямі. Калі па дадзеных на 1858 г., удзельная вага мяшчан у структуры насельніцтва беларуска-літоўскіх губерняў знаходзілася на адным узроўні і вагалася ў межах 12–12,6 %, то пачынаючы з першай паловы 60-х гг. і да пачатку XX ст. у межах асобных губерняў адбывалася разыходжанне ў дынаміцы па абсалютных і адносных паказчыках. Максімальнае прадстаўніцтва мяшчан у структуры насельніцтва на працягу 60-х гг. XIX – пачатку XX ст. назіралася ў Гродзенскай, Ковенскай і Мінскай губернях. Пры гэтым, у пачатку XX ст. першае месца трывала захоўвала Гродзенская губерня, ўдзельная вага мяшчан у структуры насельніцтва якой на працягу цэлага дзесяццігоддзя (1903–1913 гг.) знаходзілася на ўзроўні 26,4–27,4 %. Значная ўдзельная вага дадзенай сацыяльнай катэгорыі была харектэрна для Віленскай губерні. Адпаведна найменшае прадстаўніцтва мяшчан у структуры насельніцтва на працягу ўсяго вывучаемага перыяду назіралася ў Віцебскай і Магілёўскай губернях.

Мяшчане з'яўляліся самай масавай катэгорыяй у складзе гарадскога насельніцтва беларуска-літоўскіх губерняў, пры гэтым пераважная большасць з іх пражывала менавіта па-за межамі гарадоў, што звязана з канцэнтрацыяй мяшчан у мястэчках, якія займалі своеасабліве становішча ў структуры паселішчаў гэтых губерняў. Канцэнтрацыя мяшчан у сельскай мясцовасці звязана ў тым ліку з існаваннем чыншавага права на зямлю: пры валоданні чыншавымі зямельнымі надзеламі па-за межамі гарадоў і мястэчак, мяшчане ў асноўным захоўвалі прыпіску да мяшчансіх грамадстваў гарадоў і мястэчак, і адпаведна – саслоўную прыналежнасць [19, арк. 1–2]. Так, паводле матэрыялаў Першага ўсеагульнага перапісу насельніцтва Расійскай імперыі 1897 г. у гарадах дадзеных губерняў налічвалася 799 239 мяшчан, якія складалі 67,5 % гарадскога насельніцтва, у паветах – 1 309 175 мяшчан ці 14,7 % павятовага насельніцтва. Дадзеныя на 1897 г. сведчаць аб tym, што 62,1 % усіх мяшчан беларуска-літоўскіх губерняў пражывалі па-за межамі гарадоў. Найбольшая ўдзельная вага мяшчан у структуры гарадскога насельніцтва зафіксавана ў Гродзенскай і Мінскай губернях (па 73,3 %), найменшая – у Віленскай (59,6 %) і Ковенскай (56,7 %); у структуры павятовага насельніцтва найбольшая – у Мінскай (17,8 %) і Ковенскай (17,5 %) губернях, найменшая – у Магілёўскай (12,5 %) і Віцебскай (10,1 %) [10, с. 2–3; 12, с. 2–3; 13, с. 2–3; 14, с. 2–3; 15, с. 2–3; 16, с. 2–3].

Саслоўная група мяшчан з'яўлялася асноўнай складовай часткай саслоўя гарадскіх абывацеляў, а яе ўдзельная вага па беларуска-літоўскіх губернях павялічвалася з 92,2 % у 1858 г. да 98,3 % у 1897 г. Пры гэтым, калі па стане на 1858 г. назіралася некаторое разыходжанне па адносных паказчыках (найменшая ўдзельная вага мяшчан у складзе саслоўя гарадскіх абывацеляў назіралася ў Гродзенскай губерні (88,6 %), а найбольшая ў Ковенскай (96,3 %), то па дадзеных на 1897 г. ўдзельная вага мяшчан у беларуска-літоўскіх губернях усталівалася на блізкім узроўні (97,2–98,9 %) [10, с. 2–3, 52–53; 12, с. 2–3, с. 72–73; 13, с. 2–3, с. 98–99; 14, с. 2–3, 76–77; 15, с. 2–3, 76–77; 16, с. 2–3, 92–93].

Матэрыялы Першага ўсеагульнага перапісу насельніцтва Расійскай імперыі сведчаць аб tym, што ўдзельная вага мяшчан у складзе ўсяго саслоўя ў гарадах была некалькі ніжэй за адпаведныя паказчыкі па паветах – адпаведна 97,2 і 99 %. У пачатку XIX ст. ўдзельная вага мяшчан у структуры саслоўя гарадскіх абывацеляў захоўвалася на ўзроўні дадзеных канца XIX ст.: у Гродзенскай губерні вагалася ад 98,4 % у 1903 г. да 98,3 % у 1913 г., Ковенскай – ад 98,8 % да 98,6 %, Магілёўскай – ад 98 % да 97,8 % [10, с. 2–3, 52–53; 12, с. 2–3, с. 72–73; 13, с. 2–3, 98–99; 14, с. 2–3, 76–77; 15, с. 2–3, 76–77; 16, с. 2–3, 92–93]. Становішча мяшчан у структуры саслоўя гарадскіх абывацеляў звязана з прадстаўніцтвам іншых сацыяльных груп. Пры гэтым асабліве значэнне атрымалі перамяшчэнні паміж мяшчанамі і купцамі, якія насілі харектар унутрысаслоўнай вертыкальнай сацыяльнай мабільнасці.

На працягу другой паловы XIX – пачатку XX ст. захоўвалася тэндэнцыя да пашырэння кола асобаў, якія мелі права ўваходзіць у катэгорыю мяшчан, што абумовіла дастаткова

стракаты сацыяльны склад дадзенай саслоўнай групы. Асаблівасцю крыніц фарміравання мяшчан беларуска-літоўскіх губерняў у 60–70 гг. XIX ст. у параўнанні з іншымі рэгіёнамі Расійскай імперыі, з'яўлялася значнае прадстаўніцтва выхадцаў з прывеліяваных саслоўяў, што было выкліканы рэакцыяй з боку расійскага ўрада на падзеі паўстання 1863 г. і паскарэннем працэсу разбору шляхты. У далейшым разам са зніжэннем удзельнай вагі выхадцаў з прывеліяваных саслоўяў у структуры крыніц фарміравання мяшчан назіралася павышэнне ролі сялянства, прадстаўнікі якога імкнуліся да змены свайго прававога статусу.

Паступовае пашырэнне правоў сельскіх абывацеляў, а таксама працэсы нівелівання саслоўнага паходжання абузовілі тыя абставіны, што ў канцы XIX – пачатку XX ст. сярод сельскіх абывацеляў абазначылася тэндэнцыя да захавання саслоўнай прыналежнасці пры перасяленні з сельскай мясцовасці ў гарады. У канцы XIX – пачатку XX ст. у структуры крыніц папаўнення мяшчан узрасла ўдзельная вага асобаў, якія былі абавязаны ўваходзіць у катэгорыю мяшчан, што сведчыла аб імкненні з боку ўрадавых колаў да захавання цэласнасці і непарушнасці саслоўнай структуры грамадства [25]. У акрэслены перыяд у сувязі з вызначанай па заканадаўстве неабходнасцю прыпіскі да таго ці іншага грамадства і фіксацыі саслоўнай прыналежнасці асобы, а таксама з павышэннем сацыяльнай мабільнасці насельніцтва, мяшчанам па сутнасці была адведзена роля своеасаблівага «прыёмніка» для тых катэгорый насельніцтва, якія аказваліся па-за межамі саслоўнай структуры Расійскай імперыі і не маглі быць уключаны ў іншыя саслоўныя групы ці саслоўі.

### Спіс літаратуры

1. Городовое положение со всеми относящимися к нему узаконениями, судебными и правительственныеими разъяснениями / сост. М.И. Мыш. – Изд. 6-е, испр. и доп. – СПб. : Тип. Н.А. Лебедева, 1884. – [2], Х, 694 с.
2. Дембовецкий, А.С. Опыт описания Могилевской губернии в историческом, физико-географическом, этнографическом, промышленном, сельскохозяйственном, лесном, учебном, медицинском и статистическом отношениях : с двумя картами губернии и 17 резан. на дереве гравюрами видов и типов : в 3 кн. / А.С. Дембовецкий. – Могилев на Днепре : Тип. Губерн. правления, 1882–1884. – Кн. 1. – 1882. – Разд. паг.
3. Нацыянальны гістарычны архіў Беларусі. – Ф. 2502. Воп. 1. Спр. 319.
4. Памятная книжка Виленской губернии на 1881 год / Изд. Вилен. губерн. стат. ком. – Вильна : Печатня А.Г. Сыркина, 1880. – VIII, 260 с.
5. Памятная книжка Гродненской губернии на 1881 год. – Гродно : Тип. губерн. правления, 1880. – 224, 169, 23 с.
6. Памятная книжка Ковенской губернии на 1881 год.. – Ковно: Тип. губерн. правления, 1880. – Разд. паг.
7. Памятная книжка Минской губернии на 1881 год. – Минск : Тип. Р. Дворжец, 1880. – [2], IV, [396] с.
8. Первая всеобщая перепись населения Российской империи 1897 г. : [в 8 вып.] / сост. Центр. стат. ком. на основании мест. подсчет. ведомостей. – СПб. : Тип. Т-ва «Обществ. польза», 1897–1905. – Вып. 4 : Окончательно установленное при разработке переписи наличное население империи по уездам. – 1905. – 29 с.
9. Первая всеобщая перепись населения Российской империи, 1897 г. : [в 80 кн.] / под ред. Н.А. Тройницкого. – СПб. : Изд. Центр. стат. ком. М-ва внутр. дел, 1899–1905. – Кн. 4, тетр. 2 : Виленская губерния. – 1901. – [48] с.
10. Первая всеобщая перепись населения Российской империи, 1897 г. : [в 80 кн.] / под ред. Н.А. Тройницкого. – СПб. : Изд. Центр. стат. ком. М-ва внутр. дел, 1899–1905. – Кн. 4, тетр. 3 : Виленская губерния. – 1904. – 179 с.
11. Первая всеобщая перепись населения Российской империи, 1897 г. : [в 80 кн.] / под ред. Н.А. Тройницкого. – СПб. : Изд. Центр. стат. ком. М-ва внутр. дел, 1899–1905. – Кн. 5, тетр. 2 : Витебская губерния. – 1901. – [46] с.
12. Первая всеобщая перепись населения Российской империи, 1897 г. : [в 80 кн.] / под ред. Н.А. Тройницкого. – СПб. : Изд. Центр. стат. ком. М-ва внутр. дел, 1899–1905. – Кн. 5, тетр. 3 : Витебская губерния. – 1903. – XIII, 281 с.
13. Первая всеобщая перепись населения Российской империи, 1897 г. : [в 80 кн.] / под ред. Н.А. Тройницкого. – СПб. : Изд. Центр. стат. ком. М-ва внутр. дел, 1899–1905. – Кн. 11 : Гродненская губерния. – 1904. – 319 с.
14. Первая всеобщая перепись населения Российской империи, 1897 г. : [в 80 кн.] / под ред. Н.А. Тройницкого. – СПб. : Изд. Центр. стат. ком. М-ва внутр. дел, 1899–1905. – Кн. 42 : Ковенская губерния. – 1904. – Разд. паг.
15. Первая всеобщая перепись населения Российской империи, 1897 г. : [в 80 кн.] / под ред. Н.А. Тройницкого. – СПб. : Изд. Центр. стат. ком. М-ва внутр. дел, 1899–1905. – Кн. 22 : Минская губерния. – 1904. – 241 с.

16. Первая всеобщая перепись населения Российской империи, 1897 г. : [в 80 кн.] / под ред. Н.А. Тройницкого. – СПб. : Изд. Центр. стат. ком. М-ва внутр. дел, 1899–1905. – Кн. 23 : Могилевская губерния. – 1903. – 375 с.
17. Полное собрание законов Российской империи. Собрание 2 : в 55 т. – СПб. : Тип. II Отд-ния Собств. Е. и. вел. канцелярии, 1830–1884. – Т. 38, отд-ние 2. – 1866. – Разд. паг.
18. Полное собрание законов Российской империи. Собрание 2 : в 55 т. – СПб. : Тип. II Отд-ния Собств. Е. и. вел. канцелярии, 1830–1884. – Т. 43, отд-ние 1. – 1873. – 942 с.
19. Расійскі дзяржаўны гістарычны архіў. – Ф. 1291. Воп. 34. Спр. 218.
20. Свод законов о состоянии людей в государстве. – СПб. : Тип. 2-го Отд-ния Собств. Е. и. вел. канцелярии, 1833. – 373 с.
21. Свод законов Российской империи, [повелением Государя Императора Николая Первого составленный] : изд. 1857 г. – СПб. : Тип. II Отд-ния Собств. Е. и. вел. канцелярии, 1857. – Т. 9 : Законы о состояниях. – [5], 477, 88 с.
22. Статистические таблицы Российской империи / Центр. стат. ком. М-ва внутр. дел. – СПб. : Тип. К. Вульфа, 1863. – Вып. 2 : Население империи за 1858 год. – XIII, 330 с.
23. Статистический временник Российской империи. Серия 1 / Центр. стат. ком. М-ва внутр. дел. – СПб. : Тип. К. Вульфа, 1866. – Вып. 1. – 159, 243, 117 с.
24. Статистический временник Российской империи. Серия 2 / Центр. стат. ком. М-ва внутр. дел. – СПб. : Тип. В. Безобразова и комп., 1871. – Вып. 1 : Население за 1867. – 254 с.
25. Церашкова, К. С. Мяшчане Беларусі (1860-я гг. XIX – пачатак XX ст.): дынаміка колькаснага складу і крыніцы папаўнення / К. С. Церашкова / Беларускі гістарычны часопіс. – 2014. – № 4. – С. 22–31.

# ДА ПЫТАННЯ АБ ІДЭНТЫЧНАСЦІ ІГНАТА ДАМЕЙКІ

А.У. Унучак

Інстытут гісторыі НАН Беларусі,  
г. Мінск, Беларусь, e-mail: unuchak@gmail.com

## К ВОПРОСУ ОБ ИДЕНТИЧНОСТИ ИГНАТА ДОМЕЙКО

А.В. Унучек

Інститут истории НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

Рассматриваются вопросы идентичности Игната Домейко. Делается вывод, что хотя И. Домейко и прожил долгую жизнь, которая охватывает практически всё XIX столетие, но его идентичность практически не менялась со временем когда он был студентом и участником восстания 1830–1831 годов. И. Домейко оставался патриотом Речи Посполитой Двух Народов. Его идентичность органично вмещала в себя литвинский патриотизм и польский дух, и он не отождествлял Речь Посполитую и Польшу.

**Ключевые слова:** Игнат Домейко; литвины; идентичность; Речь Посполитая.

## TO THE ISSUE OF THE IDENTITY OF IGNACY DOMEYKO

A. Unuchak

Institute of History of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

The issue of Ignacy Damyjko identity is analyzed in the article. It is concluded that although I. Dameyko lived a long life, which covers almost all of the XIXth anniversary, but his identity has not changed much since he was a student and a participant in the uprising of 1830–1831. I. Dameyko remained the patriot of the Commonwealth of Two Nations Poles and Litvins. His identity organically accommodated Litvin patriotism and Polish spirit, and he did not identify Commonwealth of Two Nations and Poland.

**Keywords:** Igncyt Domeyko; Litvin; identity; Polish and Lithuanian Commonwealth.

Агульнаўпрызнаным у гістарычнай навуцы лічыцца тэзіс, што сучасныя нацыі ў Еўропе пачалі фарміравацца з канца XVIII ст. У першай трэціне XIX ст. гэты працэс распачаўся і ва Усходняй Еўропе, у тым ліку і на землях былога Вялікага Княства Літоўскага.

Пачынаючы з часоў патаемных студэнцкіх таварыстваў філаматаў і філарэтаў, якія дзеянічалі ў Віленскім універсітэце ў 1817–1822 гг. мы можам ставіць пытанне аб нацыянальнай ідэнтычнасці Ігната Дамейкі, які быў удзельнікам гэтых таварыстваў. У лісце да Багдана Залескага, напісаным у 1869 г., І. Дамейка, апавядоючы пра філамацкія гады Адама Міцкевіча, пісаў, што той мог з аднолькавай цікавасцю размаўляць і з селянінам і са шляхціцам. Асабліва А. Міцкевічу падабаліся размовы пра «веліч і моц Рэчы Паспалітай» [1, с. 298]. Гэты фрагмент ліста І. Дамейкі сведчыць пра тое, што прадстаўнікі таварыства філаматаў, як мінімум А. Міцкевіч і сам І. Дамейка, цікавіліся свядомасцю людзей, якія жылі побач з імі. У першую чаргу свядомасцю гістарычнай, але ад гэтай сферы вельмі проста і лагічна перайсці да пытання нацыянальнай ці протанацыянальнай свядомасці.

Таксама вельмі цікавы момант з філамацкіх успамінаў І. Дамейкі быў звязаны з «сармацкай» ідэнтычнасцю беларускай шляхты. Праз 50 гадоў, якія мінулі з часу філаматаў і філаратрэтаў, будучы ў Чылі, ён успамінаў філарэцкую песню, у якой былі наступныя радкі «Блісне тут жазло сармата // Клікні рукай да булата // Знойдзе ўсіх за здзек расплата // Алілуя! Алілуя!» [1, с. 308]. Сармацкая тоеснасць была вельмі істотным момантам свядомасці шляхты Рэчы Паспалітай, якая ўласабляла гонар шляхты за гэтую

дзяржаву. У часы Расійской імперыі сармацкая тоеснасьць ужо была пэўным патрыятычным стылем жыцця, носьбіты якога супрацьпастаўлялі сябе расійской уладзе.

На пытанне як І. Дамейка называў краіну, якую ён лічыў сваёй радзімай, ён адказваў у сваіх успамінах датаваных 1884 г., гэта значыць у канцы свайго доўгага жыцця. Ён пісаў: «З кожным новым днём расло ў май сэрцы нясцерпнае жаданне як найхутчэй убачыць родны дом у Літве» [1, с. 310]. Назва зямлі, дзе нарадзіўся Дамейка, дзе жылі ягоныя продкі, сённяшні Карэліцкі раён Рэспублікі Беларусь, для І. Дамейкі адназначна былі «роднай Літвой». Гэта не было нечым выключным для людзей ягонага кола. «Літва» Міцкевіча, і «Літва» Дамейкі – гэта адзін рэгіён на заходзе Беларусі, які ў свой час быў калыскай Вялікага Княства Літоўскага. Таму мы з поўным правам можам сцвярджаць, што І. Дамейка меў «ліцьвінскую тоеснасьць».

Пра пачатак паўстання 1830–1831 гг. І. Дамейка пісаў, што тады «нашаму прыгнечанаму народу засвяціла ідэя вызвалення і вяртання незалежнасці» [2, с. 19]. Сярод гістарычных герояў І. Дамейка называе Чарнецкіх, Жалкеўскіх, Баторыя, Яна III, Касцюшку [2, с. 19]. Апісваючы далучэнне да паўстанцлага аддзела генерала Хлапоўскага невялікага атрада на Віленшчыне, І. Дамейка прыводзіц звесткі, што ўрачыстыя прамовы сваіх камандзіраў жаўнеры-паўстанцы віталі гучнымі воклічамі «Няхай жыве Літва і Польшча» [2, с. 35]. З іншага боку, пасля паражэння паўстання, калі паўстанцы інтэрнаваныя з зямель былога ВКЛ знаходзіліся ў Пруссі, то, як пісаў І. Дамейка, даволі часта ўзнікалі спрэчкі і нават паядынкі паміж ліцьвінамі і караняжамі. На думку І. Дамейкі прычынай гэтых сварак быў «фатальны правінцыяналізм», праўда ў гэтым месцы не пазначана з чыйго боку [2, с. 54].

Такім чынам, для вызначэння тоеснасьці І. Дамейкі важным момантам з'яўляецца ўнія Каралеўства Польскага і Вялікага Княства Літоўскага. Нягледзячы на канфлікты паміж ліцьвінамі і караняжамі, І. Дамейка разглядаў гэтыя сутыкненні як справу ўнутрысіяменную. Тым больш перад абліччам агульнага ворага – Расіі. У шматлікіх месцах сваіх успамінаў І. Дамейка пісаў, што было шчырае сяброўства паміж палякамі і ліцьвінамі. Так, нават калі здараліся дуэлі паміж польскімі і ліцьвінскімі афіцэрамі ў лагеры для інтэрнаваных пад Ашэканам, то І. Дамейку даводзілася быць секундантам разам з палякам Крашэўскім, пра якога ён адгукаваўся вельмі паважліва, як пра чалавека вельмі сумленнага і гатовага прыйсці на дапамогу таму, хто знаходзіцца ў бядзе [2, с. 54].

Надзвычай важным пытаннем для тоеснасьці чалавека з'яўляецца родная мова. У гэтай справе сітуацыя была наступнай – калі да І. Дамейкі пісаў у 1823 г. філамат Юзаф Яжоўскі, то ён адназначна звяртаўся да яго як да чалавека роднай мовай якога з'яўляецца польская [3, с. 255]. Што, безумоўна, было натуральна для адукаваных жыхароў краю на пачатку XIX ст.

Аднак польская мова абсалютна не замінала «ліцьвінску патрыятызму», які быў адной з галоўных рысаў філамацка-філарэцкага асяроддзя. Такі патрыятызм быў уласцівы і І. Дамейку. Так, А. Міцкевіч пішуучы да І. Дамейкі пра «Літву, як пра айчынны край», узгадваў, што ў яго з І. Дамейкам было пэўнае непаразуменне наконт Літвы. З далейшага кантэксту ліста і з таго, што А. Міцкевіч апраўдваўся і пераконваў І. Дамейку ў тым, што Літва для яго дарагая, што ён вельмі цэніць тое кола асобаў з якімі яго звязвала сяброўства і многія з якіх жывуць у Літве, на Наваградчыне [4, с. 97], мы можам рабіць пэўныя высновы. Галоўная выснова палягае ў тым, што І. Дамейка абвінаваціў А. Міцкевіча ў недастатковым патрыятызме ў адносінах да Літвы.

Такая гіпотэза можа быць цалкам верагоднай зважаючы на тое, што ў час эміграцыі ў Парыжы А. Міцкевіч і І. Дамейка вельмі сур'ёзна зблізіліся. Менавіта І. Дамейку А. Міцкевіч даверыў перапісанне свайго самага знакамітага твора «Пан Тадэвуш». Больш за тое, першапачаткова А. Міцкевіч меў намер даць свайму твору назуву «Жэгота» (філамацкая мянушка І. Дамейкі) [4, с. 99]. Як вядома, «Пан Тадэвуш» лічыцца гімнам Літве, таму можна з упэўненасцю меркаваць, што ўзорам ліцьвінскага патрыятызму для А. Міцкевіча быў патрыятызм І. Дамейкі. Гэта пацвярджаецца і тым, што ў часе, калі

I. Дамейка ўжо быў у Чылі, А. Міцкевіч часамі называў яго ў сваіх лістах не інакш як «дон Ліщвін» [4, с. 100].

Разам з тым, у сваіх успамінах сам I. Дамейка пісаў пра польскі дух: «сапраўднай моцай польскага духу быў А. Міцкевіч» [5, с. 105]. Сойм, які сабраўся на эміграцыі пасля задушэння паўстання 1830–1831 гг., I. Дамейка харектарызаваў як польскі сойм, хоць ён складаўся з прадстаўнікоў былога Вялікага Княства Літоўскага і Каралеўства Польскага [5, с. 126]. Калі I. Дамейка апісваў у сваім парыжскім дзённіку арганізацыю ваеных дзеянняў на тэрыторыях былога Рэчы Паспалітай пасля паўстання 1830–1831 гг., то ён пісаў пра «выправу на Польшчу». Але калі размова ішла пра меркаваную экспедыцыю Міхала Валовіча, то тут у Дамейкі з'яўляецца Літва і не ўзгадваецца Польшча [5, с. 136–138].

Такім чынам, можна з ўпэйненасцю казаць пра тое, што I. Дамейка меў выразную рэчпаспалітскую тоеснасць, у межах якой гарманічна ўжывалася «ліщвінскі патрыятызм», «польскі дух» і сарматызм. Разам з тым, відавочна, што для яго Рэч Паспалітая не асацыявалася з Польшчай (Каронай), але была супольнай Айчынай палякаў і ліщвінаў, да якіх ён сам сябе адносіў.

### Спіс літаратуры

1. Філаматы і філарэты. Зборнік. – Мінск: Беларускі кнігазбор, 1998. – 400 с.
2. Дамейка, I. Мае падарожжы / I. Дамейка. – Мінск: Беларускі кнігазбор, 2002. – 496 с.
3. Wybór pism filomatów. Konspiracje studenckie w Wilnie. – Wrocław-Kraków, 1959. – 486 s.
4. Багдановіч, І. Перапіска Адама Міцкевіча і Ігната Дамейкі / І. Багдановіч // Ян Чачот, Ігнат Дамейка, сябры і паплечнікі Адама Міцкевіча. Матэрыялы Трэціх і Чацвёртых Карэліцкіх краязнаўчых чытанняў. Беларусіка-Albaruthenica. № 10. – Мінск: Нацыянальны навукова-асветны цэнтр імя Ф. Скарыны, 1998. – С. 96–102.
5. Pamiętniki Ignacego Domejki (1831–1838). Z autografów wydał Józef Tretiak. – Kraków: Akamia Umiejętności, 1908. – 228 s.

## ПРОДКІ ІГНАТА ДАМЕЙКІ ПА КУДЗЕЛІ: НОВЫЯ АРХІЎНЫЯ ЗДАБЫТКІ

З. Ю. Юркевіч

*Арт-суполка імя Тадэвуша Рэйтана*

*Мінск, Беларусь, e-mail: lefthunder@gmail.com*

*На падставе новых архіўных крыніц, аўтару ўдалося ў некаторай ступені падкарэктаваць вядомыя звесткі датычныя сям'і Ігната Дамейкі, а таксама адкрыць новыя старонкі гісторыі, датычныя ягоных продкаў з боку маці – Караліны Анцуты.*

**Ключавыя слова:** Дамейка; Рэйтан; Анцута; Касцюшка; радавод.

## THE ANCESTORS OF IGNAT DOMEIKI IN TOW: NEW ARCHIVAL FINDS

Z. Yurkevich

*Art Community Tadevuš Rejtan, Minsk, Belarus*

*On the basis of new archival sources, the author managed to correct in some degree the known data relating to the family of Ignat Domeika and to open new pages of history related to his ancestors on the part of the mother, Carolina Antsuta.*

**Keywords:** Domeika; Rejtan; Antsuta; Kosciuszka; family.

Біяграфія Ігната Дамейкі, чалавека з сусветным імем, нацыянальнага героя Рэспублікі Чылі, выбітнага навукоўца-геолага, былога паўстанца-эмігранта, былога філамата і адданага сябра Адама Міцкевіча, без сумніву, добра вядома ў Беларусі. І не ў апошнюю чаргу, дзякуючы аўтабіографічнаму твору «Мае падарожжы», якія Дамейка завяршыў незадоўга да сваёй смерці, і які ў 2002 г. быў перавыдадзены на беларускай мове. Сведчаннем вядомасці з'яўляюцца канферэнцыі, помнікі, музеі, прысвечаныя ягонай памяці. Праўда, выклікае сур’ёзны непакой стан былой сядзібы Дамейкаў у Жыбуртоўшчыне, якая мае няпэўны статус і імкліва разбураецца, замест таго, каб быць сядзібай-музеем Ігната Дамейкі і выконваць функцыю культурнага цэнтра [1]. Узорам іншага падыхода можа паслужыць сядзіба-музей «Пружанска палацык».

У пытанні ж беларускага радаводу знакамітага «чылійца», прынамсі ў той частцы, якая прысвечана продкам маці Ігната Дамейкі – Караліны з Анцутаў, усё не так празрыста. Гербоўнікі К. Нясецкага, А. Банецкага і С. Урускага падаюць гісторыю старабеларускага роду Анцутаў фрагментарна. Гербоўнік Беларускай шляхты (ГБШ), хоць і прыводзіць восемь каленаў роду, але абыходзіць маўчаннені жаночы складнік. Таму, дадзеная праца, першая спроба аднавіць радавод Караліны Анцуты на падставе як вядомых, так і новых звестак.

АНЦУТЫ, УЛАСНАГА ГЕРБА «АНЦУТА». Жыгмунт Глогер так апісвае герб «Анцута»: «*На тарчы у блакітным полі залатая страла, скіраваная ў гару; з правага боку ад стралы залатая зорка, з левага – залаты месяц-маладзік, рогамі павёрнуты да стралы. Над тарчай, без шалому звычайнная шляхецкая карона. Вялікі князь Вітаўт гэты герб, разам з маёнткамі надаў у 1394 г. Лявону Анцуце за мужнасць*» [2, с. 48].

Трэба адзначыць, што існуе некалькі варыянтаў герба «Анцута», якія маюць пэўныя адрозненні. Напрыклад, герб у Нясецкага не на тарчы, а ў арамленні пальмавага вянка [3, с 9], у Банецкага з шаломам, на якім шляхецкая карона [4, с. 36]. Згаданая зорка восьміканцовая, але ў ГБШ змешчана шасціканцовая [5, с. 242]. Пры гэтым, зорка з левага боку, а месяц з правага.

Таксама, ёсьць пэўныя разыходжанні ў дачыненні і да першай згадкі роду. Напрыклад, Урускі піша пра тое, што яшчэ ў 1388 г. князь Вітаўт мусіў надаць Лявону маёнтак Анцуты (ад якога род узяў прозвішча), і гэтае наданне мусіў у 1392 г. зацвердзіць кароль Уладыслаў Ягайла [6, с. 31].

Нясецкі тое наданне апісвае крыху інакш: « *Лявон Анцута ў 1394 г. ад Вітаўта Кейстутавіча князя Літоўскага атрымаў наданнем за свае верныя вайсковыя паслугі земскі маёнтак, названы Анцута, у павеце Бельскім, ваяводстве Падляйскім над ракой Нарвай, тут жа на Белай і на Воранаве землі ў розных наменклатурах: па смерці таго князя брат яго родны Жыгімонт Кейстутавіч ступіўши на то Княства Літоўскае, тое наданне князя Вітаўта, урачыста, без парушэння у 1432 г. на вечныя часы, для іх і их патомкаў і ўсяго роду, падцвердзіў, якія маёнткі аж да нашага часу нашчадкі іх дзедзічныя ўжываюць» [3, с. 29].*

I. Шпілеўская ў ГБШ, як ужо казалася, падае нашчадкаў Лявона без жонак і дачок, і радавод пачынае ад Паўла (Паўла Еськавіча) [5, с. 242–243]. Жанаты ён быў на Матроне (у іншых крыніцах, Марыяне) Тумілоўне Бухавецкай, і ў 1580 г. актыўна займаўся пашырэннем сваіх маёнткаў [3, с. 29]. Не зусім ясна, кім ён даводзіўся Радзівону Марцінавічу Анцуте, які ў 1542 г. ажаніўся на дачцы Канстанціна (Фёдара) Сяхновіцкага Касцюшкі, заснавальніка малодшай галіны Касцюшкага (гл. далей). Меў Павал Еськавіч аднаго сына, Мікалая, які быў жанаты двойчы. Варта праверкі згадка аб tym, што ягонай першай жонкай была Палонія з Ваўкавыскіх (імя другой жонкі Палонія Рыгораўна Кулей Гадыніцкая), сынам якіх быў Адам, прапрадзед Ігната Дамейкі. Адам у шлюбе з Кацярынай з Чарняўскіх нарадзілі шасцёра сыноў і дзьве дачкі [7]. Сярод сыноў асабліва вылучыўся Мацей, які стаў сенатарам ад ВКЛ, бо дасягнуў найвышэйшай пасады ў епархіі каталіцкага касцёла ВКЛ – віленскага біскупа. Праўда, вяртаючыся з Варшавы, дзе ён складаў сенатарскую прысягу, 18 студзеня 1723 года нечакана памёр. Ягоным родным братам быў Мікалай, войскі старадубоўскі, які ў шлюбе з Марыянай (?) нарадзіў чатырох сыноў: Адама-Антона, Казіміра, Мацея і Баніфацыя. Гісторыю Адама-Антона Анцуты – бацькі Караліны мы распавядзем асобна.

Адзначым, што ў XVIII ст. нашчадкі Паўла Анцуты займаюць даволі высокія свецкія і духоўныя пасады, бяруць удзел у элекцыях каралёў Рэспублікі Абодвух Народаў (РАН), напрыклад, Ян Анцута, скарбнік бельскай зямлі ў 1733 г. аддаў голас за Станіслава I Ляшчынскага [8, с. 1], а браты Адам-Антон і Баніфацый у 1764 г. галасавалі за Станіслава Аўгуста Панятоўскага, апошняга караля РАН [9, с. 4]. Неаднаразова ў tym самым стагоддзі абіраліся шматлікія прадстаўнікі роду і дэпутатамі Галоўнага Трыбунала ВКЛ [10, с. 405].

Дарэчы, сярод тых, хто 23 сакавіка 1773 года на берасцейскім сойміку абраў пасламі на варшаўскі сойм Міхала Радзівіла, мечніка ВКЛ і Францішка Урсын Нямцэвіча, берасцейскага земскага суддзю, быў і гродскі суддзя Адам Анцута. Нягледзячы на даволі патрыятычны змест інструкцыі ад берасцейскай шляхты, гэтыя два паслы адразу сталі на бок Канфедэрацыі Адама Паніньскага, якая ад імя Рэспублікі Абодвух Народаў узаконіла на tym сойме першы падзел краіны [11, с. 20–23].

**ВАЛАДКОВІЧЫ ГЕРБУ «РАДВАН».** Як згадваў Нясецкі, Адам-Антон Анцута быў жанаты на Анэлі з Валадковічаў. Пісаў аб гэтым і сам Ігнат Дамейка, праўда, нічога не дадаючы пра бацькоў маці [12, с. 457]. Нажаль, у гербоўніках адсутнічаюць згадкі чыёй дачкай была Анэлія. Але гэтую задачу ўдалося вырашыць, дзякуючы знаходцы пасямейнага спіса 1795 г., у якім пералічаны не толькі дзеци Адама Анцуты, але і жонка Анэлія, якая мела на той момант 57 год, названа дачкой Марціна Валадковіча, падсудка мінскага [13]. На падставе сабранай інфармацыі можна сцвярджаць, што бацькамі Анэлі (у дакументах часам, Анжэла, Ганна), былі Марцін і Ганна з Дэ Раесаў Валадковічы.

Карані гэтага роду сягаюць у самы канец XV ст. Для цікаўных можна параптаваць працы беларускага гісторыка Ф. Чарняўскага «Ураднікі Менскага ваяводства», які з'яўляецца прызнаным знаўцам генеалогіі. Згадаем толькі некалькі каленаў продкаў Марціна. Быў ён сынам менскага стольніка Дамініка-Алойзыя і Тарэзы з Янішэўскіх [14, с. 60–65], унукам менскага земскага пісара Марціна-Казіміра і Алены з Кастрравіцкіх, праўнукам падчашага ковенскага Пятра і Ганны з Камаеўскіх Валадковічаў. У XVII ст. продкі Марціна добра праявілі сябе, служачы ў войсках ВКЛ пад час войнаў з Маскоўскай дзяржавай. У XVIII ст. род Валадковічаў належала да кола прыхільнікаў нязвіжскіх Радзівілаў. Растрэл у лютым 1760 года, па прысуду менскай сесіі Галоўнага трывалага ВКЛ (на якім рэй вялі апаненты Радзівілаў) Міхала Валадковіча (пляменнік Марціна), бліжэйшага сябра Караліна Станіслава

Радзівіла «Пане кахранку», ледзь не выклікаў грамадзянскую вайну паміж кланамі Радзівілаў і Сапегаў і інш.

Марцін Валадковіч, як наймалодшы сын Дамініка, ад нараджэння быў «прызначаны Богу». Такі быў звычай, што наймалодшых дзяцей аддавалі ў святары, каб не драбніць маё масць роду. Марціну ўдалося пазыбегнуць духоўных сходаў і цалкам засяродзіцца на кар'еры сацыяльной. Прычынай стала раптоўная смерць бацькі ў 1731 годзе, і «вызваленне» Марціна старэйшымі братамі з аднаго з наваградскіх кляштараў. Неўзабаве пасля гэтага Марцін бярэцца шлюбам з Ганнай з Дэ Раесаў. Дарэчы, яе родная сястра Францішка становіцца другой жонкай Лявона-Паўла Валадковіча, брата Марціна.

Першы ўрад, які атрымаў па вяртанні ў свет Марцін Валадковіч – войскі старадубоўскі, за якім цугам пайшлі (часам, вельмі непрацяглы тэрмін) пасады гродскага суддзі, скарбніка, гараднічага, падстолія, столніка. Згадкі аб tym, што ён меў дастойнасць падсудка менскага (урад трохі вышэйшы за столніка), у адмысловай літаратуры да гэтага часу не знайдзена.

Памёр адзін з самых заможных людзей менскага ваяводства Марцін Валадковіч «у пачатку 1780 года, на руках сваей любай дачкі Канстанцыі Міхалавай Гюнтаравай, на той час яничэ падстолінай наваградскай». Тастамент актыкаваны ў наваградскім земскім судзе. Згодна з апошняй воліяй пахавалі яго на менскіх дамініканскіх могілках, «пры сваяках» [14, с. 80–85].

**ВАЛАДКОВІЧЫ-РЭЙТАНЫ-АНЦУТЫ-КАСЦЮШКІ-ДАМЕЙКІ.** Дамінік-Алойзы Валадковіч, акрамя Марціна, меў яшчэ пяць сыноў і трох дачкі. Самым вядомым, відаць, з'яўляецца, Феліцыян-Філіп, які стаў «Мітрапалітам усей Русі», або першасвятаром уніяцкай царквы Рэспублікі Абодвух Народаў. Згаданы раней Лявон-Павал у шлюбе з Канстанцыяй з Цэханавецкіх меў трох сыноў, сярод якіх таксама згаданы ўжо Міхал, растроляны ў 1760 годзе, а таксама дачку Тарэзу, якая ў 1739 годзе ў менскім касцёле Святой Марыі стала жонкай стражніка наваградскага Дамініка Рэйтана [15, с. 320–340]. Iх найстарэйшы сын **Тадэвуш Рэйтан** (1740–1780 гг.), які на сойме 1773 года рашуча выступіў супраць першага падзела ВКЛ і Кароны Польскай, назаўсёды ўпісаў сваё імя залатымі літарамі ў сусветную гісторыю. Нацыянальны герой Беларусі і Польшчы.

Дачка Дамініка, Марцыяна, у шлюбе са Станіславам Ратамскім нарадзіла дачку Тэклю, якая ў шлюбе з Людвікам-Тадэвушам Касцюшкай нарадзіла сына **Тадэвуша Касцюшку** (1746–1817 гг.), будучага генерала амерыканскіх войскаў, начальніка паўстання 1794 г. і нацыянальнага героя ЗША, Беларусі і Польшчы.

Такім чынам, атрымліваецца, што маці Іgnата Дамейкі – Карапіна з Анцутаў, траурадная сястра Тадэвуша Рэйтана і Тадэвуша Касцюшкі, а **Іgnат Дамейка** (1802–1889 гг.) даводзіцца ім пляменнікам у чацвертай страчы [15].

**АНЦУТЫ-КАСЦЮШКІ.** Касцюшкі, гербу «Рох-III», як і Анцуты, вядуць свой радавод з канца XIV ст. Род вельмі разгалінаваны, і нягледзячы на гэта, вельмі добра даследаваны. Не маючы магчымасці распавесці ў межах артыкула пра сам род, абмяжуемся tym вядомым, што яднала старабеларускія роды Касцюшкай і Анцутаў.

Свяцтва Анцутаў і Касцюшкай мае вельмі доўгую гісторыю. Першае вядомае перакрыжаванне ў лёсах гэтых двух берасцейскіх родаў адбылося яшчэ ў 1542 годзе, калі Радзівон Марцінавіч Анцута ажаніўся з Ганнай, дачкой Фёдара (Канстанціна) Сяхновіцкага Касцюшкі, берасцейскага земскага суддзі і заснавальніка малодшай галіны Касцюшкай, з якой паходзіць Тадэвуш [3, с. 29]. Пазней Адам Касцюшкі, сын Крыштапа, унук Адама і праўнук Фёдара (Канстанціна), узяў шлюб з Сафіяй з Анцутаў [16, с. 108]. Чарговая згадка датычна Казіміра, сына Базыля-Канстанціна і Н. Тарноўскай з Касцюшкай, які ўзяў шлюб з невядомай з Анцутаў [16, с. 108]. Клара, сястра Амброзія Касцюшкі (родны дзед Тадэвуша), у 1691 годзе пабралася шлюбам з Каспрам Анцутай (магчыма, дзядзька Адама-Антона Анцуты) [16, с. 50; 17, с. 109, 115]. Дачка Амброзія, цётка Тадэвуша, Іоанна (першым шлюбам за Міхалам Янушкевічам, другім за Караплем Заленскім) мела сына Рафала, які ажаніўся з роднай цёткай Іgnата Дамейкі, Ганнай з Анцутаў (згодна метрыкі).

Як мы бачым, сувязі былі даўнія і сталыя, каб іх можна было б назваць «шчаслівым збегам акалічнасцяў».

**БІЯГРАФІЯ АДАМА-АНТОНА АНЦУТЫ. ЯГО СЯМ'Я.** З дакумента 1795 года, які ўласнай рукой склаў Анцута, вынікае, што на той момант ён меў 75 год. Да абрannя на пасаду берасцейкага гродскага суддзі, якую займаў у 1770–1777 гг., быў абозным чарніхоўскім. У наступным 1778 годзе ён атрымлівае больш высокі ўрад земскага суддзі, які займае да смерці, якая надышла, верагодна, ў 1805 г. У апошняя гады жыцця, намінальна, аб чым сведчыць запіс аб вызваленні ад выкання абавязкаў па слабасці, з захаваннем тытула. Двойчы выконваў функцыю дэпутата ў Галоўным Трыбунале ВКЛ. Мае дзедзічны фальварак Сачыўкі. З жонкай Анэлляй з Валадковічаў «мае 6 сыноў – **Яна** (39 год, камісар маенткаў князя Панятоўскага, былога падскарбія ВКЛ, жыве пры ім, ва Украіне), **Антона** (36), жыве пры бацьках, ксяндза **Ігната** (28), альтарыста шулаўскага, які жыве ў Вільні, **Дамініка** (25), жыве пры бацьках, **Міхала** (23), жыве ў Берасці на судовых аплікацыях, **Станіслава** (20), жыве ў Наваградку, на судовых аплікацыях. А таксама трох дачак – **Францішку** (32) за Верашчакам, маршалкам наваградскім, жыве ў Туганавічах, **Ганну** (30) за Заленскім, жыве ў Піщане ў Брэсцкім ваяводстве, **Караліну** (21), яничэ панна, жыве пры бацьках».

Аўтару ўдалося ўстанавіць, што мелася яшчэ адна дачка, **Кацярына**, якая памерла ў 1784 годзе (згодна метрыкі).

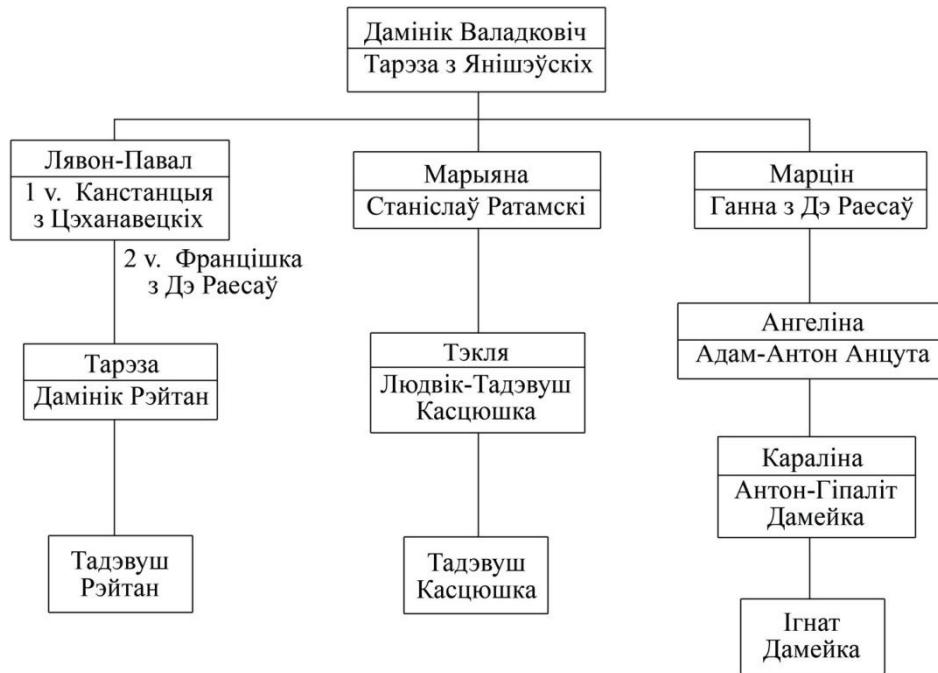
На падставе знайдзеных дакументаў, можна ўдакладніць даты, месцы нараджэння і хростаў дзяцей Адама Анцуты.

**ФАЛЬВАРКІ КАЎПЕНИЦА І САЧЫЎКІ.** Нажаль, устанавіць, дзе і калі нарадзіліся найстарэйшыя дзецы Адама, з-за адсутнасці метрычных кнігаў, пакуль не ўдалося. Але нанесці новую кропку на мапу «Шлях Ігната Дамейкі» аўтару пашанцевала. Ёй стаў фальварак Каўпеніца паміж Сачыўкамі і Баранавічамі. У гэтым фальварку, мінімум ад 1762 і да другой паловы 1771 года жыла сям'я Анцутаў, пакуль за 117 000 польскіх злотых імі не быў набыты фальварак Сачыўкі. 21 красавіка 1771 г. у кнігах Галоўнага Трыбунала ВКЛ быў актыкаваны «Акт права вечыста прадажнага маентка Сачыўкі у ваяводстве Наваградскім» ад Вяльможных паноў Радавіцкіх Вяльможнаму Анцуце, судзбе гродскому берасцейскаму» [Медорт Радавіцкіх – Казіміра лоўчыца і Страфана лоўчага ваўкавыскіх – прым. аўтара] [18, с. 453–454аб].

Напрыканцы стагоддзя Каўпеніца яшчэ раз згуляе важную ролю ў нашай гісторыі. 21 ліпеня 1799 года тут возьмуць шлюб дзед і баба вядомага беларускага кампазітара і заснавальніка беларускай оперы Станіслава Манюшкі – Антон Маджарскі і Тэафіла з Алізаровічаў. Антон Маджарскі быў унукам Яна, дзякуючы якому Слуцак уславіў сваё імя знакамітым паясамі. Пасля шлюбу Маджарскія жылі ў Драгобыле. Ігнат Дамейка ў сваіх успамінах угадвае гэты маёнтак такім словамі «Далей мы праехали недалёка ад пакінутай цяпер сядзібы Дабашынскіх – Драгобыля, адкуль, як ведаюць суседзі, у 1863 годзе стары дзедзіч пайшоў з сынамі ў паўстанне, ён трапіў з імі ў палон у Слоніме. Там, пачуўши стрэл, які азначаў, што расстралялі аднаго з ягоных сыноў, ён з такой сілай ірвануў турэмныя краты, што скрышыў жалеза і тут жа аддаў Богу душу» [12, с. 462].

На новых месцы жыхарства, ужо ў Сачыўках, нарадзіліся апошнія дзецы Адама і Анэлі Анцутаў – Караліна і Станіслаў.

Такім чынам, на падставе новых дакументальных крыніц, аўтару ўдалося запоўніць шэраг лакунаў у радаводзе Ігната Дамейкі, давесці яго свяяцтва з такімі вядомымі асобамі, як Тадэвуш Рэйтан і Тадэвуш Касцюшка, адкрыць новую старонку ў гісторыі роду Анцутаў, звязаную з фальваркам Каўпеніца і падкарэктаваць веды аб tym, якую ролю адигрываў ў гісторыі сям'і Анцутаў фальварак Сачыўкі. На падставе знайдзеных метрык таксама ўдалося ўдакладніць даты, месцы нараджэння і хростаў дзяцей Адама Анцуты і Гіпаліта Дамейкі (малюнак).



### Продкі Ігната Дамейкі з боку маці, Караліны Анцуты

#### Літаратура і дакументы

1. Беларусь Сегодня, № 205 (25087). 2016.
2. Gloger Z. Encyklopedia staropolska ilustrowana : reprint. T. 1. 1985. – 318 с.
3. Herbarz Polski K. Niesiecki. Tom II, W Lipsku, 1839. – 580 с.
4. Herbarz Polski, A. Boniecki. Tom I. – Warszawa, 1899. – 208 с.
5. Гербоўнік беларускай шляхты. Том I. – Минск, 2002. – 496 с.
6. Rodzina, herbarz szlachty polskiej / S.Uruski etc. Tom I. – Warszawa, 1904.
7. <http://www.laszuk.pl/getperson.php?personID=I501353&tree=tree2>
8. Rocznik Towarzystwa Heraldycznego we Lwowie. T. 1 (Rok 1908/9). – Lwow, 1910. – 420 с.
9. Elektorow poczet, ktorzy niegdyś głosowali na elektow Jana Kazimierza r. 1648, Jana III. r. 1674 (etc.). – Lwow, 1845. – 446 с.
10. Deputaci Trybunalu Glownego WKL 1697–1794, DIG. – Warszawa, 2004. – 448 с.
11. Анішчанка Я. К. Абывацелі правінцыі. Інструкцыі шляхецкіх соймікаў беларускіх земляў ВКЛ (Літоўскай правінцыі) XVIII ст. : зборнік дакументаў. Т. 5. – Mn., 2009. – 532 с.
12. Дамейка I. Mae падарожкы. – Мінск: Беларускі кнігаизбор, 2002. – 594 с.
13. LVIA, Spis Rodzin Szlacheckich Nowogródzkich. 1796 r. f. 391 op. 6 d. 4.
14. Чарняўскі Ф.М. Ураднікі менскага ваяводства XVI–XVIII стст. : біографічны даведнік. Вып. I. – Mn., 2007. – 256 с.
15. Юркевіч З.Ю. Новыя крэйніцы да гісторыі Тадэвуша Рэйтана і яго сям'і. Гадавік Цэнтра Беларускіх Студыяў № 2. – Варшава, 2017. – 354 с.
16. Бензярук А.Р., Касцюшкі-Сяхновіцкія. Гісторыя старадаўняга роду. – Брэст: Академія, 2006. – 122 с.
17. Tadeusz Korzon Kościuszko. Biografia z dokumentów wysnuta. – Kraków, 1894. – 700 str.
18. LVIA. Główny Trybunał WKL, F. 8 op. 1. SA 151 (nr 147).
19. НГАБ. Ф.937. воп. 4. спр. 180.
20. НГАБ. Ф.937. воп. 4. спр. 179.
21. НГАБ. Ф.937. воп. 4. спр. 125.

# НАВАГРУДАК ЧАСОЎ АДАМА МІЦКЕВІЧА І ІГНАТА ДАМЕЙКІ

**В.В. Яноўская**

*Інстытут гісторыі НАН Беларусі,  
г. Мінск, Беларусь, e-mail: janval@mail.ru*

## НОВОГРУДОК ВРЕМЕН АДАМА МИЦКЕВИЧА И ИГНАТА ДОМЕЙКО

**В.В. Яновская**

*Институт истории НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь*

*Рассматриваются изменения, произошедшие в социальном статусе города Новогрудка в XIX веке, после включения его в состав Российской империи. Прослеживается правительственная политика в отношении этого небольшого в количественном отношении города, но очень значимого, как для всемирно известных личностей Адама Мицкевича и Игната Домейко, так и в целом для Беларуси, ее истории и культуры.*

**Ключевые слова:** Адам Мицкевич; Игнатий Домейко; Новогрудок; Российская империя.

## NAVAHRUDAK IN ADAM MICKEVICH AND IGNACY DOMEYKO'S TIME

**V. Yanouskaya**

*Institute of History of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus*

*Changes have taken their place in the social status of Navahrudak in the XIX century, after its capture into the Russian Empire are considered. A government policy in relation to this small in terms of inhabitants number town, but very significant both for the world-known personalities – Adam Mickiewich and Ignat Damejka and in general for Belarus, its history and culture is shown.*

**Keywords:** Adam Mickiewich; Ignacy Domyjko; Navahrudak; the Russian Empire.

Лёсы двух знакамітых прадстаўнікоў беларускай зямлі Адама Міцкевіча і Ігната Дамейкі даволі падобныя: абодва нарадзіліся на Навагрудчыне на рубяжы XVIII–XIX стагоддзяў, вучыліся ў Віленскім універсітэце, удзельнічалі ў рабоце таварыства філаматаў, абодвум прыйшлося пакінуць радзіму і пражыць апошнія гады свайго жыцця на чужыні, пакінуўшы пасля сябе яркі след у сусветнай культуры і науцы. Нягледзячы на тое, што жыццё час ад часу раскідвалася Адама Міцкевіча і Ігната Дамейку далёка ад другога і ад малой радзімы, пры сустэрэах яны заўсёды ўспаміналі родныя мясціны, Навагрудчыну і сам калісці такі знакаміты Навагрудак.

XIX ст. не прынесла гораду вялікіх станоўчых зменаў і не спрыяла адраджэнню яго былогі славы. Уключэнне Навагрудка ў склад Расійскай імперыі, што адбылося ў 1795 г. у выніку трэцяга раздзелу Рэчы Паспалітай, наклала адметны адбітак на ўесь далейшы ход развіцця Навагрудчыны, і самога горада – яе адміністрацыйнага, гандлёва-прамысловага і сацыяльнокультурнага цэнтра. Царскі ўрад не ставіў на мэце развіццё далучаных гарадоў з вялікім гістарычным мінулым, сваёй адміністраційнай аўтавізіі, а імкнуўся ўніфікаваць беларускія землі на ўзор расійскіх – як па адміністрацыйна-тэрытарыяльным падзеле ўсёй тэрыторыі (паветы, правінцыі, губерні, генерал-губернатарствы), так і ў губернска-павятовым кіраванні. З самага пачатку Навагрудак стаў цэнтрам павету Слонімскай губерні. У статусе павятовага цэнтра ён застаецца і развіваецца на працягу ўсяго перыяду знаходжання ў складзе Расійскай імперыі. Далейшыя адміністрацыйна-тэрытарыяльныя «удакладненні» не кранулі яго. Мянілася толькі губернскае падпарадкованне Навагрудка: з 1797 г. – ён у складзе Літоўскай губерні, з верасня 1801 г. – зноў у адноўленай Слонімскай, якая ў хуткім часе была перайменавана ў Гродзенскую. У 1842 г. Навагрудскі павет увайшоў у Мінскую губернію, ды і застаўся ў яе складзе да новых сацыяльных узрушэнняў ужо XX ст. У складзе Мінскай губерні (па данных на 1865 г.) тэрыторыя Навагрудскага павета была амаль маленькой

(пасля Мінскага) – 4.725 кв. вёрст. Але па колькасці насельніцтва павет быў самы густанаселены (30,5 жыхароў на 1 кв. вярсту) [12, арк. 1]. Пазней перапіс 1897 г. пацвердзіў, што Навагрудскі павет застаўся самым густанаселеным у губерні.

З далучэннем да Расійскай імперыі на Навагрудак была распаўсюджана «Грамота на права и выгоды городам империи» (1785). У ёй не было дадзена дакладнае вызначэнне горада, але адзначалася, што горадам лічыцца паселішча, якое карысталася асаблівымі правамі і перавагамі: герб, план забудовы, выган, пэўныя крыніцы даходаў, грамадскае кіраванне. Герб горада, як павятовага цэнтра Мінскай губерні, быў зацверджаны ў 1845 г. У сенатскім указе (ад 9 ліпеня 1845 г.) ён апісваўся такім чынам: «Щыт разделен на две половины: в верхней части помещен губернский герб, а в нижней, в красном поле, Михаил Архангел, попирающий змия и держащий в правой руке меч, а в левой весы» [2, с. 71].

Гарадская забудова Навагрудка, як і многіх іншых беларускіх гарадоў заходняга рэгіёну, мела свае адметнасці. Прывродныя ўмовы і рэльеф аказалі вялікі ўплыў на планіровачную структуру і трасіроўку гарадскіх вуліц. Па гэтай прычыне да канца XVIII ст. у Навагрудку склалася няправільная радыяльна-кальцавая сетка вуліц са складанымі трасамі. Цэнтрам горада з'яўлялася шмат функцыянальнай гандлёвой плошчы: тут знаходзіліся гарадская ратуша, культавыя будынкі, гандлевыя рады, дамы багатых гараджан. Да гандлёвой плошчы веерам сыходзіліся восем вуліц. Згодна з планамі 1809 і 1810 гг. гэта: Францысканская, Базыліянская, Замкавая, Кавальская, Старатараецкая, Валеўская, Яўрэйская, Слонімская. Пазначаны на гэтых планах і Дамініканскі завулак [8, арк. 1; 9, арк. 1]. На працягу XIX ст. назвы вуліц неаднаразова мяняліся і толькі некаторым з іх удалося захаваць сваю былую назыву.

З уключэннем тэрыторыі Беларусі ў склад Расійскай імперыі пачаліся работы па перапланіроўцы беларускіх гарадоў і новай забудове іх цэнтраў. Але планы (распрацоўваліся яны ў Санкт-Пецярбурзе) не заўсёды былі ўдалымі, бо не ўлічвалі рэльеф і гістарычную забудову. Часта на жывапісны рэльеф беларускага горада накладвалася геаметрычная сетка вуліц, якая патрабавалася для плоскай тэрыторыі. Асабліва гэта адчувалася ў гарадах заходняга рэгіёну – Навагрудку, Нясвіжы, Гродна, Лідзе. Першы план перапланіроўкі Навагрудка з'явіўся яшчэ ў 1809 г., але як і некалькі наступных не быў зацверджаны. Ды і наогул назваць гэты план перапланіроўкай ці праектам немагчыма нават з вялікай нацяжкай. Дакумент, што знаходзіцца ў Расійскім Дзяржаўным гістарычным архіве пад назвай «Описание города Новогрудка в нынешнем его положении. 1809», зафіксаваў існуючы стан горада з пазначэннем вуліц, завулка, мураваных пабудоў, гарадскіх, царкоўных, шляхецкіх «сядзібных месцаў» і некаторых іншых збудаванняў. Што ж датычыла «будучыні» Навагрудка як горада, то яна была абазначана чырвонымі лініямі на гэтым жа плане, якія прадугледжвалі некаторае спрамленне ды пашырэнне вуліц. У тлумачальнай запісцы да плана чытаем: «№ 32. Старые деревянные лавки назначены к переносу; № 33. Еврейские застройки назначены для постройки присутственных мест; № 34. Старый жидовский дом назначен к переносу для расширения площади» [9, арк. 1].

І толькі ў 1872 г. Навагрудак нарэшце атрымаў зацверджаны план далейшага развіцця. У левым верхнім рагу плана засведчыў сваю згоду імператар расійскі: «Быть по сему. Александр. Ливадия 24 октября 1872 г.» [10, арк. 1]. Праўда, і гэты праект быў фактычна не рэалізаваны [3, с. 115]. Што таксама не здзіўляе. Бо, як сведчаць архіўныя дакументы, распрацоўваўся і аблікаркоўваўся ён даволі доўга: больш за чатыры гады ішло аблікарванне прадстаўленага ў МУС гатовага праекта [11, арк. 1–15]. І ўжо тады было відаць, што план гэты недасканалы: ен не ўлічваў рэльеф горада і патрабаваў зносу гістарычнай забудовы.

Адсутнасць стратэгічнага плана забудовы горада не перапыняла ягоны рост. Праўда, адбывалася гэта галоўным чынам сумбурна, без пашырэння тэрыторыі горада, што выклікала вялікую скучанасць. У 1825 г. ў статыстычных імперскіх паказчыках Навагрудак выглядаў наступным чынам: колькасць дамоў – 15 мураваных, 399 драўляных; цэркваў – 6; манастыроў – 6; навучальных устаноў – 1; багадзельняў – 7; заводоў і фабрык – няма; лавак – 77; тракціраў – 2; піцейных дамоў – 36; лазняў – 1; садоў – 5 [8, с. 51].

Лепшым домам у Навагрудку, па ўспамінах Ігната Дамейкі, быў родны дом Адама Міцкевіча. Дом быў змураваны ў 1807 г. у цэнтры горада, пасля таго як папярэдні, драўляны,

згарэў. Пазней, у 1881 г. і гэты дом быў моцна пашкоджаны пажарам, але ў 1887 г. адноўлены. Праўда, у гэты час дом ужо даўно не належыў сям'і Міцкевічаў. Пасля паўстання 1830–1831 гг. ён перайшоў у казну і быў прададзены з таргоў [1, с. 49; 5, с. 155].

Большасць збудаванняў Навагрудка была драўлянай. А гэта было вельмі небяспечна пры пажарах. Шмат разоў за XIX ст. гэтае няшчасце напаткала горад, наносячы яму і яго жыхарам вялікія страты. Менавіта так і здарылася ў 1831 г. У ноч з 27 на 28 жніўня ў адным з аднапавярховых дамоў па вул. Францысканскай загарэўся дах. Лакалізаваць пажар не даваў моцны вецер. Сітуацыя яшчэ больш пагоршылася пасля таго, як згарэла драўляная пабудова, дзе захоўваліся пажарныя інструменты. У выніку пажару быў пашкоджаны будынак ратушы з башняй (у 1862 г. зноў пацярпеў ад пажару і ў 1870 г. разбураны), будынкі, дзе размяшчаліся ніжні земскі суд, канцылярыя і кватэра маршалка, дваранская апека. Пацярпелі касцёл і кляштар дамініканцаў, дварок манахінъ дамініканак з канюшняй, корчмы, дамы для прыезжых і 47 жылых дамоў. Страты, што панёс горад у выніку пажару, дасягалі астранамічнай па тым часе сумы – 255 503 руб. Прычына пажару так і не была ўстаноўлена [4, арк. 4–8, 66 адв. – 68].

На працягу XIX ст. стаў разбурацца і паступова пераўтварыўся ў руіны княжаскі замак – сэрца горада, гонар зямлі Навагрудскай. На пачатку стагоддзя яшчэ захоўваліся рэшткі трох башняў: Шчытоўкі, Касцельнай і Дазорнай. У 1802 г. адбыўся дазвол гродзенскага губернатара Бенігсена на разбор умацаванняў замка для брукавання вуліц горада. Да 1860-х гг. захаваліся ўжо толькі дзве башні. У 1906 г. абвалілася Касцельная башня, у час Першай сусветнай вайны – звернутая да горада сцяна Шчытоўкі.

Але, нягледзячы на ўсе перашкоды, горад рос буквальна з году ў год. Большасць уладальнікаў жылых дамоў горада складалі яўрэі. Так, па даных на 1866 г., яўрэі былі ўласнікамі 452 дамоў, рыма-католікі – 99. Пры дамах, як правіла, быў двор з гаспадарчымі пабудовамі, сад або агарод. У гарадскіх агародах вырошчвалі гуркі, капусту, брукву, буракі, якія звычайна ішлі на патрэбы гараджан. У садах горада і ваколіцах найбольш распаўсюджанымі сартамі яблыкаў былі антонаўка, апорт, барвінка, асенняя паласатка; груш – бера. Садовыя дрэўцы набывалі звычайна ў Вільні. Калі год быў ураджайны, яблык хапала не толькі для жыхароў горада, але і на продаж ў іншыя гарады [7].

Да пачатку XX ст. большасць беларускіх гарадоў паступова змяніла сваё аблічча. Брукаваныя вуліцы, вадаправод, электраасвятленне, тэлефонная сувязь – усё гэта становілася неад'емнай умовай іх жыццяздейнасці. Адсутнасць жа чыгуначнага транспарту ў Навагрудку не спрыяла актыўнаму далучэнню горада да гэтых цывілізацыйных здабыткаў. Маскоўска-Брэсцкая чыгунка, што пралягла ў 1871 г. праз Мінскую губерню, ледзьве не змяніла статус Навагрудка як павятовага горада. Спачатку ніякіх зменаў у жыцці горада Навагрудка практычна не назіралася. Мала што змянілася і ў лёсে вескі Баранавічы Навагрудскага павета, якая апынулася побач з чыгуначнай магістраллю. Але паступова чыгуначны рух ажыўляўся. Чыгуначны паселак (Новыя Баранавічы) рос і практычна зліўся з мястэчкам Развадова (Старыя Баранавічы). У 1902 г. жыхары гэтых паселішчаў зварнуліся да Мінскага губернатара з просьбай аб заснаванні горада (з уключэннем у яго межы мястэчка і станцыі) і пераносе ў іх населены пункт павятовага цэнтра з Навагрудка. Губернатар стварыў спецыяльную камісію для вывучэння мэтазгоднасці адміністрацыйных пераменаў. І хаця было відавочна, што Баранавічы набываюць рысы, харектэрныя для тагачасных гарадоў Расіі, пытанне аб канчатковым рашэнні адкладвалася. Уключаныя ў камісію прадстаўнікі павятовага кіраўніцтва, моцна звязаныя з Навагрудкам, рабілі ўсё магчымае, каб перашкодзіць не толькі пераводу ў Баранавічы павятовага цэнтра, але і пераўтварэнню іх у горад. Праціўнікамі пераменаў былі і землеўласнікі паўночнай часткі Навагрудскага павета, маёнткі якіх знаходзіліся ў сферы ўплыву павятовага горада [13, с. 51, 53]. У выніку пытанне так і не было вырашана на карысць Баранавічай. Затое Навагрудак захаваў свой статус павятовага горада.

Жыхары навакольных вёсак не вельмі спрыяльна ставіліся да гарадскіх новаўядзенняў, бо яны яшчэ больш аддалялі горад, робячы яго зусім непадобным да прывычнай ім вёсکі. Аб чым і расказаў у сваім вершы «Горад і вёска» Якуб Колас. Кажуць, з ім ён часценька выступаў на вечарынах падчас вучобы ў Нясвіжскай настаўніцкай семінарыі:

Ну і горад, ступа нейка,  
Што ў нас куцю таўкуць:  
Ашаломяць чалавека,  
Спаць уночы не даюць.  
Колькі шуму, колькі груку!  
Я дзіўлюся, як тут жыць,  
Па каменням, гэтым бруку  
За грахі адны хадзіць [6, с. 234].

### Спіс літаратуры

1. Габрусь Т. Сердце этнической Литвы // Архитектура и строительство. – 2008. – № 10. – С 46–51.
2. Гродненская губерния в законодательных актах Российской империи (1801–1913). – Слоним: Слонимская типография, 2004. – 360 с.
3. Егоров Ю. А. Градостроительство Белоруссии. М.: Госстройиздат, 1954. – 282 с.
4. Нацыянальны гістарычны архіў Беларусі. Фонд 531. Воп. 7. Спр. 2а.
5. Памяць: Гісторыка-дакументальная хроніка Навагрудскага раёна. – Мінск: Беларусь, 1996. – 559 с.
6. Польмя. – 1968. – № 5. – С. 234.
7. Рапорт полицеjского надзирателя в г. Новогрудок // ОФХ архивных документов, старопечатных изданий и рукописей Национальной библиотеки Беларуси.
8. Расійскі дзяржаўны архіў ваенна-марскога флота. Фонд 3/л. Воп. 25. Спр. 1196.
9. Расійскі дзяржаўны гістарычны архіў (РДГА). Фонд 1293. Воп. 167 (Мінская губерня). Спр. 16.
10. РДГА. Фонд 1293. Воп. 167 (Мінская губерня). Спр. 18.
11. РДГА. Фонд 1284. Воп. 140. Спр. 554.
12. РДГА. Фонд 954. Воп. 1. Спр. 94.
13. Статистическое изображение городов и посадов Российской империи по 1825 год. – СПб : тип. Ивана Глазунова, 1829. – 95 с.
14. Шыбека З. В. Гарады Беларусі (60-я гады XIX – пачатак XX стагоддзяў). – Мінск: Эўрофорум, 1997. – 319 с.

## **Раздел 2. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ, МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ И ИХ РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

---

### **МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ БЕЛАРУСИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ**

**Р.Е. Айзберг<sup>1</sup>, О.А. Березко<sup>2</sup>, Р.Г. Гарецкий<sup>1</sup>, Я.Г. Грибик<sup>1</sup>, А.К. Карабанов<sup>1</sup>,  
А.В. Кудельский<sup>1</sup>, И.И. Лиштван<sup>1</sup>, А.В. Матвеев<sup>1</sup>, А.А. Махнач<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Институт природопользования НАН Беларусь,*

*Минск, Беларусь, e-mail: nature@ecology.basnet.by;*

<sup>2</sup>*Филиал «Институт геологии» Государственного предприятия  
«НПЦ по геологии», e-mail: Instgeology@tut.by*

*Дан анализ современного состояния минерально-сырьевых ресурсов Беларуси, играющих ключевую роль в экономике республики. Оценены степень и перспективы их освоения.*

**Ключевые слова:** Беларусь; минерально-сырьевые ресурсы; степень и перспективы освоения.

### **MINERAL RESOURCES OF BELARUS: STATE AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT**

**R.E. Aizberg<sup>1</sup>, O.A. Berezko<sup>2</sup>, R.G. Garetsky<sup>1</sup>, J.G. Gribik<sup>1</sup>, A.K. Karabanov<sup>1</sup>,  
A.V. Kudelsky<sup>1</sup> I.I. Lishtvan<sup>1</sup>, A.V. Matveyev<sup>1</sup>, A. A. Makhnach<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*The Institute for Nature Management of NAS of Belarus,*

<sup>2</sup>*«The Institute of Geology» Branch of the State Enterprise «RPC for Geology»,  
Minsk, Belarus*

*The analysis of present-day state of mineral resources of Belarus which plays a key role in the economics of the Republic is given. The degree and prospects of their development are estimated.*

**Keywords:** Belarus; mineral resources; degree and prospects of development.

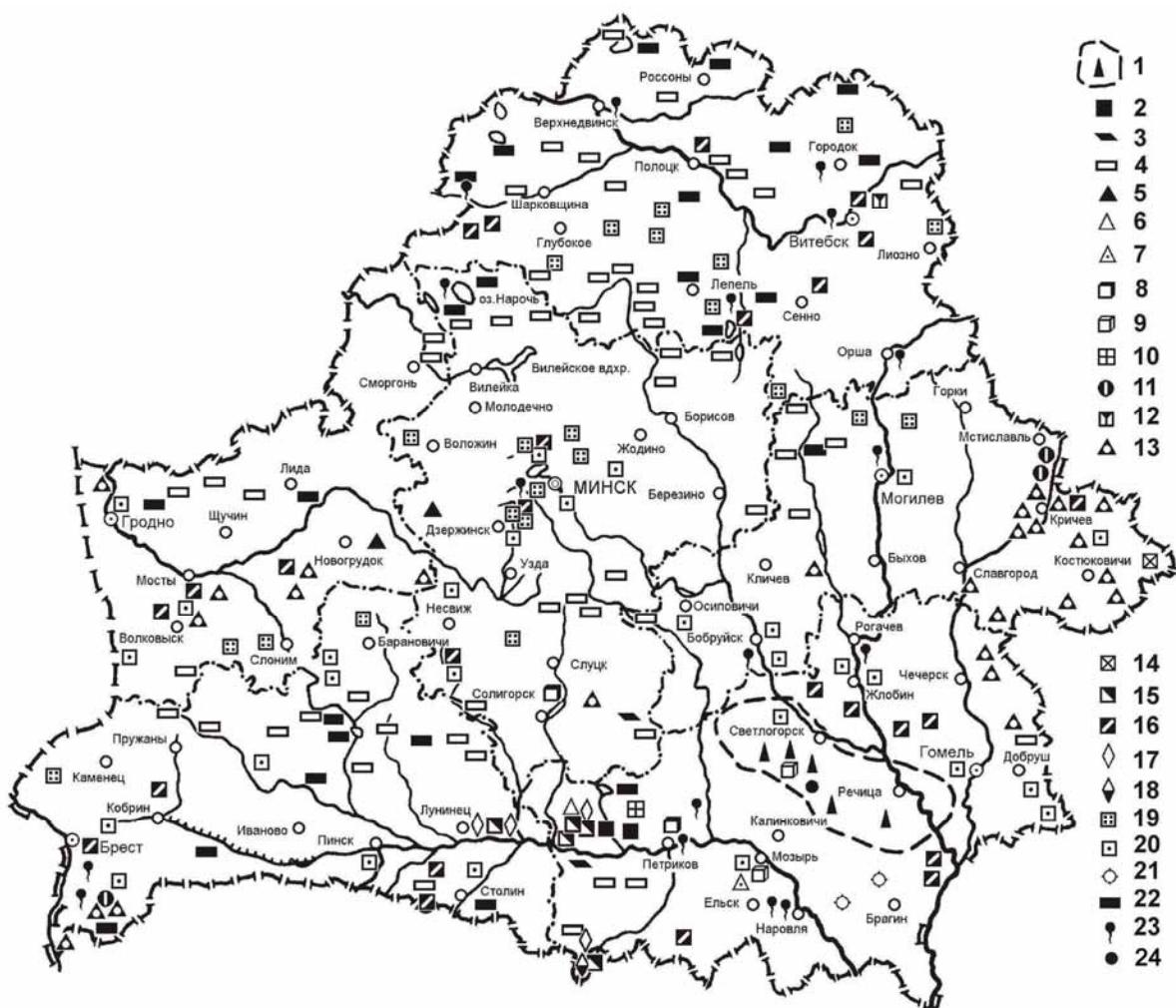
Эффективное решение задач народно-хозяйственного комплекса любого государства в значительной мере зависит от состояния его минерально-сырьевой базы. Республика Беларусь располагает значительным минерально-сырьевым потенциалом (рисунок).

По предварительным данным, потенциальная стоимость только разведанных запасов промышленных категорий A+B+C<sub>1</sub> **сегодня** оценивается цифрой, превышающей 300 млрд \$ США, в том числе: калийных солей – более 25 млрд \$ (7,7 млрд т сырых солей или более 1,28 млрд т в пересчете на K<sub>2</sub>O), нефти – более 18 млрд \$ (47 млн т), строительного камня – более 14 млрд \$ (275 млн т), торфа – более 7 млрд \$ (163 млн т), глин – более 6 млрд \$ (250 млн т), мела и мергельно-меловых пород – 4 млрд \$ (134 млн т). Суммарная добавленная стоимость минерального сырья, добываемого ежегодно в 2011–2015 гг., составила более 6,0 млрд \$.

Особое место в экономике Беларуси длительное время занимают такие полезные ископаемые, как калийные и каменная соли, нефть, торф, сапропель, подземные воды и строительное минеральное сырье. Основная общая задача освоения этих полезных ископаемых – наращивание промышленных запасов для обеспечения потребности действующих и создания новых производственных мощностей и анализ возможных экологических последствий раз-

работки месторождений. Следует отметить, что наиболее благоприятная ситуация сложилась с минеральными строительными материалами, разведанные запасы которых по промышленным категориям обеспечивают работу соответствующей отрасли народного хозяйства на длительную перспективу.

Ниже приведены краткие сведения о состоянии изученности, освоенности и перспективах освоения основных видов полезных ископаемых [1–15].



#### Основные месторождения полезных ископаемых Беларуси:

1 – район добычи нефти; 2 – бурый уголь; 3 – горючие сланцы; 4 – торф; 5 – железные руды; 6 – редкие металлы; 7 – давсонит; 8 – калийная и калийно-магниевая соли; 9 – каменная соль; 10 – гипс и ангидрит; 11 – фосфориты; 12 – доломит; 13 – писчий мел, мергель; 14 – кремнистые породы (трепел, опока); 15 – каолин; 16 – глины; 17 – строительный камень; 18 – облицовочный камень; 19 – песчано-гравийный материал; 20 – пески; 21 – глауконит (минеральные краски); 22 – сапропель; 23 – минеральные воды; 24 – промышленные рассолы

#### Горючие полезные ископаемые

**Нефть.** В настоящее время единственным в Беларуси нефтегазоносным бассейном является Припятский, в котором продуктивными являются девонские и верхнепротерозойские отложения. На сегодняшний день установлено 83 месторождения нефти. В структуре начальных суммарных ресурсов нефти Припятского бассейна, составляющих 350 млн т, накопленная добыча к началу 2017 г. составила более 132 млн т, остаточные разведанные запасы по промышленным категориям А+В+C<sub>1</sub> – 46,8 млн т, по категории С<sub>2</sub> – 6,5 млн т, неразведанные ресурсы – около 165 млн т.

Прогноз основных показателей освоения ресурсов горючих ископаемых на 2011–2050 гг., составленный коллективом ведущих белорусских геологов, показал, что ежегодный прирост промышленных запасов нефти в ближайшие 15–20 лет будет только на 70–80 % восполнять объем добывае-

мой нефти. Поэтому объем добычи нефти будет снижаться, хотя в последние пять лет он стабилизирован на уровне 1,645–1,650 млн т. При современном уровне добычи разведанных запасов хватит на 32 года.

Для обеспечения существующего прироста запасов необходимо продолжение геологоразведочных работ в Припятском прогибе на новых перспективных участках и на глубинах более 5 км, а также продолжение исследований перспектив нефтеносности Оршанской и Подлясско-Брестской впадин. Фундаментальное научное значение имеет проблема неорганического происхождения нефти, решение которой может открыть новые перспективы поисков залежей углеводородов.

Основная проблема нефтедобывающей промышленности Беларуси заключается в том, что наиболее крупные месторождения уже вступили в завершающую стадию разработки, когда при высокой (68–86 %) степени выработки начальных запасов неуклонно нарастает обводненность и падают темпы отбора. Остаточные запасы переходят в категорию трудноизвлекаемых, которые уже составляют 43,4 % сырьевой базы РУП «ПО «Белоруснефть». В связи с этим необходимо решить проблему создания высокоэффективных технологий увеличения нефтеотдачи при разработке малых и высокообводненных залежей и освоении трудноизвлекаемых запасов.

Весьма актуальным является внедрение новых технологий добычи нефти и попутного газа, в том числе: гидравлический и солянокислотный разрыв пласта; бурение разветвленных скважин и боковых стволов; горизонтальное и субгоризонтальное бурение; повышение нефтеотдачи пластов; новые технологии воздействия на пласт (электроимпульсное, вибросейсмическое, резонансно-волновое).

Значительное место в номенклатуре технологий повышения нефтеотдачи пласта играют физико-химические методы, которые основаны на применении химических реагентов, закачиваемых в нефтеносные пласти для наиболее полного извлечения из них нефти и вовлечения в разработку тупиковых и неохваченных вытеснением запасов.

**Природный газ.** В Беларуси залежи природного газа не установлены. При добыче нефти ежегодно добывается около 220 млн м<sup>3</sup> попутного газа, который перерабатывается на Белорусском газовом заводе (г. Речица). Недостающий объем природного газа в количестве 20–21 млрд м<sup>3</sup> ежегодно экспортируется из России; поэтому проблема поисков в Беларуси залежей природного газа весьма актуальна. По мнению специалистов, в Припятском прогибе возможно выявление газовых месторождений на глубинах 3,5 км и более и выявление газогидратных залежей.

**Торф** – полезное ископаемое, которое издавна добывают в Беларуси. В довоенный и послевоенный период ежегодный объем его добычи достигал 40 млн т. Торф – один из важных видов местных топливных ресурсов, доля которых наряду с возобновляемыми и альтернативными источниками энергии, согласно целевым установкам специальной программы, утвержденной постановлением Совета Министров Беларуси, должна возрасти до 15 % в общем объеме производства тепловой и электрической энергии.

Ресурсы торфа на территории Беларуси в настоящее время оцениваются в 4 млрд т. Разрабатываются только 42 торфяных месторождения с запасами 40,8 млн т на площади 6,9 тыс. га. На них ежегодно добывается 2,7–2,8 млн т торфа, из которого производится 1,1–1,2 млн т брикетов, а также более 30 тыс. т продукции сельскохозяйственного назначения (грунтов, компостов).

Для обеспечения производства торфяной продукции в прогнозируемых объемах необходимо увеличить добычу торфа в 3–4 раза и довести ее до 10 млн т в 2020 г. Требуемое повышение объемов добычи торфа может быть осуществлено только за счет перераспределения торфяного фонда и увеличения промышленных запасов торфа до 1,1–1,2 млрд т.

Следует упомянуть о том, что многие крупные месторождения торфа ныне имеют статус особо охраняемых природных территорий. Поэтому проблема научного обоснования перераспределения торфяного фонда и выбора месторождений торфа для промышленной разработки должна решаться на компромиссной основе с участием биологов Научно-

практического центра по биоресурсам НАН Беларуси и специалистов соответствующих подразделений Минприроды.

В настоящее время Институт природопользования НАН Беларуси выполняет научно-исследовательские работы, направленные на выявление перспективных для разработки месторождений с учетом возможной организации производства как топливной, так и нетопливной продукции. К последней относятся активированные угли, композиционные и строительные материалы, биологически активные регуляторы роста растений, жидкие комплексные микроудобрения, мелиоранты, нефтесорбенты и др. Работы по этим направлениям прописаны в новой редакции Государственной программы «Торф».

**Бурые угли.** В Припятском прогибе выявлены залежи двух видов бурых углей. Это близкие по своим характеристикам к торфу неогеновые бурые угли класса Б1 Житковичского, Бриневского и Тонежского месторождений и более метаморфизованные карбоновые бурые угли (Б3) Лельчицкого месторождения.

Прогнозные ресурсы неогеновых бурых углей составляют около 1,5 млрд т, разведанные – около 100 млн т. Средняя мощность угольных пластов 3–4 м, мощность вскрыши – от 21 до 81 м. Низшая рабочая теплота сгорания в зависимости от влажности углей и содержания в них золы составляет 1500–2000 ккал/кг сухого вещества. Неогеновые угли непригодны для прямого сжигания без предварительной подготовки (сушки); для их использования необходима термохимическая переработка.

Прогнозные ресурсы бурых углей Лельчицкого месторождения составляют 250 млн т, предварительно разведанные – около 86 млн т.

Ученые Института природопользования НАН Беларуси предлагают освоение Житковичского месторождения бурых углей осуществить путем строительства комбината для добычи угля (700 тыс. т в год) и его термохимической переработки с получением твердых, жидких или газообразных энергоносителей. Технология опробована в Институте природопользования на установке по пиролизу бурых углей класса Б1 и их смесей с торфом; определены оптимальные режимы и условия его проведения. В зависимости от способа термохимической переработки бурых углей конечная себестоимость получаемых энергоносителей будет различной. Однако при цене на нефть около 100 \$ за баррель получаемые из бурых углей энергоносители, очевидно, будут конкурентоспособны.

**Горючие сланцы.** Залежи горючих сланцев Беларуси сосредоточены в Припятском прогибе и приурочены к верхнедевонским (фаменским) отложениям. Прогнозные ресурсы оценены в 8,83 млрд т. Глубина залегания пластов колеблется от 50 до 600 м и более, мощность пластов небольшая – от 0,1 до 3,7 м [1, 6]. Разведано два месторождения – Любанское с запасами 0,9 млрд т и Туровское (2,7 млрд т), разработка которых возможна только шахтным способом.

Наиболее освоенной и пригодной для белорусских горючих сланцев является технология термической переработки на установках с твердым теплоносителем УТТ-3000. К настоящему времени разработано четыре варианта ТЭО целесообразности освоения месторождений горючих сланцев. Наиболее полно представлено ТЭО 2010 года (разработчик ОАО «Белгорхимпром»). В нем рекомендуется освоенная в других странах и упомянутая выше технология термической переработки с твердым теплоносителем на основе агрегатов УТТ-3000 производительностью около 1 млн т сланцев в год с получением из 1 т сланца 70–100 кг сланцевой смолы («сланцевой нефти»), 30–40 м<sup>3</sup> высококалорийного газа и около 800 кг твердых зольных отходов. Промышленное освоение месторождений горючих сланцев целесообразно только при условии утилизации зольных отходов, а эффективность использования сырья может быть повышена за счет его совместной термической переработки с торфом, бурыми углами, сапропелем или полимерными отходами. Проблема окупаемости разработки месторождений может быть решена путем передачи их в концессию. В любом случае решение о промышленном освоении Туровского и Любанского месторождений должно предусматривать осуществление комплекса мероприятий по минимизации экологических последствий добычи и переработки сланцев.

**Нетрадиционные углеводороды.** С 2010 г. широкий интерес вызывает проблема поисков сланцевого газа, что обусловлено информацией об успехах добычи этого энергоносителя в США и Канаде. Несмотря на название, сланцевый газ не связан с горючими сланцами. Это

общее название природных, преимущественно метановых газов, содержащихся в микротрещинах слабопроницаемых плотных пород, как правило, залегающих на глубинах от 1 до 4 км и более.

Газ, добываемый из плотных глинистых пород, в англоязычной литературе называют термином «shale gas», из плотных карбонатных и песчаных пород – «tight gas». Группой специалистов Института природопользования НАН Беларуси, РУП «Белгеология», РУП «ПО «Белоруснефть», НИГРУП «Белгео» выполнен анализ перспектив недр Беларуси на поиски скоплений сланцевого газа и выделено несколько перспективных участков в Припятском прогибе и Подлясско-Брестской впадине. Начато изучение нескольких перспективных объектов в Припятском прогибе на глубинах 3–5 км с использованием новой технологии сейсмических исследований и последующим бурением отдельных параметрических скважин глубиной до 5 км. Специалистами РУП «ПО «Белоруснефть» разработана программа «Комплексирование поисковых и аналитических методов для прогнозирования месторождений газа типа «сланцевого» (shale-gas) и «сжатого» (tight-gas) и выявление перспективных объектов в Беларусь». В настоящее время реализуется проект по добыче нефти из залежей нетрадиционного типа в верхних низкопроницаемых пластах межсолевого комплекса Речицкого месторождения. Вместе с тем, следует иметь в виду, что мировой опыт решения сланцевогазовой проблемы показывает, что добыча сланцевого газа может быть только вспомогательным направлением в решении проблем энергетической безопасности.

### **Химическое и агрехимическое сырье**

**Калийные соли.** Этот, самый главный, вид минерального сырья Беларуси приурочен к калиеносной субформации верхнесолевой (фаменской) формации Припятского прогиба. Проблема оценки ресурсов Припятского калиеносного бассейна к настоящему времени в основном решена. Более 60 лет разрабатывается Старобинское месторождение. Накопленная добыча солей в пересчете на K<sub>2</sub>O за время эксплуатации месторождения составила более 200 млн т. Производство калийных удобрений в последние годы составляет более 5,2 млн т в год, из которых 4,1 млн т идет на экспорт.

Однако, несмотря на значительные общие ресурсы калийных солей Старобинского месторождения, обеспеченность запасами отдельных рудников РУП «ПО «Беларуськалий» неравномерная. Для стабильного функционирования горнодобывающих предприятий в ближней и дальней перспективе строятся рудники на Нежинском участке Старобинского месторождения, Петриковском месторождении калийных солей и предусматривается детальная разведка новых участков в Припятском прогибе. Это позволит поддерживать и даже нарастить объемы добычи калийных солей и производства калийных удобрений. При благоприятной конъюнктуре рынка производство калийных удобрений может быть увеличено до 10–11 млн т в год и более.

**Каменная соль.** Беларусь располагает практически неограниченными ресурсами каменной соли, сосредоточенными в Припятском прогибе. Общая добыча соли составляет более 0,8 млн т в год, экспортные поставки – 300 тыс. т пищевой соли и 350 тыс. т технической соли в год. Разведанные запасы фаменской каменной соли на Старобинском, Давыдовском и Мозырском месторождениях превышают 21 млрд т и позволяют полностью обеспечить как внутренние потребности страны, так и поставки на экспорт.

Кроме разведенных месторождений каменной соли выявлен ряд участков (Шестовичский, Скрыгаловский, Комаровичский, Октябрьский, Южно-Копатковичский и Омельковщинский) с суммарными запасами более 28 млрд т.

**Промышленные рассолы** распространены в основном в пределах Припятского прогиба и приурочены, главным образом, к девонским межсолевым и подсолевым отложениям и верхнепротерозойской толще. Рассолы залегают на глубинах от 1,5 до 5–6 км. Их общие геологические запасы, определяемые объемом пустотного пространства карбонатных и терригенных пород-коллекторов, весьма значительны и составляют около 1830 км<sup>3</sup>. Минерализация рассолов – 300–460 г/л; химический состав хлоридный натриевый, натриево-кальциевый и кальциевый. В рассолах присутствуют высокие количества хлоридов магния,

калия, аммония и целого ряда микроэлементов: брома (3,5–6 г/л), йода (до 100 мг/л), стронция (1,5–4,5 г/л), бора (до 500 мг/л), лития (до 110 мг/л), рубидия (до 50 мг/л) и др.

Рассолы Припятского прогиба могут найти применение как сырье для извлечения ценных компонентов, для приготовления антиобледенителей дорожных покрытий, производства бетона, выпуска лекарственных препаратов типа широко известного «бишофита». Рассчитывать на рентабельность использования промышленных рассолов можно только в том случае, если оно будет комплексным.

**Сапропель.** Геологоразведочные работы по поискам и оценке ресурсов озерных сапропелей и ведению Кадастра сапропелевых отложений озер с 1975 г. проводят специалисты Института природопользования НАН Беларуси и ряда проектных организаций. Получены данные о запасах и составе сапропелей более 660 озер. Выполнена детальная разведка сапропелей, залегающих под торфом, в пределах 70 торфяных месторождений. Из общего объема геологических ресурсов сапропеля в озерах, составляющего 2,6 млрд м<sup>3</sup>, уже разведано более 2 млрд м<sup>3</sup>, или 80 %. Балансовые запасы промышленных категорий детально разведенных месторождений сапропеля составили около 78 млн т. Необходимо расширение добычи и переработки этого сырья, которое может дать значительный экономический эффект.

**Доломит.** В Витебской и Могилевской областях выявлено более 25 месторождений и проявлений доломита. ОАО «Доломит» разрабатывает месторождение Руба с разведенными запасами свыше 930 млн т. Мощности действующего на базе месторождения завода полностью обеспечивают потребности республики, а также позволяют довести производство доломитовой муки до 7 млн т в год и более. На предприятии производятся также доломитовый щебень, доломитовый наполнитель, минеральный порошок для асфальтобетонных и органоминеральных смесей и другая продукция.

**Силициты (трепелы, опоки)** используются в качестве добавок к цементу, кормовых добавок, средств снижения радиоактивности растений, выращиваемых на загрязненных территориях, при производстве фильтров, удобрений, красок, изоляционных материалов, промышленных сорбентов.

Выявлен ряд месторождений силицитов, приуроченных в основном к отложениям верхнеконьянского подъяруса верхнего мела. На востоке Могилевской области к промышленному освоению подготовлено месторождение трепелов Стальное с запасами около 30 млн т, которое может разрабатываться открытым способом.

Сейчас получаемые из трепела добавки для производства цемента в Беларуси завозят с Фокинского месторождения Брянской области России. Запасы месторождения Стальное позволяют заместить экспорт трепела и обеспечить цементные заводы Беларуси активными минеральными добавками.

**Фосфориты** являются одной из важнейших разновидностей агроруд. В пределах Сожского фосфоритоносного бассейна, фосфориты приурочены к толще глауконитово-кварцевых песков сеноманского яруса верхнего мела. Здесь, в Могилевской области, разведаны Мстиславское и Лобковичское месторождения, на которых фосфориты представлены разрозненными или сцементированными фосфатом (фосфоритовая плита) желваками. На Мстиславском месторождении запасы руды составляют 62 млн т, на Лобковичском – 245,6 млн т.

Второй, менее изученный, фосфоритоносный бассейн Беларуси – Припятский – представлен двумя месторождениями, расположенными в Брестской области – Ореховским и Приграничным. Желваковые фосфориты здесь локализованы в толще эоцена.

Проблемы, затрудняющие разработку белорусских месторождений фосфоритов, это низкое содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в рудах, и большая мощность вскрыши.

**Давсонит** – потенциальное сырье для получения алюминия и соды. Впервые боксит-давсонитовые породы были обнаружены в начале 1970-х годов на Осташковичской, а несколько позже на Заозерной площадях Припятского прогиба в нижнекаменноугольной (вицейской) толще. Выявлено Заозерное месторождение с залеганием рудных линз мощностью 0,4–5,7 м на глубине от 240 до 950 м. Давсонитовые породы находятся в парагенезисе с бок-

ситами. Содержание основных компонентов изменяется так:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – от 16 до 63 %,  $\text{Na}_2\text{O}$  – от 0,2 до 20 %. Среднее содержание давсонита в рудах отдельных залежей составляет 26–38 %. Ресурсы давсонитовых и боксит-давсонитовых руд (категория Р<sub>1</sub>) на Заозерном месторождении – около 400 млн т. Разработка этого месторождения возможна методом подземного выщелачивания.

### **Металлические полезные ископаемые**

**Железные руды.** В кристаллическом фундаменте территории Беларуси выявлены и разведаны Оковское месторождение железистых кварцитов (Минская область) и Новоселковское месторождение ильменит-магнетитовых руд (Гродненская область). На более изученном и подготовленном к разработке Оковском месторождении выделено 9 крутопадающих пластообразных рудных тел мощностью от 4,6 до 62,8 м, с содержанием железа общего 23,91 % и железа магнетитового 13,55 %. Промышленные запасы руды, подсчитанные по результатам детальной разведки, составляют 145,4 млн т до глубины 700 м.

Выполненный межведомственной рабочей группой многовариантный расчет экономических показателей промышленного освоения Оковского месторождения железных руд показал, что инвестиционный проект по его освоению при рыночной цене реализации металлизованных окатышей в настоящее время не окупаем.

**Бериллий и редкоземельные элементы.** Рудоносные метасоматиты выявлены в кристаллическом фундаменте Гомельской области (месторождение Диабазовое). Руды относятся к труднообогатимому сырью, но могут быть переработаны по специальным схемам с получением технических гидроксидов редких элементов с извлечением 60 %.

В ТЭО временных кондиций обоснована рентабельность эксплуатации месторождения. Она повышается при попутной добыче диабазов для производства минеральных волокон. Информация о перспективах освоения бериллиево-редкоземельного месторождения Диабазовое рассматривалась на заседаниях Госсовета по проблемам освоения недр в 2010 и 2012 гг. и в последующем.

Разведенных запасов бериллия месторождения Диабазовое имеется не более чем на 10 лет эксплуатации месторождения при минимальном годовом объеме добычи. Однако, учитывая высокую стоимость и стратегическое значение бериллия и других редких металлов, не исключено, что освоение месторождения может оказаться оправданным. Особого внимания требует проблема влияния добычи и переработки сырья этого месторождения на окружающую среду. Бериллий является высокотоксичным элементом. Поэтому необходимо предусмотреть комплекс мероприятий по минимизации экологических последствий разработки месторождения.

### **Сырье для производства строительных материалов**

В Беларуси этот вид минерального сырья представлен многочисленными и разнообразными месторождениями песков и песчано-гравийного материала, глин, карбонатных пород, гипса, а также естественного строительного камня. Несмотря на относительную дешевизну сырья для производства стройматериалов, его значение в экономике страны трудно переоценить.

**Пески** имеют широкое распространение в Беларуси. Месторождения песков приурочены к четвертичной толще, реже – к отложениям палеогена и неогена.

Сыревая база строительных и силикатных песков включает 170 месторождений (общие запасы около 570 млн м<sup>3</sup>), расположенных по всей территории страны. Мощность отдельных залежей достигает 15 м. Разрабатывается более 70 месторождений. Ежегодная добыча – свыше 6,6 млн м<sup>3</sup>.

В Гомельской и Брестской областях выявлено 11 месторождений кварцевых песков. ОАО «Гомельский ГОК» на месторождении Ленино ведет добычу кварцевых песков для стекольного производства. Ежегодно добывается около 1 млн т стекольных и формовочных кварцевых песков. Проблема в том, что на месторождении Ленино оставшиеся промышленные запасы составляют 4 млн т, которых хватает всего на 4 года. Для укрепления сырьевой базы предприятия необходимо освоение месторождения кварцевых песков Лениндар.

В перспективе для обеспечения стекольного и формовочного производства сырьем необходимо вовлечение в промышленное освоение других месторождений, а также строительство нового горно-обогатительного комбината на базе месторождений Городное и Бережное.

Залежи *песчано-гравийного материала* связаны с моренными, реже аллювиальными отложениями и широко распространены в северной и центральной частях Беларуси. По размерам они обычно небольшие (до 50 га). Мощность продуктивной толщи от 1–3 до 10–20 м. Разведано 197 месторождений с общими запасами более 710 млн м<sup>3</sup>; эксплуатируется 108 месторождений. Ежегодно добывается свыше 0,5 млн м<sup>3</sup> песчано-гравийных материалов. Они применяются, в основном, для приготовления бетонов и строительных растворов.

*Глины и глинистые породы* являются сырьевой базой для производства грубой и тонкой керамики, легких заполнителей, используются в качестве важнейшего компонента при изготовлении цемента, а также в других целях. Месторождения легкоплавких глин связаны в основном с четвертичными отложениями, тугоплавких – с олигоценовыми и плиоценовыми образованиями, распространенными на юге Беларуси.

Разведано около 220 месторождений легкоплавких глин и глинистых пород для производства кирпича, черепицы, плитки с общими запасами около 250 млн м<sup>3</sup>. Ежегодно добывается свыше 1 млн м<sup>3</sup> сырья. На государственном балансе числится 14 месторождений глинистых пород для производства аглопорита и керамзита. Общие запасы сырья на этих месторождениях около 80 млн м<sup>3</sup>; его годовая добыча глин для производства аглопорита и керамзита превышает 250 тыс. т. Запасы глинистых пород для цементной промышленности – более 110 млн м<sup>3</sup>.

Сырьевая база тугоплавких глин насчитывает 6 месторождений в Брестской и Гомельской областях. Общие запасы сырья более 50 млн т. Ежегодная добыча тугоплавких глин составляет 90–100 тыс. т.

Группа промышленно ценных глинистых пород Беларуси включает также каолины, выявленные в пределах Микашевичско-Житковичского выступа кристаллического фундамента. Они представляют собой продукты выветривания гранитогнейсов и гнейсов. Каолины, как правило, светло-серые и белые, слюдистые, с примесью гидрослюды и монтмориллонита. Выявлено 4 месторождения. Прогнозные ресурсы оцениваются почти в 27 млн т. Каолины содержат повышенные количества красящих оксидов железа. Они пригодны для производства фарфоровых и фаянсовых изделий, не требующих высокой белизны, а также для изготовления шамотных изделий.

*Карбонатные породы*, используемые в основном для производства цемента и извести, представлены писчим мелом и мергелями, залегающими в толще позднемелового возраста. Они находятся как в коренном залегании, так и в ледниковых отторженцах. На площадях их неглубокого залегания, главным образом, в Кричевском, Климовичском, Костюковичском и Чериковском районах Могилевской области, Волковысском и Гродненском районах Гродненской области разведен целый ряд месторождений. Одни из них (например, Кричевское) представлены писчим мелом, другие (Коммунарское) – мергелем, третьи (Каменка) – мергелем и писчим мелом. Мощность продуктивной толщи на месторождениях варьирует от 10–20 до 50 м при глубине залегания кровли от 1 до 25 м. Содержание CaCO<sub>3</sub> колеблется от 65 % в мергелях до 98 % в писчем мелу.

Величина общих разведенных запасов карбонатных пород для цементной промышленности превышает 1 млрд т. Кроме того, разведано около 370 млн т писчего мела для производства извести. На базе белорусских месторождений, где ежегодно добывается около 7,5 млн т мела и мергелей, действуют крупные предприятия – производители цемента: «Красносельскстройматериалы», «Кричевцементношифер», Белорусский цементный завод. Актуально создание резервной сырьевой базы для Белорусского цементного завода.

*Гипс и ангидрит* в платформенном чехле на территории Беларуси встречаются в виде пластов, слоев, прослоев, прожилков и гнезд в средне-, верхнедевонских и нижнепермских отложениях. Сравнительно неглубоко залегающие (132–380 м) мощные пласти гипса выяв-

лены среди отложений фаменского яруса верхнего девона на западе Припятского прогиба. Они приурочены к приподнятому блоку кристаллического фундамента и образуют Бриневское месторождение гипса и ангидрита. Здесь установлено до 14 пластов сульфатных пород, которые объединены в четыре горизонта. Мощность гипсовых горизонтов колеблется от 1–3 до 54 м. В разрезе нижнего из них наблюдаются мощные линзы гипсово-ангидритовой и ангидритовой породы. Содержание гипса в продуктивных пластах изменяется от 37 до 95 %. Запасы сырья на месторождении свыше 100 млн т. Степень изученности месторождения высокая: в 2012 г. завершена детальная разведка одного из его участков. Имеется возможность организовать добычу 1 млн т гипсо-ангидритового камня в год. Это актуально, так как в республику ежегодно ввозится около 260 тыс. т гипсового камня.

*Естественный строительный камень* на территории Беларуси представлен разнообразными породами кристаллического фундамента (граниты, гранодиориты, диориты, мигматиты и др.). В Брестской области разведаны два месторождения строительного камня (Микашевичи и Ситница), в Гомельской – месторождение строительного камня (Глушкевичи, участок Крестьянская Нива) и месторождение облицовочных материалов (Карьер Надежды). На разрабатываемом месторождении Микашевичи строительный камень залегает на глубине от 8 до 41 м, запасы сырья – 255 млн м<sup>3</sup>. Разрабатывается также месторождение Глушкевичи с запасами свыше 65 млн м<sup>3</sup>. Ежегодная добыча строительного камня на месторождениях Микашевичи и Глушкевичи составляет 6–8 млн м<sup>3</sup>.

В стране имеются перспективы увеличения объемов добычи строительного камня за счет введения в эксплуатацию находящегося в резерве месторождения Ситница, а также возобновления добычи облицовочных материалов на месторождении Карьер Надежды. Отдельные виды естественного строительного камня могут быть использованы для каменного литья и производства минеральных волокон. В этом отношении интересны метадиабазы Микашевичского карьера.

#### **Подземные воды**

*Пресные подземные воды*, используемые для централизованного водоснабжения, в разных частях страны связаны с межморенными отложениями четвертичной толщи, неогеновыми, палеогеновыми, меловыми, верхнеюрскими, нижнекаменноугольными, девонскими, нижнепалеозойскими и верхнепротерозойскими образованиями. Разведано более 280 месторождений, на базе которых осуществляется водоснабжение порядка 70 городов, водообеспечение многих других населенных пунктов и объектов сельскохозяйственного производства. Балансовые запасы пресных подземных вод страны составляют свыше 7 млн м<sup>3</sup>/сут. Ведутся активные работы по борьбе с техногенным загрязнением подземных вод. При этом в комплексе решаются проблемы, связанные с изучением формирования состава пресных подземных вод в водоносных горизонтах, с функционированием систем водоотбора, водоподготовки и водораспределения.

К отложениям осадочного чехла и кристаллического фундамента приурочены *минеральные воды* (и лечебные рассолы). Разведано свыше 230 источников минеральных вод с общими запасами более 60 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Наиболее распространены хлоридные, сульфатно-хлоридные и хлоридно-сульфатные воды, реже встречаются сульфатные и радоновые; имеются перспективы обнаружения сероводородных вод. Катионный состав минеральных вод достаточно разнообразен. На базе разведенных источников минеральных вод работают санатории и профилактории, функционируют заводы по розливу минеральных вод («Минская», «Дарида», «Бобруйская», «Борисовская», «Брестская», «Могилевская», «Нарочанская» и др.).

В недрах Беларуси имеются ресурсы *термальных вод* (свыше 20 °C). В Припятском прогибе температура подземных вод на срезе 2000 м обычно изменяется от 30 до 60 °C, а на глубине 3000 м – от 45,0 до 85 °C. Долгое время наиболее высоким из замеренных значений температур было 116,5 °C в разрезе скв. Барсуковская 3 на глубине 3860 м. Совсем недавно этот «рекорд» перекрыт: в скв. Предречицкая 1 на глубине 4700 м зафиксирована температура 138 °C.

Главной причиной, сдерживающей использование геотермальной энергии Припятского прогиба, является отсутствие эффективной технологии подъема с больших глубин термальных вод очень высокой минерализации, который сопровождается образованием соляных пробок в скважинах. Вместе с тем, перспективным может оказаться использование термальных вод нефтяных месторождений, находящихся на заключительной стадии разработки. На этих объектах пласты-коллекторы промыты в результате закачки слабоминерализованной воды при добыче нефти, имеется большое количество готовых (нагнетательных и обводнившихся) скважин, хорошо изучены пути фильтрации воды.

В Подлясско-Брестской впадине на глубине до 1 км залегают пресные или почти пресные подземные воды с температурой 30 °С. Здесь, в пригороде Бреста, на базе скважины глубиной около 1,5 км в 2011 г. была пущена в пробную эксплуатацию геотермальная станция мощностью 1 МВт для нужд парниково-тепличного комбината «Берестье».

Таким образом, минерально-сырьевой потенциал Беларуси позволяет обеспечить хозяйственно-производственные потребности экономики страны по многим видам сырья. Вместе с тем, перед научными и производственными коллективами геологов стоят задачи по поддержанию и развитию сырьевой базы действующих предприятий, потребляющих минеральные ресурсы, и по выявлению и освоению новых видов полезных ископаемых. На это нацелены соответствующие подпрограммы и разделы выполняющейся Государственной программы «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов (2016–2020 гг.)».

#### Список литературы

1. Ажгиревич Л.Ф. Бороугольная формация кайнозоя Белоруссии. – Мин.: Наука и техника, 1981. – 206 с.
2. Ажгиревич Л.Ф. Сланценосная формация верхнего палеозоя Белоруссии. – Мин.: Наука и техника, 1982. – 210 с.
3. Бескопыльный В.Н., Айзберг Р.Е. Оценка перспектив поисков традиционных и нетрадиционных залежей углеводородов в Припятском палеорифтовом бассейне // Недропользование. XXI век – 2017. – № 1 (64). – С. 60–75.
4. Гарецкий Р.Г., Высоцкий Э.А., Кислик В.З. и др. Калийные соли Припятского прогиба. – Мин.: Наука и техника, 1984. – 181 с.
5. Геология Беларуси / ред. А. С. Махнач, Р. Г. Гарецкий, А. В. Матвеев и др. – Мин.: ИГН НАН Беларуси, 2001. – 815 с.
6. Грибик Я.Г. Оценка и освоение ресурсного потенциала традиционного углеводородного сырья в недрах Беларуси // Доклады НАН Беларуси, 2014. – Т.56, № 2. – С. 108–113.
7. Грибик Я.Г. Перспективы освоения ресурсного потенциала нетрадиционного углеводородного сырья Беларуси // Літасфера. – 2014. – 2 (41). – С. 99–116.
8. Жогло В.Г., Махнач А.А. об использовании геотермальных ресурсов нефтяных месторождений Беларуси, находящихся на поздней стадии разработки // Літасфера. – 2011. – № 2 (35). – С. 139–142.
9. Зуй В.И., Жук М.С. Тепловое поле геологических структур Беларуси // Літасфера. – 2006. – 2 (25). – С. 111–127.
10. Карабанов А.К., Айзберг Р.Е., Гарецкий Р.Г. и др. Актуальные проблемы исследований в области наук о земле и освоения минерально-сырьевых ресурсов. Природопользование. Вып. 21. – 2012. – С. 5–19.
11. Кудельский А.В., Шиманович В.М.. Махнач А.А. Гидрогеология и рассолы Припятского нефтегазоносного бассейна. Мин.: – Наука и техника, 1985. – 223 с.
12. Кудельский А.В., Ясовеев М.Г. Минеральные воды Беларуси. – Мин.: Наука и техника, 1994. – 280 с.
13. Матвеев А.В., Хомич П.З., Подоляко В.М., Махнач А.А. Минеральные ресурсы Беларуси и некоторые проблемы их освоения // Природные ресурсы. – 1996. – № 1. – С. 74–80.
14. Махнач А.А. Краткий очерк геологии Беларуси и смежных территорий. – Мин.: Беларус. навука, 2014. – 190 с.
15. Полезные ископаемые Беларуси: К 75-летию БелНИГРИ / Редкол.: П.З. Хомич и др. – Мин.: Аддукцыя і выхаванне, 2002. – 528 с.

# СЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

**Т.И. Аронова, Р.Р. Сероглазов, В.А. Аронов, О.Н. Ацута, Г.А. Аронов**

Центр геофизического мониторинга НАН Беларуси,  
г. Минск, Беларусь, e-mail: [centr@cgm.org.by](mailto:centr@cgm.org.by)

Исследована сейсмотектоническая активность западной части Восточно-Европейской платформы. Проведен анализ сведений о произошедших здесь исторических землетрясениях и современных зарегистрированных землетрясениях. Определена их связь с сейсмогенными зонами региона. Установлено, что глубинные разломы, пассивные в течение длительного времени могут активизироваться и генерировать землетрясения.

**Ключевые слова:** землетрясение; магнитуда; разлом; тектоника; геодинамика; активность.

## SEISMOTECTONIC ACTIVITY OF THE WESTERN PART OF THE EAST EUROPEAN PLATFORM

**T.I. Aronova, R.R. Seroglazov, V.A. Aronov, V.N. Atsuta, G.A. Aronov**

Centre of Geophysical Monitoring, NAS Belarus, Minsk, Belarus

The seismotectonic activity of the west of the East European Platform was investigated. The analysis of information about historical earthquakes that occurred there, as well as the modern registered earthquakes has been held. The connection of these seismic events with the seismogenic areas of the region was determined. It was established that deep faults passive during long period of time can activate and generate earthquakes.

**Key words:** earthquake; magnitude; fault; tectonics; geodynamics; activity.

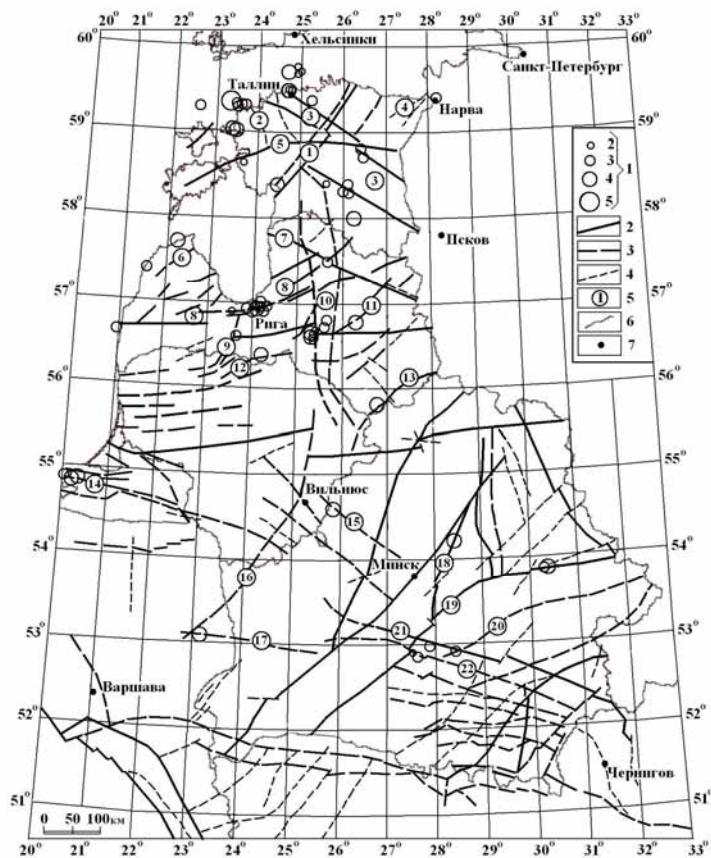
**Введение.** Территория Беларуси и стран Балтии представляет единый сейсмотектонический регион в западной части Восточно-Европейской платформы; имеющий сходное геологическое развитие и общие современные геодинамические условия. В целом; регион характеризуется относительно слабой сейсмической активностью; однако в его пределах проходили достаточно сильные сейсмические события; как в исторический период; так и на современном этапе с сейсмическими событиями умеренных магнитуд  $M \leq 5,5$ . Характерным подтверждением этому являются Осмуссаарское землетрясение (1976 г.) и серия Калининградских землетрясений (2004 г.); которые ощущались на территории ряда стран; в том числе и в Беларуси с интенсивностью сотрясений 3–4 балла.

**Результаты исследований.** В условиях слабой сейсмичности; а; также учитывая позднее развитие инструментальных сейсмометрических наблюдений; большая роль в изучении региональной сейсмичности запада Восточно-Европейской платформы относится к историческим землетрясениям. В результате изучения литературных и архивных источников; баз данных мировых и национальных сейсмологических центров были собраны материалы о 52 исторических и 18 современных инструментально зарегистрированных ощущимых землетрясениях. На основе этих данных был составлен каталог землетрясений Белорусско-Прибалтийского региона (западная часть Восточно-Европейской платформы). Наибольший вклад в изучение исторических землетрясений внесли профессор Рижского университета Бруно Досс; крупнейшие русские исследователи Императорского Русского Географического Общества И.В. Мушкетов и А.П. Орлов; а также другие исследователи сейсмичности региона [5; 6].

Каталог был составлен на основе систематизации ранее опубликованных сведений об исторических событиях и дополнен современными данными инструментально зарегистрированных ощущимых землетрясений. Анализ литературных источников показал; что имеющиеся макросейсмические данные об исторических землетрясениях; не позволяют существенно уточнить основные необходимые для сейсмотектонических построений пространственно-временные параметры очагов землетрясений: координаты; глубину; энергетические характеристики. Поэтому было принято решение все параметры; указанные в

первоисточниках; оставить без изменений; за исключением корректировки энергетических характеристик. За основу была выбрана магнитуда MLH – как принято для неглубоких землетрясений; характерных для Белорусско-Прибалтийского региона.

На основе данного каталога построена карта эпицентров ощущимых землетрясений и основных тектонических нарушений запада Восточно-Европейской платформы (рисунок). Размер окружностей на карте соответствует землетрясениям с магнитудой от 2 до 5. Разломы и разломные зоны нанесены по материалам работ Р.Е. Айзберга; Н.В. Аксаментовой; Р.Г. Гарецкого; А.К. Карабанова; П.И. Сувейздиса и других [4]. Те из них, в которых проявилась сейсмическая активность в разное историческое время; обозначены кружком и пронумерованы. Как следует из карты; эпицентры землетрясений неравномерно распределены по площади. Их высокая концентрация наблюдается в северной части региона и его береговой линии. Здесь наиболее характерными являются местные тектонические землетрясения; причиной возникновения которых были сейсмогенные зоны; приуроченные к доплатформенным и платформенным тектоническим разломам.



**Карта эпицентров ощущимых землетрясений и основных тектонических нарушений запада ВЕП:** 1 – магнитуда землетрясений; 2–4 разломы и зоны разломов (2 – суперрегиональные; ограничивающие крупнейшие надпорядковые структуры; 3 – региональные; 4 – субрегиональные); 5 – наименования разломов или их зон (цифры в кружках: 1 – Пярну-Тапаская зона; 2 – Вихтерпалуский; 3 – Палдийско-Псковская зона; 4 – Ахтмеский; 5 – Тартуский; 6 – Курземско-Пянская зона; 7 – Северо-Латвийский; 8 – Лиепайско-Рижская зона; 9 – Таурагско-Огрский; 10 – Восточно-Латвийская зона; 11 – Гулбекский; 12 – Тяльшайско-Эрглинская зона; 13 – Восточно-Литовский; 14 – Прегольская зона; 15 – Ошмянский; 16 – Верхненеманский; 17 – Свислочский; 18 – Борисовский; 19 – Стоходско-Могилевский; 20 – Кричевский; 21 – Северо-Припятский; 22 – Речицкий); 6 – государственная граница 7 – город

Сопоставление распределения эпицентров землетрясений с тектоническими нарушениями в регионе показывает; что очаги землетрясений в основном расположены в зонах разломов. Крупные субширотные и субмеридиональные разломы создают сложную блоковую

структуре региона. Некоторые разломы или их звенья не проявили пока сейсмической активности; однако это не свидетельствует о том, что они не сейсмогенны. Разломы и разломные зоны, обозначенные на карте, систематизированы и выделены в следующие сейсмогенерирующие зоны.

1. *Оスマуссаарская зона*. Разломы преимущественно северо-восточного простирания проявляются в фундаменте и частично в чехле. На северо-западном окончании Палдийско-Псковской разломной зоны произошла серия землетрясений: 1602 г. с магнитудой 3,8; 1853 г. ( $M=1,2$ ); 1869 г. ( $M=2,5$ ); 1931 г. ( $M=3,0$ ). К Вихтерпалускому разлому приурочена серия из пяти ощущимых инструментально зарегистрированных землетрясений в Эстонии; о. Оスマуссаар в 1976 г. с магнитудами (4,7; 3,5; 3,0; 3,5; 3,0). На северо-западном окончании Тартуского разлома субширотного простирания произошло землетрясение в 1844 г. ( $M=2,5$ ). К этой зоне можно отнести землетрясения с № 1827 г. ( $M=4,0$ ); 1858 г. ( $M=3,0$ ); 1877 г. ( $M=4,2$ ).

2. *Западно-Эстонская зона*. Эпицентр землетрясения 1670 г. ( $M=3,9$ ) совпадает с Пярно-Тапаской зоной разломов северо-восточного простирания.

3. *Навская зона*; в ней выделяется несколько разломных зон северо-восточного простирания. Эпицентр землетрясения 1881 г. ( $M=3,2$ ) приурочен к Ахтмескому разлому северо-восточного простирания.

4–5. *Центрально-Эстонская зона*. В ней отмечается две группы эпицентров землетрясений: 4 – северная и 5 – южная. К северной зоне относятся два землетрясения 1987 г. ( $M=3,0$ ) и 1988 г. ( $M=2,9$ ); которые расположены в зоне пересечения восточных окончаний разломов Тартуского и Палдийско-Псковского. К южной зоне относятся землетрясения: 1909 г. ( $M=1,9$ ); 1987 г. ( $M=2,7$ ; 3,5 и 2,9) расположенные вдоль Палдийско-Псковской разломной зоны северо-западного простирания и землетрясение 1823 г. ( $M=3,9$ ).

6. *Курземская зона*. Эпицентры землетрясений 1785 г. ( $M=3,5$ ); 1857 г. ( $M=4,5$ ) совпадают с активной Курзеско-Пярнской зоной разломов северо-восточного простирания.

7. *Рижская зона*. Эпицентры землетрясений: 1783 г. ( $M=2,5$ ); 1807 г. ( $M=3,0$ ); 1853 г. ( $M=3,5$ ); 1854 г. ( $M=2,9$ ); 1870 г. ( $M=3,5$ ; 2,9 и 2,5); 1907 г. ( $M=3,5$ ); 1908 г. – семь землетрясений с магнитудами (2,9; 2,9; 4,5; 3,5; 4,5; 3,5 и 2,9); 1909 г. ( $M=3,5$ ); 1910 г. ( $M=4,0$ ) совпадают с разломами, образующими Лиепайско-Рижскую систему разломов северо-восточного простирания.

8. *Восточно-Латвийская зона*. Здесь эпицентры землетрясений совпадают с узлом пересечения трех разнонаправленных зон активных разломов: меридионального; северо-восточного и северо-западного простирания. К Центрально-Прибалтийской зоне приурочены эпицентры шести землетрясений 1821 г. с магнитудами (2,5; 4,0; 2,5; 2,5; 4,5; 2,5); 1853 г. ( $M=2,9$ ); 1853 ( $M=1,2$ ). К Таурагско-Оргскому разлому северо-восточного простирания приурочено землетрясение 1896 г. ( $M=3,5$ ). К Гулбекскому разлому приурочено землетрясений 1908 г. ( $M=4,5$ ). В зоне пересечения Северо-Латвийского разлома и Лиепайско-Рижской системы разломов расположен эпицентр землетрясения 1908 г. ( $M=3,5$ ). Землетрясение 1616 г. ( $M=4,1$ ) приурочено к Тяльшайско-Эрглинской разломной зоне.

9. *Даугавпилсская зона*. Землетрясение 1908 г. ( $M=4,5$ ) приурочено к Восточно-Литовскому разлому северо-восточного простирания.

10. *Калининградско-Литовская зона*. Она расположена на западном продолжении Курземско-Полоцкого пояса разломов. В его Прегольской зоне расположены эпицентры серии Калининградских землетрясений 2004 г. с магнитудами 4,1; 4,3 и 3,0 [2; 7; 8].

11. *Ошмянская зона*. Эпицентр землетрясения 1908 г. ( $M=4,5$ ) приурочен к Ошмянскому разлому северо-западного простирания.

12. *Волковыско-Белостокская зона*. К зоне пересечения разломов Свислочского субширотного простирания и Верхненеманского северо-восточного простирания приурочен эпицентр землетрясения 1803 г. ( $M=3,6$ ).

13. *Минская зона*. Эпицентр землетрясения 1887 г. ( $M=3,7$ ) приурочен к Борисовскому доплатформенному разлому северо-восточного направления.

**14. Припятская зона.** Характеризуется зонами пересечения доплатформенных разломов северо-восточного направления и платформенных северо-западного простирания. Так к Северо-Припятскому суперрегиональному разлому приурочен эпицентр землетрясения 1983 г. ( $M=2,8$ ). В зоне пересечения Северо-Припятского суперрегионального и Кричевского доплатформенного разломов расположен эпицентр землетрясения 1985 г. ( $M=3,1$ ). К зоне пересечения Речицкого разлома и доплатформенного Стоходско-Могилевского суперрегионального разлома приурочены эпицентры землетрясений 1978 г. ( $M=3,5$ ); 1998 г. ( $M=1,9$  и  $0,8$ ).

**15. Могилевская зона.** Эпицентры двух исторических землетрясений 1893 г. ( $M=3,5$ ); 1896 г. ( $M=4,0$ ) приурочены к доплатформенному Стоходско-Могилевскому суперрегиональному разлому.

Изучение региональной сейсмичности сопредельных стран показало; что максимальная интенсивность землетрясений связана с северо-западной частью Латвии и значительной частью западной Эстонии; включая ее прибрежные острова; Калининградской областью России. В регионе главными сейсмогенерирующими тектоническими элементами являются активные разломные зоны Белорусско-Балтийского региона и Припятско-Донецкого авлакогена; зоны сочленения древнего Восточно-Европейского кратона с молодой Западно-Европейской платформой (зона Тейссейра-Торнквиста); Русской плиты с Балтийским щитом [1; 3].

**Выводы.** Землетрясения западной части Восточно-Европейской платформы приурочены к определенным наиболее активным в сейсмическом отношении зонам разломов или к зонам их пересечения. Для региона характерны диагональные системы региональных тектонических нарушений СЗ–ЮВ и ЮЗ–СВ направлений. Глубинные разломы; пассивные в течение длительного геологического времени; могут активизироваться и генерировать землетрясения. Характерным подтверждением этому являются Калининградские землетрясения 2004 г.

Современная сейсмическая активность южной и центральной части этого региона несколько ниже по сравнению с северной и северо-западной его окраинами. Наблюдается увеличение сейсмотектонического потенциала региона в северо-западном направлении; на который оказывает влияние современный формирующийся рифт в пределах Ботнического и Финского заливов Балтийского моря.

#### Список литературы

1. Айзберг Р.Е., Аронов А.Г., Гарецкий Р.Г., Карабанов А.К., Сафонов О.Н., Сероглазов Р.Р., Аронова Т.И. Сейсмотектоническое районирование западной части Восточно-Европейской платформы: в 2 кн. / Кн. 1: Землетрясения. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. – С. 368–381.
2. Аронов А.Г., Аронова Т.И. Сейсмотектонические критерии долгосрочного прогноза Калининградских землетрясений // Калининградское землетрясение 21 сентября 2004 года. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ; 2009. – С. 136–150.1. Землетрясения и микросейсмичность в задачах современной геодинамики Восточно-Европейской платформы: в 2 кн. / Кн. 1: Землетрясения. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН; 2007. – 381 с.
3. Аронов А.Г., Сероглазов Р.Р., Аронова Т.И. Сейсмичность и сейсмотектоника // Сейсмотектоника плит древних платформ в области четвертичного оледенения. – М.: Книга и Бизнес; 2009. – С. 122–137.
4. Геология Беларуси. – Минск; 2001. – 815 с.
5. Землетрясения и микросейсмичность в задачах современной геодинамики Восточно-Европейской платформы: в 2 кн. / Кн. 1: Землетрясения. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН; 2007. – 381 с.
6. Сейсмотектоника плит древних платформ в области четвертичного оледенения. – М.: Книга и Бизнес; 2009. – 225 с.
7. Aronov A.G., Aronova T.I., Assinovskaya B., Debski W., Domanski B., Gregersen S., Guterch B., Grünthal G., Husebye E.S., Mäntyniemi P., Nikulin V.G., Pacesa A., Puura V., Sliaupa S., Wiejacz P. The exceptional earthquakes in Kaliningrad district; Russia on September 21; 2004 // Physics of the Earth and Planetary Interiors. 2007. Vol. 164. – P. 63–74.
8. Aronov A.G., Seroglazov R.R., Aronova T.I., Safronov O.N. Kaliningrad earthquake of September 21; 2004 and seismic hazard forecast in the Belarusian-Baltic region // Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica. 2006. Vol. 41 (3-4). – P. 369–376.

# ГЕОХИМИЯ И ГЕНЕЗИС МЕТААНДЕЗИТОВ ЗЕЛЕНОКАМЕННЫХ СТРУКТУР СРЕДНЕПРИДНЕПРОВСКОГО МЕГАБЛОКА И ОРЕХОВО-ПАВЛОГРАДСКОЙ ЗОНЫ (УКРАИНСКИЙ ЩИТ)

Г.В. Артеменко

Институт геохимии, минералогии и рудообразования НАН Украины,  
г. Киев, Украина, e-mail: australes@mail.ru

Андезиты зеленокаменных структур Среднеприднепровского мегаблока и Орехово-Павлоградской зоны образовались из пломовых источников. Метаандезиты парагенерации КТ-3 коматиит-толеитовой формации, в составе сурской свиты и новогоровской толщи, образовались при кристаллизационной дифференциации толеитовой магмы по железистому тренду, а метаандезиты дацит-андезит-толеитовой формации (чертомлыкская свита) – в результате дифференциации толеитовых магм по боузновскому тренду в малоглубинных магматических камерах (~30 км) при существенной роли контаминации коровым веществом.

**Ключевые слова:** андезиты; зеленокаменные структуры; Среднеприднепровский мегаблок; Орехово-Павлоградская зона; Украинский щит.

## GEOCHEMISTRY AND THE GENESIS OF THE METAANDESITES OF GREENSTONE STRUCTURES OF MIDDLE-DNIEPER MEGABLOCK AND OREKHOV-PAVLOGRAD ZONE (UKRAINIAN SHIELD)

Г.В. Артеменко

Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the NAS of Ukraine,  
Kiev, Ukraine

Andesites of greenstone structures of Middle-Dnieper megablock and Orekhov-Pavlograd zone were formed from plume sources. The metaandesites of the paragenesis of the KT-3 of komatiite-tholeiitic formation, as the part of Sura Suite and Novogorovka Formation, were formed during a crystallization differentiation of tholeiitic magma on a ferriferous trend, and the metaandesites of the dacite-andesite-tholeiitic formation (Chertomlyk Suite) as the result of differentiation of tholeiitic magma according to Bowenian trend in shallow magmatic chambers (~ 30 km) with the essential role of contamination by crustal substance.

**Keywords:** andesites; greenstone structures; Middle-Dnieper megablock; Orekhov-Pavlograd zone; Ukrainian shield.

**Постановка проблемы.** Метаандезиты широко распространены в зеленокаменных структурах (ЗС) Среднеприднепровского мегаблока, Орехово-Павлоградской зоны и Восточноприазовского антиклиниория. Андезиты являются важными маркерами геодинамического режима формирования вулканогенных последовательностей и обычно рассматриваются как породы характерные для современных зон субдукции. В то же время, многие исследователи считают, что они могут образовываться в результате кристаллизационной дифференциации основной магмы, на что указывает тесная ассоциация андезитов и дацитов с базальтами во многих вулканах и в некоторых интрузиях *in situ* [5]. Авторами [6] показано, что архейские андезиты зеленокаменных поясов восточной части Йилгарнского блока имеют не субдукционную природу, а образовались как в результате фракционной кристаллизации базальтовой магмы, так и при контаминации их породами кислой коры. В зеленокаменных структурах Среднеприднепровского мегаблока и Орехово-Павлоградской зоны метаандезиты выделяются (снизу-вверх) в метабазит-андезитовой парагенерации КТ-3 коматиит-толеитовой формации (сурская свита, новогоровская толща) и в дацит-андезит-толеитовой формации (чертомлыкская свита) [1–3].

**Метабазит-андезитовая парагенерация КТ-3 коматиит-толеитовой формации (сурская свита, новогоровская толща).** Вулканиты метабазит-андезитовой подсвиты образовались на ранней (рифтогенной) стадии формирования зеленокаменных структур. Они представлены базальтами, андезито-базальтами и андезитами, которые слагают ритмично постро-

енные толщи [1; 2]. Вулканиты этой подсвиты изучены по образцам из Новогоровской ЗС. U-Pb возраст метаандезитов  $3095 \pm 45$  млн лет [4].

**Новогоровская ЗС.** Метаморфизованные андезиты (обр. 91-498, таблицы 1, 2) соответствуют толеитовой серии (рисунок 1), низкомагнезиальные  $\text{mg\#}=0,32$  (см. таблицу 1). В них очень низкое содержание Rb (8,35 ppm), высокое отношение K/Rb (792). Выдержанное в андезито-базальтах и андезитах хондритовое отношение Ti/Zr (107–105) указывает на отсутствие фракционирования магнетита (дифференциация толеитов по железистому тренду). В метаандезитах повышенное содержание Y (17,7 ppm) и умеренное – Nb (2,45 ppm) и Yb (1,92 ppm), высокие содержания переходных элементов – Ni (64,6 ppm) и Cr (103 ppm). Плоский график распределения РЗЭ –  $(\text{La/Yb})_N = 1,15$  при  $\text{Yb}_N = 11,6$  очень сходен с аналогичным графиком для метаандезито-базальтов (рисунок 2). Наблюдается небольшая отрицательная европиевая аномалия –  $\text{Eu/Eu}^*=0,94$ . Низкие значения отношений  $(\text{Nb/La})_N$  (0,77) и  $\text{Nb/Nb}^*$  (0,74) указывают на небольшую контаминацию коровыми веществами.

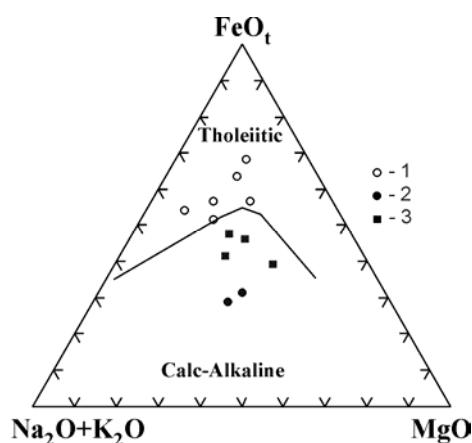


Рисунок 1. Диаграмма AFM для метаандезитов парагенерации КТ-3 коматиит-толеитовой формации и дацит-андезит-толеитовой формации:  
1 – Новогоровская ЗС, 2 – Высокопольская ЗС,  
3 – Чертомлыкская ЗС

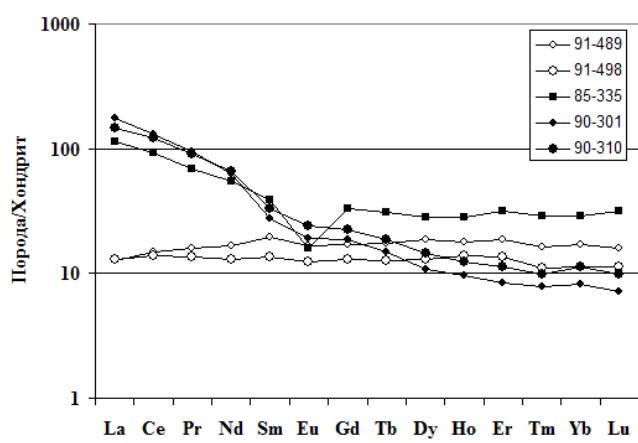


Рисунок 2. Графики распределения РЗЭ для метаандезитов парагенерации КТ-3 коматиит-толеитовой формации и дацит-андезит-толеитовой формации. Нормировано на состав хондриита C1

**Дацит-андезит-толеитовая формация (чертомлыкская свита).** Метавулканиты чертомлыкской свиты включают метаморфизованные дациты, андезиты, базальты, которые связаны с палеовулканами центрального типа [2; 3]. Метаандезиты этой свиты изучены по разрезам Чертомлыкской и Высокопольской ЗС. U-Pb возраст метаандезитов Чертомлыкской ЗС  $3136 \pm 20$  млн лет [4].

**Чертомлыкская ЗС.** Метаандезиты (обр. 85-335, см. таблицы 1, 2) соответствуют породам известково-щелочной серии (см. рисунок 1). Они высокомагнезиальные. В них низкие содержания Rb (31,7 ppm), Sr (92,2 ppm), Ba (81,9 ppm), а также переходных элементов – V (5,68 ppm), Cr (10,4 ppm), Ni (15,7 ppm). Характеризуются высоким содержанием Nb (16,2 ppm) и Y (25,9 ppm). Слабо обогащены легкими РЗЭ  $(\text{La/Yb})_N = 3,91$  при  $\text{Yb}_N = 29$ ;  $(\text{La/Sm})_N = 2,94$ ;  $(\text{Yb/Gd})_N = 0,88$ . Выделяется глубокая европиевая аномалия –  $\text{Eu/Eu}^* = 0,44$  (рисунок 2). Высокое отношение Th/Yb (1,40) и низкие – Nb/La (0,60) и Nb/Ce (0,28) указывают на контаминацию коровыми веществами. Полученные геохимические данные согласуются с моделью авторов [2; 3], согласно которой андезиты могли образоваться в результате дифференциации толеитовых магм по боузновскому тренду при низком (0–3 кбар) давлении.

**Высокопольская ЗС.** Толща метаморфизованных андезитов с подчиненными прослоями риодакитов и толеитовых базальтов (дацит-андезит-толеитовая формация) мощностью до 500 м выделяется в южной части Высокопольской ЗС (скв. 21137). Метаандезиты (обр. 90-310, 90-301) отличаются высокой магнезиальностью (см. таблицу 1). На диаграмме AFM их точки попадают в поле пород известково-щелочной серии (см. рисунок 1). В них умеренное

содержание Rb (34,8–92,4 ppm), Sr (188–210 ppm) и высокое – Ba (462–771 ppm). Содержание переходных элементов повышенное: Ni (53,4–65,9 ppm), Cr (77,6–126 ppm). Графики распределения РЗЭ дифференцированные –  $(\text{La}/\text{Yb})_{\text{N}} = 12,90$ – $21,26$  (см. рисунок 2). Наблюдаются отрицательные европиевые аномалии –  $\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0,84$ – $0,88$ . Высокое отношение Th/Yb (3,34–5,83) и низкое Nb/La (0,16–0,21) указывают на контаминацию породы коровым веществом. Андезиты с большим содержанием  $\text{K}_2\text{O}$  (обр. 90-301) контаминыированы коровым веществом в большей степени. Согласно геохимическим данным, андезиты могли образоваться в коровом магматическом источнике (~ 30 км) в результате дифференциации базитовой магмы и асимиляции расплавами вмещающих гранито-гнейсов. Известково-щелочные андезиты с такими же геохимическими характеристиками присутствуют также в Белозерской, Верховцевской и др. зеленокаменных структурах.

**Выводы.** Андезиты зеленокаменных структур Среднеприднепровского мегаблока и Орехово-Павлоградской зоны образовались из плумовых источников. Метаандезиты парагенерации КТ-3 коматит-толеитовой формации в составе сурской свиты и новогоровской толщи образовались при кристаллизационной дифференциации толеитовой магмы по железистому тренду, а метаандезиты дацит-андезит-толеитовой формации (чертомлыкская свита) – в результате дифференциации толеитовых магм по боуэновскому тренду в малоглубинных магматических камерах (~30 км) при существенной роли контаминации коровым веществом.

**Таблица 1**  
**Породообразующие оксиды в метаандезитах парагенерации КТ-3  
коматит-толеитовой формации и дацит-андезит-толеитовой формации**

%	1/ 91/489	2/ 91/498	3/ 91/480	4/ 91/488	5/ 91/519	6/ 85/335	7/ 90/301	8/ 90/310
$\text{SiO}_2$	54,60	57,88	56,39	57,88	59,10	59,02	60,81	60,76
$\text{TiO}_2$	1,20	0,94	0,94	1,24	1,04	0,76	0,66	0,94
$\text{Al}_2\text{O}_3$	14,34	15,49	15,46	14,81	14,94	14,06	15,88	16,50
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	2,15	0,33	2,84	2,61	3,07	0,79	1,91	0,68
FeO	11,00	8,78	6,60	8,26	6,39	6,05	4,17	4,60
MnO	0,25	0,22	0,22	0,25	0,22	0,14	0,10	0,09
MgO	3,00	2,36	3,73	2,69	3,05	3,67	5,62	5,47
CaO	8,90	7,67	5,64	5,81	2,75	5,02	2,42	2,75
$\text{Na}_2\text{O}$	2,10	3,50	1,20	1,10	3,88	3,80	3,10	3,88
$\text{K}_2\text{O}$	0,50	1,00	1,90	1,90	1,50	1,00	3,62	1,50
S <sub>общ</sub>	0,10	0,08	0,04	0,04	-	0,10	Сл.	Сл.
$\text{P}_2\text{O}_5$	0,03	>0,02	0,14	0,14	0,27	0,30	0,20	0,27
$\text{CO}_2$	-	-	-	-	0,24	-	0,17	0,24
$\text{H}_2\text{O}$ -	0,05	0,20	0,17	0,14	0,16	0,02	0,09	0,16
П.п.п.	1,57	1,70	1,90	1,54	1,76	5,16	0,84	1,76
Сумма	99,79	100,11	100,29	99,67	99,60	99,89	99,59	99,60
mg#	0,29	0,32	0,42	0,31	0,37	0,49	0,63	0,65

**Примечания.**

Новогоровская ЗС: 1 – метаандезито-базальт (КТ-3), скв. 309C, гл. 240 м (обр. 91-489); 2 – метаандезит (КТ-3), скв. 309C, инт. 248–257 м (обр. 91-498); 3 – то же, скв. 309C, инт. 310,9–319,2 м (обр. 91-480); 4 – то же, скв. 309C, инт. 226,2–239,2 м (обр. 91-488); 5 – то же, скв. 309C, инт. 292,6–302 м (обр. 91-519).

Чертомлыкская ЗС: 6 – метаандезит (ДАТ), скв. 088, инт. 158–172,8 м (обр. 85-335).

Высокопольская ЗС: 7 – метаандезит (ДАТ), скв. 21137, гл. 235,8 м (обр. 90-301); 8 – то же, скв. 21137, гл. 275 м (обр. 90-310). Анализы выполнены в ИГМР им. Н.П. Семененко НАН Украины.

Таблица 2

**Микроэлементы в метандезитах парагенерации КТ-3  
коматит-толеитовой формации и дацит-андезит-толеитовой формации**

ppm	1/ 91/489	2/ 91/498	6/ 85/335	7/ 90/301	8/ 90/310
Rb	5,88	8,35	31,70	92,40	34,8
Sr	100	112	92,2	188	210
Ba	128	156	81,90	771	462
V	349	310	5,68	103	134
Cr	16,80	103	10,40	77,50	126
Co	46,60	38,90	2,12	19,70	23,80
Ni	41,30	64,60	15,70	53,40	65,90
Cu	-	-	15,20	-	-
Zn	-	-	88,00	-	-
Y	26	17,70	25,90	13,20	17,90
Nb	3,57	2,45	16,20	6,87	7,20
Ta	0,25	0,21	1,29	0,51	0,47
Zr	67,30	53,50	175,00	148	167
Hf	2,18	1,56	8,52	3,71	4,09
U	0,11	0,14	1,70	2,12	1,47
Th	0,47	0,41	6,92	8,22	6,48
La	3,01	3,08	26,9	41,80	34,90
Ce	9,17	8,52	57,10	80,20	74,20
Pr	1,50	1,29	6,61	8,94	8,64
Nd	7,77	6,08	25,30	29	31
Sm	2,99	2,06	5,91	4,25	5,06
Eu	0,96	0,72	0,92	1,11	1,38
Gd	3,53	2,68	6,80	3,88	4,57
Tb	0,66	0,47	1,15	0,55	0,70
Dy	4,70	3,26	7,22	2,73	3,70
Ho	1,00	0,78	1,59	0,54	0,70
Er	3,06	2,23	5,20	1,39	1,85
Tm	0,42	0,28	0,74	0,20	0,25
Yb	2,89	1,92	4,93	1,41	1,94
Lu	0,40	0,29	0,80	0,18	0,25
Pb	-	-	2,63	6,8	9,9
(La/Yb) <sub>N</sub>	0,75	1,15	3,91	21,26	12,90
(La/Sm) <sub>N</sub>	0,65	0,97	2,94	6,40	4,49
(Yb/Gd) <sub>N</sub>	0,99	0,87	0,88	0,44	0,51
Eu/Eu*	0,90	0,94	0,44	0,84	0,88
(Nb/La) <sub>N</sub>	1,14	0,77	-	-	-
K/Rb	598	843	222	275,7	303,3
Ti/Zr	107	105	26	26,7	33,7
Nb/La	1,19	0,80	0,60	0,16	0,21
Nb/Ce	0,39	0,29	0,28	0,86	0,1
Th/Yb	0,16	0,21	1,40	5,83	3,34

Примечание. Номера анализов соответствуют приведенным в таблице 1.

### **Список литературы**

1. Бобров О.Б., Монахов В.С., Сукач В.В. Парагенерации метакоматиит-толеитовой формации зеленокаменных поясов Украинского щита // Мінерал. журн. – 2000. – 22, № 4. – С. 103–113.
2. Зеленокаменные пояса фундамента Восточно-Европейской платформы (геология и петрология вулканитов). – Л.: Наука, 1988. – 215 с.
3. Малюк Б.И., Сиворонов А.А., Кушинов Н.В. Петрохимия и вопросы генезиса метавулканитов дацит-андезит-толеитовых формаций Чертомлыкской зеленокаменной структуры (Украинский щит) // Геол. журнал. – 1989. – № 4. – С. 81–93.
4. Щербак Н.П., Артеменко Г.В. Лесная И.М., Пономаренко А.Н. Геохронология раннего докембрая Украинского щита (архей). – Киев: Наук. думка, 2006. – 321 с.
5. Kuno H. Origin of andesite and its bearing on the Island arc structure // Bull. Volcanol. – 1968 – Vol. 32, issue 1. – P. 141–176.
6. Stephen J., Barnes, Martin J. Van Kranendonk. Archean andesites in the east Yilgarn craton, Australia: products of plume-crust interaction? // Lithosphere. – 2014.– Vol. 6, No. 2. – P. 80–92.

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ  
СТРУКТУРНО-ТЕРМО-АТМОГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
(СТАГИ) С ЦЕЛЬЮ ПОИСКОВ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ И ОЦЕНКИ  
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**И.Д. Багрий<sup>1</sup>, В.Р. Дубосарский<sup>2</sup>, В.П. Жаловский<sup>3</sup>**

*Институт геологических наук НАН Украины, г. Киев, Украина,  
e-mail: <sup>1</sup>bagrid@ukr.net, <sup>2</sup>dvr2569@mail.ru, <sup>3</sup>zhalovskiy@ukr.net*

*Рассмотрено применение комплекса приповерхностных поисковых технологий для изучения геолого-структурно-геохимических особенностей строения площадей с целью поисков залежей углеводородов и оценки экологического состояния окружающей среды.*

**Ключевые слова:** СТАГИ; геодинамическое районирование; флюидопроницаемые зоны.

**THE APPLICATION OF THE METHODICS  
OF STRUCTURAL-THERMO-ATOMOGIDROGEOCHEMICAL RESEARCH  
(STAGR) FOR THE PURPOSE OF HYDROCARBON DEPOSITS EXPLORATION  
AND ESTIMATION OF ECOLOGICAL STATE OF THE ENVIRONMENT**

**I.D. Bagriy, V.R. Dubosarskyi, V.P. Zhalovskyi**

*Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine, Kiev, Ukraine*

*The application of the complex of near-surface search technologies for the studying of geological-structural-geochemical features of areas structure with the purpose of hydrocarbon deposits exploration and assessing the ecological state of the environment is considered.*

**Keywords:** STAGR; geodynamical zoning; fluid permeability zones.

Институтом геологических наук (ИГН) Национальной академии наук Украины (НАНУ) вот уже более 20 лет в поисковых целях применяется комплексная методика структурно-термо-атмогидрогеохимических исследований (СТАГИ) с целью поисков залежей углеводородов и подземных вод, оценки экологического состояния территорий [1–8]. Она базируется на многолетних научно-методических разработках, опробована на суше (Днепровско-Донецкая впадина, Предкарпатский прогиб) и морских акваториях (Черное и Азовское море).

Разработанная комплексная методика СТАГИ ориентирована на уточнение разломно-блоковой модели участка исследований [2; 7], выделение зон повышенной флюидопроницаемости (современная приповерхностная разгрузка газов) и на этой основе выделение геодинамически стабильных блоков благоприятных для скопления углеводородов [4; 5; 6; 8]. Так как выделение эманационных и углеводородных газов несут опасность для населения, то эта методика применяется для оценки экологического состояния среды. Методика предусматривает выполнение комплекса полевых и лабораторных исследований по схеме (рисунок): анализ структурно-тектонической позиции района работ, структурно-неотектоническое дешифрирование аэро- и космофотоснимков, проведение полевых работ по термометрической, эманационной, атмогеохимической съемке, обработка полученных данных используя геоинформационные системы (ГИС) и оригинальные компьютерные программы.

На начальном этапе проводится анализ структурно-тектонической позиции района работ и выполняется структурно-неотектоническое дешифрирование космоснимков.

При анализе структурно-тектонической позиции района работ проводится анализ геолого-геофизических материалов предыдущих исследований, создается база данных имеющейся информации и структурно-тектоническая основа для интерпретации результатов полевых исследований, выполняется привязка карт в ГИС программах. Эти работы позволяют выбрать оптимальный шаг между пунктами полевых наблюдений.

Структурно-неотектоническое дешифрирование космоснимков позволяет выделить в пределах изучаемого участка линеаменты и кольцевые структуры как проявление новейших тектонических движений. Результат дешифрирования сопоставляется с имеющейся структурно-тектонической основой. При анализе определяются, какие тектонические элементы

находят отражение при дешифрировании космоснимков и позволяют уточнить расположение пунктов полевых наблюдений на изучаемой территории.

Полевые методы исследований выполняются по сети наблюдений, выбранной исходя из результатов предыдущих исследований. В них входит термометрическая, эманационная, и атмогеохимическая съемки, которые выполняются в каждом пункте наблюдений.



Комплект полевого оборудования на суше: GPS приемник, электрический бур с сверлом длиной 1 м для бурения шпура, щуп-зонд с термодатчиком и отверстиями для отбора пробы подпочвенного воздуха длиной 1,5 м, вакуумный насос с пыле- и влагопоглощающим фильтром для прокачки подпочвенного воздуха, переоборудованный прибор NC-482В для эманационной съемки.

В каждом пункте полевых наблюдений на суше проводится:

- 1) привязка пункта наблюдения в системе глобального позиционирования (GPS);
- 2) бурение шпура глубиной 1 м в котором выполняют:
  - измерение температуры грунта на глубине 1 м;
  - отбор пробы воздуха с глубины 1 м (в дальнейшем на стационарном хроматографе определяют объемное содержание в пробе (об.%): водорода, гелия, углекислого газа, метана, этана, этилена, пропана, пропилена, бутана, изобутана, пентана, изо-пентана, гексана);
  - измерение активности радона и торона ( $\text{Бк}/\text{м}^3$ ) переоборудованным прибором NC-482В.

В результате выполнения полевых работ определяется четыре группы независимых показателей:

Группа I – эманационные газы (радон, торон).

Группа II – водород, гелий, углекислый газ;

Группа III – температурный показатель;

Группа IV – углеводородные газы (метан, этан, этилен, пропан, пропилен, изобутан, бутан, изо-пентан, пентан, гексан).

По всем показателям, полученным в результате проведения полевых работ, строят карты и проводят сравнение с геолого-геофизическими материалами и результатами дешифрирования космоснимков.

Результаты обработки полевых материалов позволяют:

- оценить проницаемость территории для углеводородов, и по распределению их аномалий, провести выделение слабопроницаемых участков как перспективных для поиска углеводородов;
- районировать территорию, выделяя места возможного разрушения залежи по наличию непредельных углеводородов;
- по наличию углекислого газа в аномалии углеводородных газов, районировать территорию по степени протекания окислительных процессов;
- выполнить геодинамическое районирование (выделение пассивных и активных участков) по результатам эманационной съемки;
- водород или гелий, как индикаторы, позволяют предположить существование глубинного подтока газов;
- повышенные значения температуры свидетельствуют о протекании экзотермических реакций связанных, в том числе и с окислительными процессами, что позволяет дополнительно районировать территорию исследований.

Результаты комплексного анализа геолого-геофизических материалов, дешифрирования материалов дистанционных исследований, карты распределения показателей полевых наблюдений позволяют сделать вывод о соответствии геологической модели изучаемой территории геодинамической и фильтрационной моделям, полученным по результатам работ СТАГИ, выделить слабопроницаемые участки, как потенциальные места скопления углеводородов, а также выполнить оценку экологического состояния территорий.

**Выводы.** Предлагаемая методика СТАГИ является быстрым и малозатратным способом оценки перспективности территории на наличие скоплений углеводородов и применима на всех стадиях геолого-разведочных работ (ГРР). На начальной стадии она наиболее эффективна для прогноза потенциальных мест скоплений углеводородов, контура залежи, оптимального местоположения поисковых скважин. На последующих этапах ГРР - для оценки экологического состояния участка, прогноза оптимального выбора местоположения разведочных и эксплуатационных скважин.

Высокая эффективность методики СТАГИ подтверждена работами на суше и акваториях Черного и Азовского морей.

#### Список литературы

1. А. с. № 28176. Комплексна методика структурно-термо-атмогідро-геохімічних досліджень (СТАГД) / І.Д. Багрій, П.Ф. Гожик. – 2009.
2. Багрий И.Д. Прогнозирование разломных зон повышенной проницаемости горных пород для решения геоэкологических и поисковых задач. – Киев: ИГН НАНУ, 2003. – 149 с. (Укр. яз.).
3. Багрий И.Д. Разработка геолого-структурно-термо-атмогеохимической технологии прогнозирования поисков полезных ископаемых и оценка геоэкологического состояния окружающей среды. – К.: Логос, 2013. – 511 с. (Укр. яз.).
4. Багрий И.Д., Гладун В.В., Довжок Т.Е. [и др.]. Разработка комплекса структурно-термо-атмогеохимических методов для прогнозирования и поисков залежей углеводородов // Геол журн. – 2001. – № 2. – С. 89–93. (Укр. яз.).
5. Багрий И.Д., Знаменская Т.А.. Мельничук П.Н. [и др.]. Критерии прогнозирования залежей углеводородов в акватории Азовского моря структурно-термо-атмогеохимическим методам // Геол. журн. – 2007. – № 2. – С. 39–56. (Укр. яз.).
6. Багрий И.Д., Гладун В.В., Гожик П.Ф. Дубосарский В.Р. [и др.]. Нефтегазо-перспективные объекты Украины. Прогнозирование нефтегазоперспективных объектов Днепровско-Донецкой газонефтеноносной области с применением комплекса нетрадиционных приповерхностных методов исследований. – Киев: Варта, 2007. – 533 с. (Укр. яз.).
7. Багрий И.Д., Гожик П.Ф., Почтаренко В.И., Дубосарский В.Р. [и др.]. Прогнозирование геодинамических зон и перспективных площадей для добычи шахтного метана угольных месторождений Донбасса. – Киев: Фолиант, 2011. – С. 235 (Укр. яз.).
8. Багрий И.Д., Карпенко О.М., Дубосарский В.Р. [и др.]. Геолого-структурно-термо-атмогеохимические технологии прогнозирования, поиска, и разведки месторождений углеводородов. – К.: Логос, 2016. – 309 с. (Укр. яз.).

# **ПОЛУЧЕНИЕ ПОРИСТОГО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ ИЗ ОТХОДОВ ГРАНИТОИДНЫХ ПОРОД – РАЦИОНАЛЬНЫЙ ПУТЬ ИХ УТИЛИЗАЦИИ И УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ РЕГИОНА**

**Н.М. Бобкова, С.Е. Баранцева, А.И. Позняк**

*Белорусский государственный технологический университет,  
г. Минск, Беларусь, e-mail: svetbar@tut.by*

*Изучена возможность получения пористого теплоизоляционного заполнителя на основе гранитоидных пород Микашевичского месторождения, разработаны составы и технологические параметры термической обработки, обеспечивающие процесс порообразования.*

**Ключевые слова:** гранитоидные отсевы; порообразование; связующие и пластифицирующие добавки; объемный вес; теплопроводность.

## **THE OBTAINING OF POROUS HEAT-INSULATING MATERIALS ON THE BASIS OF GRANITIC SCREENINGS – RATIONAL WAY OF THEIR UTILIZATION AND THE IMPROVEMENT OF ECOLOGICAL STATE OF A REGION**

**N. Bobkova, S. Barantseva, A. Pazniak**

*Belarusian State Technological University,  
Minsk, Belarus*

*The possibility of obtaining porous heat-insulating materials on the basis of granitic screenings is studied; compositions and technological parameters of heat treatment, providing pore formation, are developed.*

**Keywords:** granitic screenings; pore formation; binding and plasticizing additives; bulk density; thermal conductivity.

В настоящее время расширению минерально-сырьевой базы Республики Беларусь, как одному из критериальных факторов улучшения экономики страны, уделяется огромное внимание. В научной литературе приведено большое количество сведений и данных, посвященных исследованиям в области использования различных горных пород как осадочных, так и изверженных для получения различных силикатных материалов. В особый подвид выделяются пористые заполнители для легких бетонов, получаемые практически из одной породы с небольшой корректировкой и добавлением порообразователя. Получение таких материалов связано с изготовлением сырцовых гранул и их поризации при обжиге, что позволяет обеспечить объемный вес заполнителя 300–650 кг/м<sup>3</sup>.

В районах интенсивного развития горного производства особенно остро стоит проблема постоянно увеличивающихся площадей отвалообразований, возникновению пылевых заносов, ухудшающих качество земель и негативно влияющих на экологическую обстановку прилегающих регионов.

Целью исследования является разработка составов и технологических параметров получения пористого заполнителя на основе отходов производства дорожного щебня РУПП «Гранит», представляющих собой некондиционную фракцию гранитоидных отсевов с размером зерен менее 2 мм.

В связи с ограниченностью месторождений легкоплавких и хорошо вс殊ывающихся глин для производства керамзита, активно ведутся работы по получению пористых заполнителей на основе изверженных горных пород [1–2].

По минералого-петрографическому составу среди пород Микашевичского карьера выделяются граниты, диориты, гранодиориты и лейкоократовые граниты, кварцевые диориты, объединенные общим термином гранитоиды. Основными минералами гранитоидных пород являются плагиоклазы, кварц, полевой шпат, роговая обманка, микроклин, амфибол. К вторичным минералам относятся эпидот, серицит, хлорит; к акцессорным – сфен, апатит, магнетит, пирит.

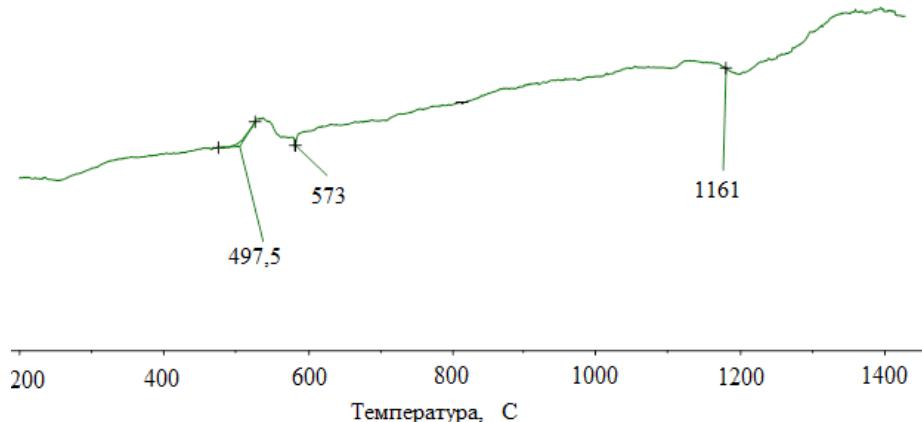
Для проведения исследований использовалась проба гранитоидных отсевов усредненного химического состава, мас.%: SiO<sub>2</sub> 61,64; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 14,86; CaO 4,38; MgO 3,32; FeO 8,94; Na<sub>2</sub>O 3,41; K<sub>2</sub>O 2,52; TiO<sub>2</sub> 0,93.

Изучено изменение агрегатного состояния гранитоидных отсевов при термообработке, причем наиболее важным является интервал плавления – переход системы в пиропластическое состояние, создающее условия для поризации при воздействии газообразователя (таблица 1).

**Таблица 1**  
**Изменение агрегатного состояния гранитоидных отсевов при термообработке**

Интервал термообработки, °С	Состояние порошкообразной пробы гранитоидных отсевов
40–1040	Изменения агрегатного состояния породы не происходит, отмечается лишь изменение цвета от серого до терракотового
1050–1070	Уплотнения спека не происходит, цвет бежево-коричневый
1070–1100	Уплотнение спека, цвет пробы коричневый
1100–1150	Образуется плотный спек коричневого цвета, визуально определяется небольшое количество стекловидной фазы
1150–1170	Неполное оплавление спека, цвет более темно-коричневый
1170–1200	Признаки интенсивного образования жидкой фазы
1200–1250	Проба представляет расплав с видимыми мелкими зернами и слабым блеском поверхности
1250–1300	Расплав темно-коричневого цвета, присутствуют кристаллы по-видимому реликтового характера

Данные, полученные методом дифференциальной сканирующей колориметрии на приборе DSC 404 F3 фирмы NETZSCH (Германия), которые приведены на рисунке 1, коррелируют с экспериментальными данными, представленными в таблице 1. Согласно данным ДСК в области температур экзоэффекта 500–550 °С происходит фазовый переход метастабильной формы  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$  (маггемита) в стабильную  $\alpha\text{-Fe}_3\text{O}_4$  (гематит). При 573 °С отмечается слабо выраженный эндоэффект, обусловленный переходом кварца из  $\beta$ -формы в  $\alpha$ -форму, эндоэффект в интервале 1160–1240 °С соответствует изменению пиропластического состояния образца за счет образования жидкой фазы при нагревании, поэтому он является критерием выбора температурных параметров обжига.



**Рисунок 1. Кривая ДСК гранитоидных отсевов исходной пробы**

На первом этапе исследования экспериментальная сырьевая композиция состояла из двух компонентов – гранитоидных отсевов и порообразователя. Гранитоидные отсевы являются крайне непластичным компонентом, поэтому при формировании гранул для сохранения их целостности, особенно после сушки и в момент транспортировки в обжиговые агрегаты, необходимо обеспечить их достаточную прочность, что достигалось применением связующих добавок, приведенных в таблице 2.

Установлено, что наиболее эффективной связующей добавкой для сырцовых гранул является карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ); при этом увеличение количества КМЦ от 2,5 до 7,5 % не оказывает существенного влияния на прочность гранул и можно ограничиться введением ее в сырьевую смесь в количестве 2,5 %.

Таблица 2

## Результаты исследования введения связующих добавок

Вид добавки	Количество добавки на 100 г смеси	Способность к гранулообразованию	Визуальная оценка гранул после сушки 100 °C, 10 мин
Жидкое стекло: – 2 мл на 100 мл воды	40 мл	Недостаточная	Гранулы непрочные, склонны к растрескиванию
– 5 мл на 100 мл воды	40 мл	Недостаточная	
КМЦ (клей обойный), по сухому веществу	2,5 г + 40 мл воды	Удовлетворительная	Гранулы достаточно прочные, имеются единичные образцы со склонностью к растрескиванию
	5,0 г + 40 мл воды	Удовлетворительная	
	7,5 г + 40 мл воды	Удовлетворительная	
Клей ПВА: – 10 мл на 100 мл воды	40 мл	Хуже, чем при использовании КМЦ	Гранулы непрочные, склонны к растрескиванию

Однако единичные гранулы все-таки склонны к растрескиванию, поэтому для улучшения гранулообразования и увеличения прочности сырцовых гранул требуется введение пластификаторов. В качестве пластифицирующей добавки были использованы глины отечественных месторождений, приведенные в таблице 3, причем их количество варьировалось от 2,5 до 10 %.

Таблица 3

## Используемые глинистые породы

Глина	Основные глинистые минералы
«Городок» (Лоевский)	Монтмориллонит, каолинит, иллит
«Лукомль» (Чашникский)	Каолинит, монтмориллонит
«Заполье» (Шумилинский)	Каолинит, монтмориллонит, гидрослюдя
«Городное» (Столинский)	Каолинит, монтмориллонит, гидрослюдя
«Туровское» (Столинский)	Каолинит, иллит, кварц
«Гайдуковка» (Молодечненский)	Каолинит, гидрослюдя, монтмориллонит, иллит, вермикулит
«Кустиха» (Петриковский)	Монтмориллонит, иллит

Установлено, что наиболее эффективным является применение глин «Заполье» и «Городное» в качестве компонента, улучшающего пластичность увлажненной смеси в количестве 7,5–10,0 %. Однако не исключается применение других глин, но это потребует корректировку количества связующего компонента и воды. Выбор глинистого компонента в перспективе будет связан с расположением будущего производства пористого заполнителя на территории Республики Беларусь и оценкой наименьших затрат на его транспортировку.

Таким образом, качественный состав сырьевой композиции представлен гранитоидными отсевами определенного фракционного состава; порообразователем – карбидом кремния, применение которого обосновано реологическими характеристиками гранитоидных отсевов; пластифицирующей добавкой – глинистым компонентом и связующей – карбоксиметилцеллюлозой. Для получения пластичной массы, способной гранулироваться, использовалась вода в подобранных экспериментально количествах (40–45 мл на 100 г смеси).

Стадия обжига является наиболее важной и ответственной, обеспечивающей процессы порообразования, формирования структуры будущего теплоизоляционного заполнителя и необходимые физико-химические свойства, в частности, насыпную объемную массу, теплопроводность, прочность при сжатии, водопоглощение и коэффициент вспучивания.

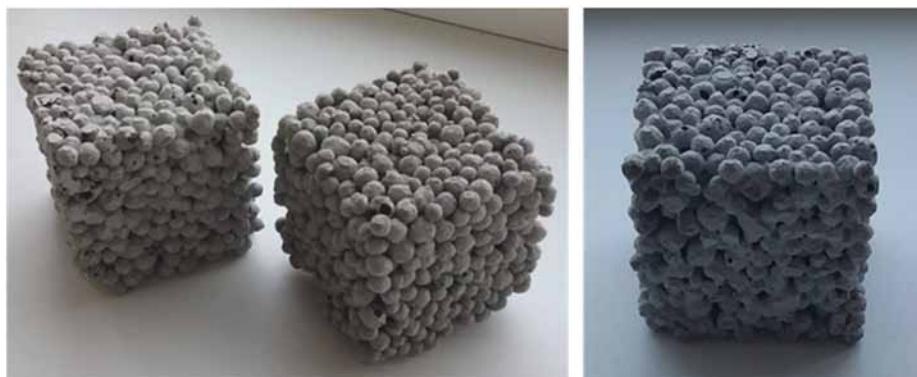
В результате проведенных экспериментов по подбору температурно-временных режимов обжига рекомендовано проведение комплексной термообработки в одном тепловом агрегате, включающей сушку, состоящую из стадии подъема температуры до 100 °C в течение 10 мин с выдержкой при 10 мин; стадии плавного подъема температуры от 100 до 600 °C со скоростью 10 °C/мин с выдержкой при 600 °C в течение 10 мин и обжига в интервале температуры 1170–1190 °C с последующим быстрым охлаждением до 800 °C, а затем инерционным. В результате проведенных исследований синтезирован теплоизоляционный пористый заполнитель на основе гранитоидных отсевов с использованием в качестве пластифицирующей добавки глин «Заполье» и «Городное», имеющий характеристики и показатели физико-химических свойств, приведенные в таблице 4.

Таблица 4

**Показатели свойств пористых заполнителей, полученных из экспериментальных сырьевых композиций**

Свойства	Состав с глиной «Заполье» (Г3)	Состав с глиной «Городное» (ГГ)
Объемная масса, кг/м <sup>3</sup>	490–500	550–560
Насыпная объемная масса, кг/м <sup>3</sup>	400	440
Теплопроводность, Вт/м·К	0,089	0,104
Механическая прочность при сжатии, МПа	2,5	2,6
Водопоглощение, %	7,9	8,1
Коэффициент всучивания	3,5–4,0	3,5–4,0

Для проведения испытаний возможности изготовления образцов блока типа «Термокомфорт» по разработанной технологии изготовлена партия пористого заполнителя состава ГГ фракции 4–10 мм согласно техническим пористого заполнителя состава ГГ фракции 4–10 мм согласно техническим условиям на ее применение для легких бетонов такого типа. Объем гранул вышеуказанного размера в количестве 1,5 л был передан на предприятие ОАО «Завод Керамзитового Гравия» г. Новолукомль, где в лабораторных условиях по существующему заводскому рецепту, были изготовлены образцы блоков 70x70x70 мм, фотография которых приведена на рисунке 2.



**Рисунок 2. Фотографии лабораторных образцов блока типа «Термокомфорт»**

Показатели плотности, теплопроводности и водопоглощения полученных образцов соответствуют требованиям нормативно-технической документации.

Таким образом, в результате проведенных исследований разработаны составы и технология получения пористого заполнителя для легких бетонов на основе гранитоидных пород – некондиционной фракции отсевов производства дорожного щебня РУПП «Гранит».

Целесообразность и перспективность использования гранитоидных отсевов для производства теплоизоляционного пористого заполнителя оправдана и подтверждена проведенными исследованиями. Масштабная организация его производства внесет вклад в решение вопросов расширения минерально-сырьевой базы республики, обеспечения строительной отрасли легкими заполнителями и улучшения экологической ситуации регионов, перерабатывающих горные породы.

**Список литературы**

1. Сыревая смесь для пористого заполнителя : патент № 1813080, СУ, С 04 В 18/04 / Г.И. Аржевитин, В.А. Федоров, А.А. Токмаков, В.П. Соенин, В.И. Фоменко, Л.К. Казанцева, В.А. Кутолич, С.Г. Прокудин, В.А. Широких. Опубл. 30.04.93 // Бюл. № 16.

2. Сыревая смесь для получения пористого заполнителя : патент № 2497780, РФ, С 04 В 38/02 / В.А. Отмахов, С.Г. Прокудин, М.И. Колонтай. Опубл. 10.11.2013 // Бюл. № 31.

# МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ РУДОНОСНЫХ СТРУКТУР УКРАИНЫ

Л.С. Галецкий<sup>†</sup>, Е.А. Ремезова, Н.Н. Черниенко, У.З. Науменко, А.Л. Александров,  
С.П. Василенко, Т.В. Охолина, О.В. Яременко

Институт геологических наук НАН Украины,  
г. Киев, Украина, e-mail: [uliana\\_naumenko@mail.ru](mailto:uliana_naumenko@mail.ru)

*Анализ размещения месторождений полезных ископаемых в Украине показал приуроченность перспективных рудных объектов к узлам пересечения субмеридиональных шовных зон Украинского щита и субширотных сквозных мегазон активизации. Здесь выделены перспективные рудные районы с комплексной специализацией.*

**Ключевые слова:** шовные зоны; мегазоны активизации; узлы пересечения; рудные районы.

## THE METALLOGENIC ANALYSIS OF PROSPECTIVE ORE-BEARING STRUCTURES OF UKRAINE

L. Galetskiy<sup>†</sup>, E. Remezova, N. Cherniyenko, U. Naumenko, A. Alexandrov,  
S. Vasylchenko, T. Okholina, O. Yaremenko

Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine,  
Kyiv, Ukraine

*The analysis of mineral deposits placing in Ukraine showed the association of perspective ore objects to the intersection nodes of submeridional suture zones of Ukrainian shield and the sublatitudinal megazones of activation. Perspective ore districts with complex specialization are distinguished here.*

**Keywords:** suture zones; the megazones of activation; intersection nodes; ore districts

Главной практической задачей геологии является выяснение закономерностей размещения месторождений полезных ископаемых и выделение перспективных районов для постановки поисковых и разведочных работ. Несмотря на то, что за последние годы было изучено много важных вопросов металлогении, еще до сих пор не создана единая теория эндогенного рудообразования и, как следствие, не разработана достаточно эффективная система поисковых критериев на разные полезные ископаемые.

Одним из важных вопросов связи тектоники земной коры и закономерностей размещения полезных ископаемых есть вопрос о роли глубинных разломов в процессе формирования и размещения месторождений полезных ископаемых. Среди этих месторождений наибольший интерес представляют два типа: рудные месторождения и месторождения нефти и газа.

Анализ фактического материала по металлогении и изучение главных структур Украины позволили установить закономерность связи рудоносных тектонических структур и генетических типов месторождений.

Исследование металлогенических особенностей конкретных рудных структур показали, что одной из главных причин формационно-генетического разнообразия месторождений является разнообразие геодинамической природы этих структур.

Эндогенные рудные месторождения имеют такие структурные закономерности: 1) месторождения группируются в рудные зоны и узлы; 2) рудные зоны имеют большей частью прямолинейные очертания; 3) во многих районах устанавливается связь рудных поясов с зонами глубинных разломов.

Нами впервые выделена планетарная геодинамическая система долгоживущих сквозных трансрегиональных мегазон активизации, которые контролируют размещение крупных рудных и нефтегазоносных районов. Эти мегазоны фиксируются аномальными геофизическими, геохимическими и энергетическими полями, высокой экзо- и эндогенной активностью, а также повышенной сейсмичностью. Дальнейшее изучение трансрегиональных мегазон активизации, особенно субширотного направления, открывает новые перспективы для

оценки минерагенического потенциала, прежде всего в части выявления крупных месторождений и локализации поисков в динамических узлах мегазон.

Основой этой системы есть сквозные долгоживущие линейные структуры, длиной тысячи километров, шириной 50–150 км, которые отличаются повышенной эндогенной и экзогеодинамической активностью, высокой и уникальной рудонасыщенностью и продолжительной историей развития – от позднего архея к современному этапу [1].

Они проявляются аномальными, высокоградиентными геодинамическими, геохимическими и энергетическими полями и выражаются сгущением субпараллельных разрывных нарушений, клавишных горст-грабеновых структур и наличием глубинных геологических формаций: базит-ультрабазитовых, щелочных и субщелочных, лейкогранитовых, а также разнообразных метасоматических образований. В их границах располагаются наиболее продуктивные рудные и нефтегазоносные районы, крупные и уникальные месторождения разнообразных полезных ископаемых, прежде всего руд цветных, редких и благородных металлов [2].

Выделенные нестандартные долгоживущие геологические структуры отнесены к категории трансрегиональных рудоконцентрирующих мегазон активизации. На территории Украины выделяется геодинамическая система из трех таких сквозных широтных мегаструктур, в пределах которых концентрируется большинство рудных месторождений и крупных рудопроявлений [3]. Мегазоны унаследованно развиваются в фундаменте и в осадочном чехле, обнаруживая признаки тектоно-магматической активизации от палеопротерозоя вплоть до четвертичного времени, характеризуются повышенной тектонической нарушенностью, узловым характером активизации эндогенных процессов и связанных с ними рудных объектов, для которых характерна комплексность, полихронность, полицикличность и связь с разновозрастными и разными по составу геологическими формациями. В пределах зон отмечена активизация мантии, которая выражается как в аномальном поведении границы Мохоровичича, так и в проявлении глубинного магматизма с явно щелочным характером. В фанерозое проявляются глыбовые дислокации с образованием впадин и грабенов, заполненных терригенными осадками и вулканитами.

Зоны активизации секут УЩ, ДДВ, Донбасс, Причерноморскую впадину, Волыно-Подольскую плиту, Карпаты, Скифскую платформу и Крым. Именно с ними связаны крупные и уникальные редкометальные, благороднометальные и урановые месторождения. В Украине выделено три такие мегазоны субширотного направления: Северо-, Центрально- и Южноукраинская, которые отличаются наибольшей рудопродуктивностью.

Следующими очень важными рудоносными структурами Украинского щита являются межблоковые шовные зоны (структуры направленного эволюционного развития). В пределах УЩ выделено четыре шовных зоны, которые разделяют щит на пять мегаблоков – Немировско-Кочеровская, Ядлово-Голованевско-Трактемировская, Ингулецко-Криворожско-Крупецкая, Орехово-Павлоградская шовные зоны. Они или моложе ограничиваемых ими мегаблоков, или содержат формации, соответствующие нескольким этапам образования коры мегаблоков. На УЩ все шовные структуры – субмеридиональные. Ориентация отдельных частей шовных структур изменяется только в северных румбах.

Главные черты шовных зон: 1) наличие характерных формаций, отсутствующих (или ограниченно развитых) в сопредельных мегаблоках; 2) интенсивная (часто многоэтапная) тектоническая переработка; 3) локализация специфических для шовных зон полезных ископаемых; 4) интерпретация этих структур как швов закрытия существовавших ранее межмикроконтинентальных бассейнов.

Для шовных зон характерны: продолжительные (до 80 млн лет и более) прерывисто-непрерывные эпохи рудоконцентрирования, гетерогенность источников вещества рудоносных флюидов, полизлементный состав литогеохимических ореолов и интегральный минеральный состав тел окорудноизмененных пород, присутствие даек основного, среднего и кислого состава на крупных золоторудных месторождениях, а также широкие вариации РТ-параметров рудообразующего процесса. Это может быть хорошей основой для разноуровнен-

вого металлогенического анализа и разработки прогнозно-поискового комплекса для разных, включая комплексные, рудные и нерудные, месторождений и их формаций. В шовных зонах устанавливаются, как правило, полигенное и полихронное оруденение, а также связанные с ним интегральные литогеохимические и метасоматические ореолы. Причина этого заключается в прерывисто-непрерывной «жизни» этих структур. Названное оруденение обуславливает комплексность объектов (часто нелинейную металлогению), что повышает их практическую ценность.

Анализ размещения месторождений и рудопоявлений гидротермально-метасоматического генезиса показывает, что они относятся именно к участкам пересечения шовных зон и сквозных трансблоковых мегазон активизации. При этом область концентрации рудных объектов имеет веретенообразную в меридиональном направлении форму с некоторым расширением в пределах зоны активизации. В широтном направлении также отмечается неравномерность концентрации рудопоявлений и месторождений: она повышена в узлах пересечения шовных зон и зон активизации, а снижается по мере удаления от них.

В узлах пересечения данных структур происходят знакопеременные процессы растяжения и сжатия. Высокоградиентное тектоническое поле напряжений направляет и фокусирует минерализованные флюидные потоки и создает геодинамические, геохимические и геоэлектрические барьеры для рудо-, нефте- и газонакопления. В качестве наиболее продуктивных рудных узлов выделены следующие: Ингульский (Кировоградский) (уран), Криворожский (богатые железные руды, уран, золото), Восточно-Приазовский (редкие металлы, редкие земли), Шполянско-Ташлыкский (редкие металлы), Побужский (золото, уран, графит), Пережанский (редкие металлы), Подольский (флюорит, полиметаллы).

Следует отметить, что геолого-структурный фактор также проявился в особенностях процессов морфолитогенеза в последующие эпохи и способствовал созданию в осадочном чехле платформы ловушек для накопления разнообразных по составу россыпей (титан-цирконовых, оловянных, янтареносных) [4; 6].

Также нами выделены специфические рудоносные структуры — расслоенные интрузии, образующиеся на пересечении систем разломов, разломов и дуговых структур или элементов субширотных разломов. Влияние структурно-тектонического фактора также обусловило распределение рудных минералов в пределах интрузий, например, известно обогащение титаном тех слоев, которые имеют наибольший угол падения в Юровском массиве, расположенному вблизи Рудня-Хочинского разлома [4; 5].

При сравнении с другими активными структурами земной коры участки пересечения создают условия формирования рудных ловушек и рудоконтролирующих парагенезисов и отличаются наивысшей продуктивностью и разнообразным оруденением. Нами выделен 21 рудный район с комплексной специализацией: Берегово-Беганьский (Au, Ag, Pb, Zn, Al, Ba, Cd, Cu, Hg, Ge), Раховский (Au, Ag, Pb, Zn, Cu, Ni, Co, Mn, U), Волынский (Cu, Pb, Zn, Ag), Побужский (Fe, Ni, Co, Cr, Au, Cu, Pt, Gf, Mo, U), Пережанский (Be, Ta, Nb, TR, Zr, Sn, W, Pb, Zn, Ag, Au, Ti, U, Th), Корostenский (Ti, V, Sn, Zr), Шполяно-Ташлыкский, Ингульский (U, Au, TR, Th, W), Криворожский (Fe, Ge, U, Sc, V, TR, Gf, Cu, Zr, Li, Mo, Au, W), Кременчугский (Fe, Ge, U, Au), Белозерский (Fe, Au, Cu, Ni), Никопольский (Mn), Чертомлыкский (Au, Fe, Cu, Ni, Co, Mo, U), Верховцевский (Au, Fe, Cu, Ni, Co, Mo, U), Солонянский (Au, Mo, Ni, Cu, Co), Керченский (Fe, V), Восточно-Приазовский (TR, Zr, Nb), Федоровский (Li, Ta, Nb, Rb, Cs, Sn), Петрово-Гнотовский (TR), Никитовский (Hg, Sb, As, Li), Нагольный (Au, Ag, Pb, Zn, Li).

Таким образом, нашими работами подтверждилась наибольшая рудопродуктивность узлов пересечений межблочных шовных зон и мегазон активизации, которая обусловлена знакопеременными процессами растяжения и сжатия и в результате этого неоднократной миграцией рудного вещества из зон сжатия в зоны растяжения. Это приводило к образованию сложных веретенообразных рудных скоплений. Эти подходы дают перспективы обнаружения новых рудных объектов в пределах Украины.

### **Список литературы**

1. Галецкий Л.С., Шевченко Т.П. Трансрегиональные зоны активизации // Геол. журн. – 1993. – № 4. – С. 3–9.
2. Галецький Л.С., Науменко У.З., Чернієнко Н.М. Геолого-структурні умови рудоконцентрації на території України // Наукові засади геолого-економічної оцінки мінерально-сировинної бази України та світу: тези міжнародної наукової конференції. – К.: Ніка-Центр, 2011. – С. 14–16.
3. Галецький Л.С., Науменко У.З., Чернієнко Н.М. Основні типи рудоносних структур України // Мінеральні ресурси України. – 2016. – № 4. – С. 8–15.
4. Галецкий Л., Ремезова Е. Металлогенез титана України // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія. – 2012. – Вип. 57. – С. 56–60. – Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKNU\\_geol\\_2012\\_57\\_16](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKNU_geol_2012_57_16).
5. Ремезова О. Структурно-тектонічні фактори утворення титаноносних масивів габро Коростенського plutону // Вісник Київського національного ун-ту ім. Тараса Шевченка. Геологія. – 2011. – Вип. 53. — С. 8–14.
6. Ремезова Е.А. Учет структурно-геологического фактора при построении геолого-генетических моделей янтареносных россыпей // Весник Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. № 2 – 2016. – С. 95–102.

# ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И СВОЙСТВА ГРУНТОВ РЕЧНЫХ ДОЛИН БЕЛАРУСИ

А.Н. Галкин<sup>1</sup>, А.И. Павловский<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Учреждение образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова», Витебск, Беларусь, e-mail: galkin-alexandr@yandex.ru;

<sup>2</sup>Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», Гомель, Беларусь, e-mail: aipavlovsky@mail.ru

Проведен анализ пространственной дифференциации, состава, строения и свойств аллювиальных грунтов на территории Беларуси. Установлено, что физические и физико-механические свойства аллювиальных отложений зависят от их состава и состояния, что, в свою очередь, определяется фацальной принадлежностью осадков, глубиной залегания, ландшафтно-климатическими условиями времени образования аллювия.

**Ключевые слова:** грунты; речные долины; генетический тип; фаации; физико-механические свойства; инженерно-геологическая оценка.

## THE PECULIARITIES OF FORMATION AND PROPERTY OF RIVER VALLEYS GROUNDS OF BELARUS

A.N. Galkin<sup>1</sup>, A.I. Pavlovsky<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Vitebsk State University named after P.M. Masherova, Vitebsk, Belarus;

<sup>2</sup>Gomel State University named after Francysk Skoryna, Gomel, Belarus

*The analysis of spatial differentiation, composition, structure and properties of alluvial soils on the territory of Belarus is carried out. It is established that the physical and physico-mechanical properties of alluvial deposits depend on their composition and state, which, in turn, is determined by the facies of precipitation, the depth of occurrence, and the climatic conditions of the formation of alluvium.*

**Key words:** soils; river valleys; genetic type; facies; physical and mechanical properties; engineering-geological evaluation.

Речные долины, являются аренами интенсивного хозяйственного освоения на территории Беларуси, о чем свидетельствует строительство гидроэлектростанций (Западная Двина, Неман), мостовых переходов, продуктопроводов, расширение территорий крупных городских агломераций (Гомель, Гродно, Витебск и др.). Грунты речных долин представлены аллювиальными отложениями, которые как генетический тип, отличаются сложным строением и фацальной неоднородностью, образуются водными потоками разного гидрологического режима и живой силы в различных физико-географических условиях. В то же время разные формы аллювия часто тесно связаны взаимными переходами, а их накопление подчинено близким закономерностям. Образование аллювия происходит в результате непрерывного взаимодействия водного потока с руслом, под действием движущейся воды русло постоянно изменяется, испытывая деформации трех типов - вертикальные, горизонтальные и продольные. Ведущим фактором в формировании аллювиальных отложений является гидродинамика водных потоков.

Накопление аллювиальных толщ происходит в пространственно-временной динамике условий флювиального процесса. Они были выделены В.В. Ламакиным (1947, 1950) как три динамические фазы аллювия: инстративная, перстративная и констративная с соответствующими типами аллювия. Первая из них – инстративная (или выстилающая) – начальная фаза – отвечает условиям невыработанного продольного профиля реки, когда преобладающей является глубинная эрозия. Для аллювия этой фазы характерны малая мощность, грубый материал, плохая сортировка и обработка материала, отсутствие фацальной дифференциации.

Во вторую фазу, соответствующую условиям выработанного или почти выработанного продольного профиля, формируется так называемый перстративный (или перестилаемый) аллювий. Аллювий характеризуется нормальной мощностью (соответствующей величине,

близкой разности высот между дном русла и уровнем паводковых вод), хорошей сортированностью, окатанностью и присутствием небольшого количества тонких частиц. Он приобретает черты типичного аллювия с четким делением на фации.

В третью, констративную (или настилающую) фазу аккумуляция аллювия идет в условиях большого поступления твердого стока в долину. В результате аллювий становится многоэтажным (циклическим), разнообразным по строению, мощности, величине и степени окатанности обломков, слагает аккумулятивные террасы.

Аллювиальные отложения получили широкое развитие в долинах всех современных рек Беларуси. По оценке В.А. Кузнецова (1979), они занимают около 23 % территории страны. Эти отложения слагают русла, поймы и надпойменные террасы, их суммарная мощность достигает 15–20 м у крупных и 5–10 м у средних и мелких рек. Наиболее широко распространены аллювиальные накопления на юге республики, в долинах Западного Буга, Днепра, Припяти, Сожа и их притоков.

В разрезе аллювиальной толщи ведущие процессы седиментации проявляются в смене аллювиальных циклов, соответствующих литологическим изменениям и определяются возрастом, историей развития, типами русел, водностью и другими особенностями генетического своеобразия руслового, пойменного и старичного развития как всей реки в целом, так и ее отдельных частей. Каждый цикл русловых накоплений, как правило, имеет двучленное строение. Русловые отложения, представляющие более грубые и плохо сортированные разности, часто с присутствием древесных остатков, обломков пород, глинистых катунов, конкреций и другого материала, составляют нижнюю часть цикла. Выше по разрезу размеры зерен уменьшаются, осадки сменяются более мелкозернистыми и лучше сортированными накоплениями. Венчающие цикл верхней части аллювиальные аккумуляции сложены пойменными наносами. Эти осадки, в основном, состоят из глинистых, пылеватых и тонкопесчаных разностей.

Особенностью различных фациальных разновидностей является довольно частое и резкое изменение их гранулометрических спектров, минерального состава, текстур (от косых односторонних плоскогармонических или желобковых до слоистости мелкой раби течений и горизонтально-слоистых) и других проявлений. С переходом от крупных рек, отличающихся закономерной сменой аллювиальных циклов и наиболее упорядоченным строением, к небольшим водотокам прослеживается менее упорядоченная стратификация отложений.

Таким образом, в строении аллювия развитой речной долины наблюдается чередование в вертикальном разрезе осадков пристрежневой зоны, меандровых отмелей, плесов, перекатов, прирусловых валов, низкой и высокой поймы, стариц. Неоднократные смещения русла, русловых излучин приводили к сложному вертикальному ряду в строении аллювия, очень часто к отсутствию закономерности или правильности чередования фациальных разновидностей как в продольном, так и в поперечном разрезе.

Формирование вещественного состава аллювиальных накоплений в пределах Беларуси происходит, в основном, за счет размыва моренных и флювиогляциальных и, в меньшей степени, озерно-ледниковых, озерных и других генетических типов отложений. По гранулометрическому составу среди аллювиальных отложений территории Беларуси выделяются крупнообломочные, песчаные и глинистые грунты.

Крупнообломочные аллювиальные грунты представлены преимущественно гравийными, реже галечниковыми образованиями, слагающими нижнюю часть аллювиальной толщи. Общим признаком грубообломочных русловых образований является незначительное содержание в них пылеватых и глинистых частиц, которые непрерывно вымываются и выносятся речными водами. Грубообломочные аллювиальные грунты имеют достаточно плотное сложение, характеризуются очень высокой водопроницаемостью их толщ (до 100 м/сут и более), практически несжимаемы под нагрузками и обладают высоким сопротивлением сдвигу.

Аллювиальные пески широко распространены в пределах современных речных долин территории Беларуси. Среди них встречаются различные по гранулометрическому составу

разности, отличающиеся между собой структурно-текстурными особенностями и свойствами. Эти характеристики, а также строение аллювиальных песчаных толщ определяются в первую очередь фациальными условиями их формирования.

Сравнение гранулометрического состава разновозрастных аллювиальных песков показало, что на их дисперсность влияет не столько возраст, сколько положение речной долины относительно границ существовавших оледенений. Так, в составе аллювия вторых и первых надпойменных террас северной и центральной Беларуси преобладают разнозернистые гравелистые пески с незначительной долей алевритовых и глинистых частиц. Напротив, в древнем аллювии юга страны, в Белорусском Полесье, господствует мелкозернистый песок с высоким содержанием пылеватых и глинистых частиц. Водопроницаемость аллювиальных песков изменяется в широких пределах и зависит, как и многие другие характеристики свойств песчаных грунтов. Аллювиальные пески обладают вполне удовлетворительными свойствами и могут служить хорошим естественным основанием для большинства промышленных и гражданских зданий и сооружений и многих других объектов.

Глинистые грунты отличаются разнообразием как по составу, так и по свойствам, что обуславливается различными условиями формирования. В составе аллювиальных глинистых грунтов преобладают полиминеральные разности, содержащие несколько глинистых минералов.

Органическое вещество в аллювиальных грунтах по составу представлено растительным детритом различной величины и степени разложения (остатки листьев, корней, обломки древесины и др.), тонко рассеянным коллоидным веществом, гумусом. В фациальном профиле аллювия распределение органики определяется двумя основными факторами: механической дифференциацией исходных наносов и наложенным процессом накопления автохтонного органического материала. Карбонаты в аллювии рек Беларуси содержатся в небольшом количестве. В фациальном профиле аллювия суммарное содержание карбонатов увеличивается от осадков руслового типа к пойменному и старициальному. Повышенное содержание карбонатов может быть обусловлено влиянием источников питания аллювия; среди которых преобладают моренные, водно-ледниковые, лессовидные и другие отложения, содержащие в своем составе карбонатные минералы.

Пойменная фация аллювия в отличие от русской сложена в основном глинистыми образованиями. Это обусловлено тем, что паводковые воды, разливающиеся по пойме, несут, как правило, тонкопесчаный, алевритовый и глинистый материал. Очень часто в разрезах пойменного аллювия наблюдаются прослои погребенных почв или горизонты, обогащенные растительными остатками. Их наличие в толще аллювия ухудшает его свойства, поскольку высокое содержание органического материала в этих прослоях повышает гидрофильтрность, влажность, набухаемость, сжимаемость и снижает сопротивление сдвигу аллювиальных глинистых толщ.

Специфические глинистые грунты формируются в отсеченных от основного русла меандрах – старицах, которые постепенно превращаются в замкнутые заболоченные понижения, заполняющиеся во время паводков пылевато-глинистым материалом. Насыщение этих отложений разлагающимися органическими остатками нередко ведет к процессам торфообразования и типичному при недостатке кислорода процессу минералообразования. Для отложений стариц, в отличие от глинистых грунтов остальной части поймы, характерно также постоянное полное водонасыщение. В этих условиях старицные глинистые грунты приобретают явные коллоидные свойства, обуславливающие их обычно пластичное или даже текучее состояние и весьма низкие показатели механических свойств.

Приведенное краткое описание различных фациальных типов глинистых аллювиальных грунтов показывает, что наихудшими инженерно-геологическими характеристиками обладают старицные глинистые грунты, которые обычно представлены высокодисперсными разностями со значительным количеством органики. Они находятся преимущественно в мягкокластичном состоянии; среди голоценовых старицных глинистых образований также довольно широко распространены грунты текучей и скрытотекучей консистенции. Все они ха-

рактеризуются высокой сжимаемостью, низкими показателями сопротивления сдвигу, часто обладают тиксотропными свойствами. В то же время отложения старец надпойменных террас характеризуются более низкой влажностью и пористостью, большей уплотненностью и прочностью. Высокая сжимаемость и низкое сопротивление сдвигу старичных глинистых грунтов часто не позволяют рекомендовать их в качестве основания для тяжелых и сложных инженерных сооружений.

Одним из эффективных способов освоения подобных территорий является гидронамыв песчаных грунтов. Начиная с 1970-х годов, применение гидронамыва песков на пойменных территориях с участками развития старичных образований в таких крупных городах Полесья как Гомель, Брест и др. позволило за последние два десятилетия возвести ряд крупных жилых микрорайонов с высотными зданиями и сложной инфраструктурой.

Глинистые грунты пойменной фации аллювия обладают относительно благоприятными инженерно-геологическими особенностями. Для них характерны более высокие показатели механических свойств. При этом необходимо отметить, что наиболее высокое значение этих показателей свойственно глинистым образованиям пойменной фации в пределах надпойменных террас.

Таким образом, строение аллювия речных долин благодаря непрерывной фациальной изменчивости как по вертикали, так и по простиранию отличается большой сложностью. Это часто затрудняет решение многих вопросов, связанных с инженерно-геологической оценкой аллювия. Физические и физико-механические свойства аллювиальных отложений зависят от их состава и состояния, что, в свою очередь, определяется фациальной принадлежностью осадков, глубиной залегания, ландшафтно-климатическими условиями времени образования аллювия. Аллювий современных пойменных террас характеризуется наибольшей изменчивостью показателей свойств пород и наиболее тесной их связью с фациальными различиями по сравнению с более древними аллювиальными отложениями, что вызвано начальной стадией формирования структурных свойств в этих породах. Молодые осадки современных пойм отличаются повышенной активностью глинистых частиц, имеют наихудшие показатели физико-механических свойств. Глинистые отложения в большинстве случаев полностью водонасыщены. В ряду всех фаций аллювия от древних к молодым происходит диагенетическое преобразование органики, образование минералов гидрослюдистого ряда, карбонатов, что ведет к снижению влажности отложений, повышению их плотностей, снижению модулей осадки, повышению прочностных показателей.

# ИНСТРУМЕНТАРИЙ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ПРОДУКЦИИ ИЗ ОСАДОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

С.Н. Гамаюнов, Б.Ф. Зюзин

Тверской государственный технический университет,  
г. Тверь, Россия, e-mail: sng61@mail.ru, zbfuru@yandex.ru

*Рассмотрен современный маркетинговый инструментарий создания новых рынков и разработок продукции, которые можно реализовать на предприятиях торфяной отрасли.*

**Ключевые слова:** торф; маркетинг; продукция; инновация.

## TOOLS OF DEVELOPMENT OF ENTERPRISES FOR PRODUCTION FROM SEDIMENTARY ROCKS

S. Gamayunov, B. Zyuzin

Tver State Technical University, Tver, Russia

*The modern marketing tools to create new markets and product development that can be implemented at the enterprises of the peat industry is considered.*

**Keywords:** peat; marketing; production; innovation.

Начало формирования конкурентного успеха предприятия при выведении на рынок новой продукции из осадочных горных пород – торфа лежит в пересечении множеств научно-технических и маркетинговых решений [1].

Традиционное и самое массовое использование торфа – это в энергетике [2] и сельском хозяйстве [3]. Как показывает практика традиционное использование торфа в энергетике – невыгодно, а сельское хозяйство находится в стадии стагнации и радикальные перемены в ближайшие годы там вряд ли произойдут, что естественно не может обеспечить перспективного рынка потребления торфа и продукции на его основе.

Существует много видов продукции, изготавливаемой из торфа. Примерно 30 лет назад их насчитывали около 40, а в настоящее время – уже 70 видов и это не предел, наука о торфе неуклонно развивается. Разработка и внедрение новых видов продукции неизбежный процесс, без которого современному предприятию по производству и переработке торфа не выжить.

В настоящее время предприятиям, стремящимся добиться коммерческого успеха, постоянно приходится выпускать новые товары и придумывать способы их продвижения. В основе создания принципиально новых товаров лежит не изобретение, а инновация, то есть творческое использование изобретения. Инновации дают неоспоримое преимущество перед конкурентами. Но традиционные технологии тут не годятся – необходимо отказаться от стереотипов. Появлению таких идей способствует латеральный маркетинг.

Дословно латеральный маркетинг переводится как боковой. Авторы латерального маркетинга Филипп Котлер и Фернандо Триас де Бес [4] предлагают отступить от стандартного классического маркетинга и посмотреть на новый (или уже имеющийся) товар со стороны. Латеральный маркетинг — это создание в товаре новых выгод путем «смещения» основных его функций.

Конкуренты быстро перенимают идеи, и чтобы быть на шаг впереди, требуется непрерывно разрабатывать и внедрять новые товары. Латеральный маркетинг на уровне товара предполагает изменить что-то в продукте или услуге и найти, как этим можно воспользоваться.

Наиболее рациональным способом изучения рынка покупателей является использование алгоритма априорного сегментирования на основе модели латерального сдвига.

Основной технологией латерального маркетинга является латеральный сдвиг, в результате которого один из элементов некого объекта заменяется на новый. В результате между этим объектом и новым элементом образуется разрыв – объект не может существовать в том же виде с этим новым, чужеродным элементом.

Применяя латеральный маркетинг на уровне рынка и ценовой, коммуникационной или распределительной политики, предприятие не меняет товар. На рыночном уровне могут добавляться новые потребители, расширяться спектр возможностей применения товара, или, в самом простом случае, повышаться частота использования. На уровне «остальных частей маркетингового комплекса» меняется способ предложения товара потребителю – по новой цене, в неожиданном месте или с помощью оригинальных концепций продвижения.

Такой же подход можно использовать для различных элементов комплекса маркетинга (product, price, place, promotion). Сначала компания должна выбрать инновационный объект и определить, что именно она хочет изменить в своей деятельности. Обычно выбор падает на один из трех уровней: на уровень рынка, товара или на остальную часть маркетингового комплекса (цены и продвижения товаров).

Латеральный маркетинг может быть реализован в следующей последовательности:

1. Выбор товара или услуги.

2. Определение одного из уровней вертикального маркетингового процесса: уровень рынка, уровень товара или остальные части комплекса маркетинга.

Рыночный уровень, на котором смогут варьироваться: потребность или полезность, цель, место, время, ситуацию, опыт. Уровень товара, на котором можно изменять материальную основу товара, упаковку, атрибуты бренда и т.д. При этом могут использоваться следующие методы: замена, исключение, объединение, реорганизация, гиперболизация, инверсия. Остальные части маркетингового комплекса, которые могут изменять: систему ценообразования, схемы коммуникаций, способы распространения.

3. Выбор латерального сдвига.

4. Объединение выборочных решений на основе анализа: процесса покупки, определения позитивных моментов, определения возможностей реального использования товара или услуги.

Наиболее практичный прием использования латерального маркетинга на уровне рынка. В этом случае компания не меняет свой товар, а просто ищет для него новые ситуации, время и место продажи, и тем самым расширяет возможности его применения.

Другой вариант – найти потребность, которая до сих пор не рассматривалась, и подумать, как бы ее мог удовлетворить рассматриваемый продукт. Латеральный маркетинг на уровне комплекса маркетинга предполагает отход от существующих способов представлять товар или услугу потребителю. В отличие от первых двух уровней, этот вариант скорее тактический, он ничего не меняет в продукте, но дает результаты немедленно. Обычно речь идет о новых методах ценообразования, распространения и коммуникации.

Еще больше нестандартных творческих решений можно отыскать в сфере коммуникаций. Некоторые фирмы вместо дорогостоящей телевизионной рекламы распространяют компакт-диски с описанием своих товаров и перспектив их использования.

Схема создания нового состоит подробно описана в [4, с. 85]. Использование такого приема позволяет создавать новые товары, либо видоизменять уже имеющиеся. Такое нестандартное мышление предполагает поиск новых ситуаций, времени и места потребления уже известного продукта, расширяя возможности его применения, а также позволяет отступить от существующих способов представления товара или услуги потребителю. Речь идет о новых формах ценообразования, распространения и коммуникации (их часто заимствуют у других категорий товаров). Маркетолог, создавая новые свойства товара, так же должен уметь донести их использование до потребителей, иначе товар может не найти «отклика» на рынке.

Таким образом, суть латерального маркетинга заключается в том, что выпускаемые новинки создаются компанией не в рамках данного рынка товаров, а на новых оригинальных

идеях, которые формируют новую категорию или рынок, то есть результатом латерального маркетинга является открытие новых рыночных ниш.

Ошибочно считать, что латеральный маркетинг подходит лишь для внедрения на рынок абсолютно нового продукта. Данный подход эффективно работает и с давно присутствующими на рынке, и привычными товарами, а точнее, с новыми разновидностями старых продуктов. Так, например, можно перемещать место потребления торфяного топлива в новые обстоятельства потребления. В данном случае можно говорить о латеральном сдвиге на уровне рынка.

Чтобы применить латеральный маркетинг на уровне продукта мы должны использовать одну из шести техник проведения латерального замещения. Вот как применяется одна из них, называемой заменой. Она состоит в изменении одной или нескольких элементов товара.

Рассмотрим пример, как тогда совместить использование торфа при изготовлении строительных материалов. Если использовать методы латерального маркетинга, то из построения цепочки «торф–строительный материал–горит» произвести перестановку понятий: «торф–горит–стройматериал», то открывается новый рынок по использованию энергетического торфа — производство строительных материалов.

Многие технологии производства строительных материалов весьма энергоемки: производства керамического кирпича, керамзита, цемента. Нельзя ограничивать себя опять поставками только топлива. Почему бы самим предприятиям торфяной отрасли не заняться выпуском стройматериалов? Эта отрасль динамично развивается во многих странах. Есть государственные программы, где предусмотрено финансирование строительства жилья в сельской местности, имеются региональные программы по строительству социального жилья, коттеджных поселков, таунхаусов и т. п. И воплощением этой идеи является разработка «Пустотелый заполнитель для легкого бетона» [5].

Традиционно в качестве заполнителя легких бетонов используется керамзит — продукт, получаемый при обжиге легкоплавких вспучивающихся глинистых пород. От качества состава глинистого сырья зависят свойства получаемого заполнителя. В настоящее время многие предприятия по производству керамзита отмечают значительное ухудшение одной из основных его характеристик — теплопроводности. Увеличение теплопроводности связано с недостаточной вспучиваемостью глин и, как следствие, низкой пористостью получаемого заполнителя. Для получения разрабатываемого пустотелого заполнителя не требуется высококачественных и редких глин. Он имеет шарообразную форму и состоит из тонкой минеральной оболочки и полой внутренней части.

Производство пустотелого заполнителя на основе торфа и глинистого сырья мало зависит от качества сырьевой базы, но в тоже время позволит получать доброкачественную продукцию, которая по некоторым характеристикам будет значительно лучше своих аналогов (керамзита). Технология получения такого заполнителя реализуется при выполнении следующих операций. Из влажного торфа на тарельчатом грануляторе формуется шарообразные гранулы. На торфяные гранулы наносится тонкий слой глинистого материала. Затем композиционные гранулы сушатся и подвергаются высокотемпературной обработке — обжигу. Высокая температура топочных газов обеспечивается за счет сжигания топливного фрикционного торфа. При обжиге торфяное ядро выгорает, а глинистая оболочка спекается. В результате получаются пустотелые гранулы, внутри которых находится воздух, обладающий, как известно, низкой теплопроводностью.

У предлагаемого способа получения заполнителя для легких бетонов есть масса преимуществ и широкий рынок потребления на предприятиях по изготовлению конструкционного и конструкционно-теплоизоляционного бетона на его основе.

Таким образом, предлагается использовать топливный торф [6] в технологических процессах *производства строительных материалов*. Это весьма энергоемкая и динамично развивающаяся отрасль с круглогодичным потреблением энергоресурсов. Рынок строительных материалов динамично развивается и требует все более дешевых исходных компонентов для своего производства.

### **Список литературы**

1. Гамаюнов С.Н., Зюзин Б.Ф. Пути эффективного управления бизнесом на предприятиях торфяной отрасли: монография. – Тверь: ТГТУ, 2011. – 128 с.
2. Гамаюнов С.Н. Тенденции производства и переработки торфа для нужд сельского хозяйства / С.Н. Гамаюнов. – Тверь: ООО Издательство «Триада», 2016. – 256 с.
3. Гамаюнов С.Н. Перспективные технологии распределенной энергетики в агробизнесе: монография. – Тверь: ООО «Издательство «Триада». – 160 с.
4. Котлер Ф. Латеральный маркетинг. Технология поиска революционных идей / Ф. Котлер, Ф. Триас де Бес. – М: Альпина Паблишерз, 2010. – 208 с.
5. Мисников О.С., Гамаюнов С.Н. Пустотелый заполнитель для легкого бетона на основе торфа и минерального сырья // Строительные материалы. – 2004. № 5. – С. 22–24.
6. Мисников О.С., Зюзин Б.Ф., Панов В.В., Копенкина Л.В. Торфяная промышленность России: итоги прошлого – взгляд в будущее // Горный журнал. – 2013. № 5. – С. 73–76.

# ТЕКТОНО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПОЯСА И РУДОНОСНОСТЬ ФУНДАМЕНТА БЕЛАРУСИ

Р.Г. Гарецкий, Г.И. Карапаев

Институт природопользования НАН Беларусь,  
г. Минск, Беларусь, e-mail: german@nature.basnet.by

Для решения задач геологического прогноза разработана концепция, суть которой состоит в извлечении из геофизических полей информации о геологических структурах – носителях полезных ископаемых (шовные зоны, зоны тектономагматической активизации, разломы).

**Ключевые слова:** сутурная зона; геофизическое поле; глубинный разлом; полезные ископаемые.

## TECTONIC AND GEOPHYSICAL BELTS AND ORE CONTENT OF THE BASEMENT OF BELARUS

R. Garetsky, G. Karatayev

Institute for Nature Management of the National Academy of Science of Belarus,  
Minsk, Belarus

A concept developed to solve the geological forecasting problem which consists of deriving information from the geophysical field data on the geological structures: such as sutures, zones of tectonic-magmatic activation, faults. This information is correlated with those features that are considered to be mineral-bearing.

**Keywords:** suture zone; geophysical field; deep seated fault; minerals.

К настоящему времени на основании многочисленных исследований по геологотектонической интерпретации геофизических полей и построенных по ним моделей глубинного строения земной коры и верхней мантии доказано существование их корреляции и рудоносных структур. Согласно современным теоретическим положениям важнейшими тектоническими элементами, с которыми связана рудоносность кристаллического фундамента, являются разломы, шовные зоны и зоны тектономагматической активизации. Известно, что из общего количества изученных постмагматических рудных месторождений мира около 84 % приурочено к разломам или их пересечениям. Также важную роль в металлогеническом районировании играют сутурные (шовные) зоны, зоны тектономагматической активизации в пределах крупных тектонических единиц и глубинные разломы. Из ведущего критерия металлогенического прогноза выявлена закономерность: большинство месторождений и рудопроявлений приурочено к пересечению шовных зон зонами тектономагматической активизации. Установлено, что наиболее продуктивные рудоносные структуры развиты в областях активного проявления глубинных процессов и прежде всего мантийного (астеносферного) диапироза, континентального рифтогенеза, в результате которого создаются наиболее проницаемые каналы-разломы для мощного поступления в верхние горизонты коры рудных компонентов из глубинных частей тектоносферы [10; 12].

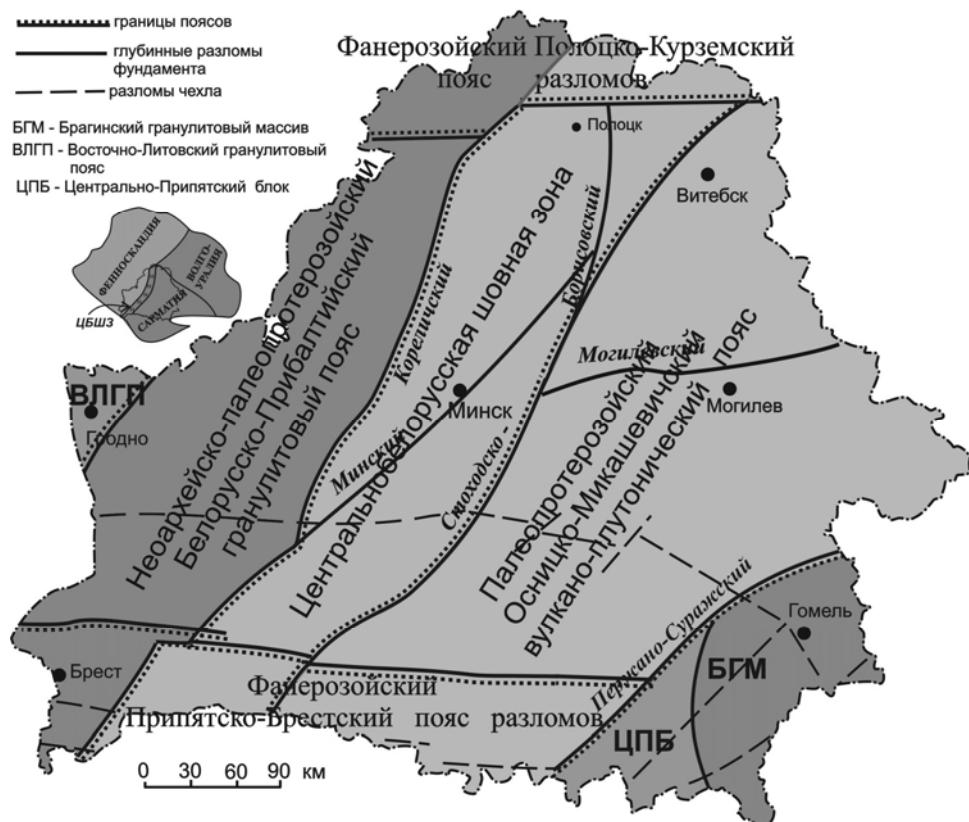
Поэтому материалы изучения структуры и вещественного состава и физического состояния глубинного вещества, глубинных разломов мантийного заложения являются не только основой для формирования концепций геодинамического развития земной коры региона, как главной теоретической задачи геотектоники и глубинной геофизики, но и теоретическим обоснованием научных концепций поиска месторождений полезных ископаемых.

В настоящее время многими исследователями выполнен сравнительный анализ геофизических и геохимических полей, глубинного строения и вещественной неоднородности земной коры и верхней мантии, с одной стороны, и размещением различных видов месторождений полезных ископаемых, с другой стороны, в различных тектонических ситуациях. Установлены соответствующие корреляционно-генетические закономерности, связывающие глубинную геофизику, тектонику и геохимию с размещением полезных ископаемых.

Так, например, сопоставляя Карту геохимического районирования кристаллического фундамента Беларуси Н.В. Аксаментовой и А.А. Толкачиковой [1], характеризующую геохимические области и их специализацию по полезным ископаемым с геофизическими полями, находим, что основные области геохимической специализации четко фиксируются в гравитационном и магнитном полях.

Связь геофизических полей с размещением месторождений полезных ископаемых на территории Украинского щита и соседних районов Беларуси была изучена путем сравнительного анализа геолого-геофизической типизации земной коры  $A \Rightarrow B \Rightarrow C \Rightarrow D \Rightarrow E$  с тектоническим и металлогеническим районированием Украинского щита и Белорусского кристаллического массива [5; 7]. Показано, что на территориях типа земной коры A распространены в основном рудопроявления и месторождения Fe, Al (и дополнительно Pb, Ta, Nb, Pt, Cr); типу B – Mo, Mg (Cu, Ni, Co, Ta, Nb, Cr, Pt, Sb), типу C – Fe, Mo, Cu, W (Ni, Pb, Au, Ti), типу D – Ti, Fe, Cu (Zn, Mo, W, Au, Ag, U, Zr), типу E – Ti.

Для геологического прогноза перспектив кристаллического фундамента Беларуси на полезные ископаемые нами были использованы результаты тектоно-геодинамических исследований по изучению зон конвергентности Фенноскандинавского, Сарматского и Волго-Уральского сегментов, из которых, согласно тектонической концепции С.В. Богдановой примерно 1,7–1,8 Ga, был создан Восточно-Европейский кратон [3]. В частности, на территории Беларуси сформировались тектонические пояса с неоднократной активизацией: зона столкновения четко выражена Центральнобелорусской шовной зоной, а геодинамический процесс – формированием тектонических поясов, характеризующихся высокой насыщенностью разломов различного порядка и простирания, а именно: Белорусско-Прибалтийского гранулитового пояса, Осницко-Микашевичского вулкано-плутонического пояса, Полоцко-Курземского и Припятско-Брестского поясов разломов и на юго-востоке Беларуси – Брагинского гранулитового массива (рисунок). При этом, согласно тектоническим представлениям [2], Полоцко-Курземскому и Припятско-Брестскому поясам придается роль трансформных зон разломов (относительно Центральнобелорусской шовной зоны), по которым произошел сдвиг Белорусско-Литовского блока литосферы в западном направлении на 100–150 км.



Тектонические пояса и блоки фундамента Беларуси [3]

По геологическим, в том числе неотектоническим исследованиям и изучению современных вариаций геофизических полей во времени, процесс конвергенции геосегментов обусловил неоднократные активизации магматической деятельности земной коры, способствующие формированию месторождений полезных ископаемых, в особенности в зонах разломов. Именно с этими тектоническими поясами связан основной минерально-сырьевой потенциал Республики Беларусь.

Согласно исследованиям Н.В. Аксаментовой [4], Белорусско-Прибалтийский гранулитовый пояс состоит из гранулитовых блоков (сложенных породами метабазит-гранулитового комплекса и гранитоидами эндербит-чарнокитового ряда) и разделяющих их зон высокотемпературных бластомилонитов (сложенных линзокластическими, порфирокластическими и тонкосланцеватыми бластомилонитами), рассматриваемых в качестве зон долгоживущих глубинных разломов. Для пояса характерна линейная складчатость метаморфических толщ, четко выраженное блоковое строение и широкое развитие надвиговых дислокаций. Поэтому ему соответствуют интенсивные линейные пояса положительных гравитационных и магнитных аномалий. На значительном протяжении пояс ограничен крупными суперрегиональными разломами (Белостокским – на западе, Кореличским – на востоке). В пределах гранулитового пояса ограничено распространение верхнеархейских метаморфических толщ, отсутствие отложений раннего протерозоя, слабое проявление раннепротерозойского магматизма. Центральнобелорусская зона имеет сложное строение, слагающие ее метаморфические толщи смяты в крупные линейные складки, центральная её часть нарушена Минским разломом, вдоль которого развиты гранулитовые образования, представленные интенсивно чарнокитизированными амфиболовыми и двупироксеновыми кристаллическими сланцами и глиноземистыми гранат- и гиперстен-гранат-биотитовыми гнейсами. В пределах Осницко-Микашевичского вулкано-плутонического пояса развиты преимущественно магматические комплексы пород, сформировавшиеся во второй половине раннего протерозоя и не претерпевшие существенного регионального метаморфизма (преобладают гранитоиды диорит-гранодиорит-гранитной формации, вулканические породы развиты ограниченно, имеют преимущественно кислый и умеренно кислый состав), пояс ограничен на западе и востоке глубинными разломами, сопровождаемыми иногда проявлениями раннерифейского щелочного магматизма и калиево-натриевого метасоматоза.

Формирование в середине раннего протерозоя Припятско-Брестского и Полоцко-Курземского поясов разломов субширотного простирания предопределило развитие в среднем рифе–раннем венде, а также в позднем девоне–ранней перми геодинамических обстановок субширотного внутриконтинентального рифтогенеза. В том числе – формирование на герцинском этапе Припятского палеорифта, наложенного на Припятско-Брестский пояс разломов. С определенными стадиями развития рифтов – растяжением (деструктивной) и сжатием (конструктивной) – тесно связано появление полезных ископаемых. Ведущую роль при этом играла степень деструкции литосферы рифта и глубины проникновения связанных с ним разломов. В регионе развиты две структуры такого типа – Припятско-Брестский и Полоцко-Курземский пояса разломов.

Полоцко-Курземский пояс разломов и его минерально-сырьевой потенциал изучен еще очень слабо. На западе Полоцко-Курземский пояс протягивается под осевой частью Балтийской гемисинеклизы (моноклизы) и, возможно, послужил той структурой растяжения, над которой в каледонский этап она и сформировалась Балтийская гемисинеклиза. Здесь пояс отчетливо выделяется в виде полосы, насыщенной разломами, которые особенно хорошо проявляются в каледонском, несколько слабее в герцинском комплексах, а некоторые из них проникают в мезозайско-кайнозойские отложения [11].

Именно к Балтийской гемисинеклизе приурочены основные нефтяные месторождения. Здесь же расположена крупнейшая Западно-Литовская тепловая аномалия, на базе которой уже построена Клайпедская геотермальная станция, с этим поясом связаны определенные перспективы поисков трубок взрыва, в том числе и возможно алмазоносных, и т. д.

Припятско-Брестский пояс разломов, выделенный по трассированию геофизических полей, и контролируемый на юге Южно-Припятским разломом, а на севере – Каменецким, Южно-Житковичским и Шестовичским разломами, совпадает с Припятским палеорифтом только в его южной части. Северная граница пояса в основном соответствует

Червонослободскому разлому, практически контролирующему южную границу области распространения нефтяных месторождений Припятского прогиба, которая представляет собой Северную зону ступеней, образованную серией листрических разломов мантийного заложения. Южная часть Припятского палеорифта – это Внутренний грабен, где развиты коровые листрические разломы.

В кристаллическом фундаменте Беларуси выделяются в основном следующие металлогенические зоны с установленной рудной минерализацией [9]: Западно-Белорусская (Щучинско-Варенская или Польско-Литовская) – железо, медь, молибден; Кореличская – железо, титан, ванадий; Рудьмянская (Барановичско-Рудьмянская) – железо, мрамор, волластонит; Оковская: железо, медь, свинец, цинк, золото; Житковичская (Полесская) – бериллий, цирконий, редкие элементы. Кроме того, некоторые авторы выделяют зоны – Выгоновско-Бобовнянскую – редкие элементы; Ивьевскую и Мазурско-Могилевскую – редкие элементы, свинец, цинк, золото. При этом выделяют три генетических класса рудных формаций: метаморфогенный (Рудьма, Деревное, Оковское, Рубежевичи), магматогенный (Столбцовское, Новоселковское и др.) и гидротермально-метасоматических рудных формаций зон разломов (Ельня, Ляцкое, Рубежевичи и др.).

На Белорусском докембрийском кристаллическом массиве практически все месторождения полезных ископаемых эндогенного происхождения приурочены к глубинным разломам мантийного заложения: для эндогенных полезных ископаемых кристаллического фундамента четко прослеживается приуроченность железорудных объектов ильменит-магнетитовой и эвлизитовой формаций к зоне Кореличского глубинного разлома, а кремнешелочные метасоматиты, специализированные на редкometалльно-редкоземельное оруденение, тяготеют к межблоковым глубинным разломам [6; 8].

Изложенное показывает, что выявленные в фундаменте Беларуси полезные ископаемые формировались в разных геодинамических условиях, но при условии хорошей проницаемости земной коры для флюидо-магматических излияний.

### Список литературы

1. Аксаментова, Н.В. Петро графия и геохимия кристаллического фундамента Беларуси / Н.В. Аксаментова, А.А. Толкачикова. – Минск: УП «Экономпресс», 2012. – 231 с.
2. Гарецкий, Р.Г. О сдвиговых перемещениях крупных блоков земной коры запада Восточно-Европейской платформы в докембрии / Р.Г. Гарецкий [и др.] // ДАН УССР, сер. Б. – 1990. – № 6. – С. 6–8.
3. Гарецкий, Р.Г. Шовные зоны Фенноскандии, Сарматии и Волго-Ураллии / Р.Г. Гарецкий, Г.И. Карапаев. – Минск: Беларуская навука, 2014. – 120 с.
4. Геология Беларуси / под ред. А.С. Махнача, Р.Г. Гарецкого, А.В. Матвеева и др. – Минск, 2001. – 815 с.
5. Карапаев, Г.И. Геолого-математический анализ комплекса геофизических полей / Г.И. Карапаев, И.К. Пашкевич. – Киев: Наукова думка, 1986. – 168 с.
6. Найденков, И.В. Геология и металлогения разломных зон кристаллического фундамента Беларуси / И.В. Найденков // Літасфера. – 2005. – № 2 (25). – С. 43–51.
7. Пашкевич, И.К. Корреляционные методы комплексирования геофизических полей при типизации земной коры / И.К. Пашкевич [и др.] // Изучение литосферы геофизическими методами (электромагнитные методы, геотермия, комплексная интерпретация) : сб. науч. тр. – Киев: Наукова думка, 1987. – С. 146–164.
8. Перспективная оценка Оковского железорудного месторождения на сопутствующие полезные компоненты / И.В. Найденков [и др.] // Природные ресурсы. – 1996. – №1. – С. 89–97.
9. Полезные ископаемые Беларуси / под ред. П.З. Хомича и др. – Мн.: Адукацыя і выхаванне, 2002. – 527 с.
10. Схема глубинного строения литосферы юго-западной части Восточно-Европейской платформы. Масштаб 1:1000000 / гл. ред. А.В. Чекунов. – Киев, 1992.
11. Тектоника Прибалтики // Тр. АН ЛИТССР. – Вильнюс, 1979. – Вып. 33. – 90 с.
12. Чекунов, А.В. Тектоносфера Украины и поиск глубинных критериев прогноза месторождений / А.В. Чекунов, В.Б. Соллогуб, Л.С. Галицкий // Геол. журн. – № 6 – 1987.– С. 11–23.

# ЭОЛОВЫЕ АККУМУЛЯЦИИ, ИХ МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ И РЕЛЬЕФНЫЕ ФОРМЫ НА ТЕРРИТОРИИ БРЕСТСКОГО ПОЛЕСЬЯ

Н.Ф. Гречаник

УО «Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина»,  
г. Брест, Беларусь, e-mail: Hrachanik55@mail.ru

*В статье охарактеризованы эоловые аккумуляции, их минеральный состав и рельефные формы на территории Брестского Полесья. Минеральный состав эоловых отложений региона полимиктовый. Эоловые аккумуляции сформировались за счет перевеевания отложений аллювиального, пролювиального, озерного и водно-ледникового генезиса.*

**Ключевые слова:** эоловые аккумуляции; минеральный состав; эоловые формы рельефа.

## EOLIAN ACCUMULATIONS, THEIR MINERAL COMPOSITION AND RELIEF FORMS ON THE TERRITORY OF BREST POLESIA

N. Grashanik

EI «Brest State University named after A.S. Pushkin»,  
Brest, Belarus

*The article describes eolian accumulations, their mineral composition and relief forms on the territory of Brest Polesia. The mineral composition of Aeolian accumulations of the region is polymictic. The eolian accumulations were formed due to the location changing of the accumulations of alluvial, proluvial, lacustrine and water-glacial genesis by wind.*

**Keywords:** eolian accumulations; mineral composition; the eolian forms of relief.

Необходимыми условиями для возникновения и развития эолового рельефа являются наличие несвязанного (рыхлого) пылеватого, сухого торфяного, чаще песчаного материала, а также наличие среди переноса – воздушной оболочки с приповерхностными ветрами, достаточными для отрыва и транспортировки вышеперечисленного материала. Воздушные потоки в атмосфере, наиболее динамичной и подвижной среде, принимающей участие в процессах рельефообразования, действуют повсеместно. Однако широкое развитие эолового литоморфогенеза возможно только там, где на обширных пространствах значительную часть времени породы обнажены и слабо покрыты растительностью. Такие условия сложились в пределах Брестского Полесья, когда эта территория развивалась в перигляциальных условиях в эпоху отступания припятского оледенения в днепровское и сожское время, а также во время поозерского оледенения и начале голоцене.

Широкое распространение эоловых аккумуляций и эолового рельефа связано с геологическими особенностями и историей развития региона. Заметна роль антропогенного фактора в активизации эоловых процессов. Изучение эоловых образований на территории Белорусского Полесья в целом имеют более чем столетнюю историю. П.А. Тутковский рассматривал Полесье как одну из ископаемых пустынь северного полушария, а эоловые образования считал барханами [4]. В.К. Лукашев высказал мнение, что дюнно-буристый рельеф Полесья не является первичным [2]. С.С. Коржуев утверждал, что эоловые образования региона сформировались в результате переработки песчаных аллювиальных отложений [1]. О.Ф. Якушко и Н.А. Махнач считали, что образование эоловых гряд, бугров, параболических дюн связано не только с переработкой водно-ледниковых песков, но и перевееванием многочисленных прирусловых валов, образовавшихся в результате интенсивного меандрирования рек [5]. А.В. Матвеев эоловый рельеф Полесья рассматривает как полигенетическое образование [3].

В настоящее время в пределах исследуемой территории протекают следующие виды эоловых процессов: перенос песчаного, высущенного торфяного материала и его аккумуляция, дефляция – процесс выдувания рыхлого, в основном, песчаного материала и реже про-

являются процессы корразии – обтачивания, шлифовки, высверливания и разрушения сцепментированных горных пород материалом, переносимым под действием ветра. Этот процесс наблюдается в крупных карьерах расположенных на территории Каменецкого, Жабинковского и Кобринского районов.

Минеральный состав золовых отложений довольно пестрый и варьирует в зависимости от преобладающего размера зерен. В целом наиболее распространеными являются легкие минералы, среди которых на кварц и полевые шпаты приходится не менее 80 %. В составе псаммитовой фракции доминируют кварц (65 %) и полевые шпаты (24 %). Содержание слюды незначительное (1 %). Обломки кварца округлой, угловатой формы. Наряду с такими формами в большом количестве присутствуют идиоморфные кристаллы размером 0,5–0,8 мм. Присутствие такого кварца в составе псаммитовой фракции объясняется наличием обломков разного размера и неодинаковой степенью выветрелости золовых отложений. В составе псаммитовой фракции может содержаться до 10 % тяжелых минералов с удельным весом более 2,7 г/см<sup>3</sup>. Среди них выделены роговая обманка, гранат, магнетит, эпидот, пироксены, рутил, циркон, турмалин, глауконит и пирит. Роговая обманка встречается в виде угловатых, окатанных, реже удлиненных зерен с едва уловимой штриховкой на удлиненных поверхностях. Окраска зерен равномерная черная, реже черно-зеленоватая. Некоторые зерна имеют зональную окраску. Гранаты представлены альмандином, андрадитом и редко гроссуляром. Альмандин красного, коричневато-красного, малинового цвета, андрадит – зеленовато-желтого, реже коричневого и бурого цвета. Гроссуляр идентифицируется по характерной бледно-зеленой окраске кристаллических зерен. Зерна граната изометричные, остроугольные, неправильно угловатые, некоторые с раковистым изломом на поверхности грани. Часто среди граната отмечаются изометрические кристаллические формы ромбододекаэдров. Поверхность таких зерен гладкая, матовая. На некоторых зернах отмечаются корочки из лимонита.

Магнетит из золовых отложений имеет различную степень окатанности зерен и типичный металлический блеск. Окраска минерала черная с синеватой побежалостью. Обломки эпидота характеризуются желтовато-зеленым фисташково-зеленым цветом с матовой поверхностью. Форма обломков пластинчатая, угловатая, реже – призматическая. Пироксены представлены авгитом и гиперстеном. Авгит среди других обломков отличается резкой шагреневой поверхностью зерен и растворяется в горячей соляной кислоте. Окраска минерала черно-зеленая и черная. Обломки гиперстена окатанные и полуокатанные, реже удлиненные призматической формы. Цвет коричневато-зеленый. Рутил среди тяжелых минералов псаммитовой, алевритовой и пелитовой фракций является одним из доминирующих минералов. Окраска зерен красновато-бурая, зеленоватая, реже – синевато-фиолетовая и черная. Среди псаммитовой фракции попадаются кристаллы удлиненной, тетрагональной и призматической формы. Отмечаются двойники срастания и коленчатые формы обломков. В алевритовой и пелитовой фракциях зерна рутила хорошо окатанные, реже наблюдаются угловато-окатанные и таблитчатые обломки.

Циркон по распространенности среди тяжелых минералов занимает второе место, особенно много его в алевритовой и пелитовой фракции. В псаммитовой фракции доминируют короткостолбчатые и длиннопризматические формы. В менее размерных фракциях преобладают хорошо окатанные шаровидные и боченковидные формы зерен. Турмалин из золовых отложений характеризуется черной окраской и характерным сечением обломков кристаллов в форме сферического треугольника, а также наличием штриховки на гранях. По совокупности этих признаков он достоверно различается от других минералов, обладающих черной окраской. Глауконит встречается в виде шаровидных, лепешковидных и комковидных зерен бледно-зеленой окраски. Этот минерал присутствует как в тяжелой, так и в легкой фракции. Следует отметить, что в золовых отложениях верхней части разреза преобладает глауконит легкой фракции и его количество резко сокращается. Это, скорее всего, объясняется иссушением материала отложений и воздействием на него ветра с последующим выносом за пределы золовых форм в заболоченные понижения. Пирит в материале золовых отложений присутствует в незначительных количествах, в виде зернистых, иногда конкреционных агрегатов темно-бурого, реже золотистого цвета. В алевритовой фракции доминирующим среди легких

минералов является кварц (75 %). Количество полевых шпатов по сравнению с псаммитовой размерностью несколько уменьшается до 19 %, а количество слюд увеличивается до 4 %. Процентное содержание тяжелых минералов в крупном алеврите составляет более 6 процентов. Состав минералов и их соотношения между собой совпадают с составом и соотношениями минералов псаммитовой размерности. Во фракции пелита сохраняется такая же закономерность по составу и соотношении минералов. Минеральный состав эоловых песков на территории Брестского Полесья – полимиктовый, включающий легкие и тяжелые минералы. Среди легких минералов во всех размерных фракциях доминирующими являются кварц и полевые шпаты, среди тяжелых – рутил и циркон.

Встречающиеся на территории Брестского Полесья эоловые формы представлены песчаными буграми и холмами, параллельными и отдельными единичными линейными меридионально, реже субширотно ориентированными грядами, параболическими, серповидными, кольцевыми и полукольцевыми дюнами, которые сформировались на поверхности аллювиальных, водно-ледниковых и реже моренных отложений.

*Эоловые бугры и холмы* в плане округлой формы. Диаметр их подошвы варьирует от 40–85 м до 100–140 м, а высота достигает 1–2 м. Они в больших количествах размещаются на поверхностях надпойменных террас, реже отмечаются на поверхности высокой поймы реки Западный Буг. Бугры и холмы отмечаются также на поверхности песчаных гряд. Такие формы широко распространены западнее дд. Орхово, Приборо, Богданы, Леплевка, пгт. Домачево и восточнее дд. Липинки, Кобелка, Збунин.

*Эоловые гряды* имеют вытянутую форму. Их длина 600–900 м, ширина составляет 90–150 м, а относительная высота достигает 6 м. Они находятся в пределах прибрежной части высокой поймы и надпойменных террас рек Западный Буг и Мухавец, образуя одиночные линейные гряды и группы, состоящие из 2–3 параллельных гряд. Расстояние между их гребнями составляет 130–180 м. Вершинная поверхность гряд осложнена одиночными буграми диаметром основания до 30 м и высотой до 2 м и замкнутыми понижениями округлой формы диаметром 20 м глубиной от 0,8 до 1,2 м. Параллельные, меридионально ориентированные песчаные гряды находятся возле д. Селяхи, восточнее д. Знаменка и северо-восточнее д. Страдечи. Субширотно простирающиеся песчаные гряды находятся восточнее дд. Комаровка, Харсы, Кобелка, Рудня и ст. Дубица. Эоловые гряды детально исследованы северо-восточнее д. Селяхи.

*Дюны* распространены в пределах высокой поймы и надпойменной террасы реки Западный Буг. Крылья дюн вытянуты с запада (юго-запада) на восток (северо-восток). Вершины обращены выпуклой стороной на восток (северо-восток).

*Параболические дюны* исследованы в правобережной части долины Западного Буга юго-восточной окраины д. Орхово Брестского района в направлении заболоченного урочища Тучно. Общая длина одной из дюн составляет до 3,5 км, ширина крыльев от 80 до 130 м, а в месте их перегиба достигает 255 м. Высота от 2 до 4,5 м. Крутизна наветренного склона 12°, подветренного – 35°. Морфометрические параметры еще одной дюны более внушительные. Общая длина составляет около 6 км, при ширине крыльев от 90 до 170 м. Относительная высота от 1,2 до 7,8 м. Крутизна наветренного склона составляет 15°, подветренного – 38°. В 150 м южнее южного берега водохранилища «Орхово» в искусственной выработке этой дюны, на абсолютной отметке 173,2 м вскрыт слой кварцевого пылевидного (мучнистого) алевритовой размерности, увлажненного белесого песка мощностью 12 см. Такой же слой обнажается и в выработке песчаной гряды, которая простирается западнее д. Рытец Брестского района. Расстояние между этими точками 9,3 км. Данный слой по составу, окраске, мощности и размерности обломков можно назвать для данной территории маркирующим и при всестороннем его изучении использовать для восстановления палеогеографических условий формирования эоловых аккумуляций.

*Серповидные дюны*. Дюнные образования этой формы образуют скопления восточнее дд. Липинки, Кобелка, Рудня и юго-западнее д. Знаменка. Дюнные формы лобовой выпуклой частью ориентированы в основном на восток и только на небольшом субширотном участке

долины Западного Буга юго-западнее д. Знаменка обращены в западном и юго-западном направлениях. Дюны имеют длину 300–500 м и относительную высоту до 4 м.

*Кольцевые и полукольцевые дюны.* Данные формы приурочены к бывшим береговым линиям карстовых и небольших термокарстовых озер, которые маркируются по современным пониженным заторфованным котловинам и распространены в окрестностях д. Комаровка. Полукольцевые дюнные формы обрамляют котловины карстового генезиса озер Селяхи, Белое и Тайное.

Доминируют в эоловых отложениях псамитовые фракции 0,5–0,25 и 0,25–0,1 мм. Количество мелкого гравийного материала не превышает 2,6%, что значительно меньше, чем в подстилающих породах водно-ледникового генезиса. По степени сортировки пески неоднородны. Наиболее сортированные разности приурочены к средней части разреза, в верхней части, особенно в кровле разреза отложений содержание крупнообломочного материала составляет около 2,6 %. Вниз по разрезу на глубине 2,5–3,0 м увеличивается содержание материала размерностью 0,25–0,1 мм и обломков алевритовой фракции, а также возрастает количество тонкодисперсных и глинистых частиц.

Резюмируя вышеизложенное, базируясь на анализе особенностей размещения, строения и минерального состава эоловых аккумуляций и созданных ими формами рельефа территории Брестского Полесья позволяет сделать следующие выводы:

- эоловые отложения формировались в перигляциальных условиях ранней части среднего, позднего плейстоцена и голоцен за счёт перевеевания водно-ледниковых, реже моренных накоплений припятского ледникового покрова днепровского времени, пролювиальных, озерных, а также аллювиальных отложений, слагающих в настоящее время пойму и частично первые надпойменные террасы рек региона;

- в течение длительного времени формирования эоловых аккумуляций изменялась аэромассовая динамика в приземном слое: устойчивые ветры, доминировали на начальном этапе, позже доминировали ветра порывистой силы. Подтверждением этого являются хорошо сортированные мелковернистые пески нижней части разреза селяхинской гряды и разновернистые с включением гравия пески в верхней части обнажения;

- минеральный состав эоловых песков на территории Брестского Полесья – полимиктовый, включающий легкие и тяжелые минералы. Среди легких минералов во всех размерных фракциях доминирующими являются кварц и полевые шпаты, среди тяжелых – рутил и циркон.

#### Список литературы

1. Коржуев, С. С. Рельеф Припятского Полесья: структурные особенности и основные черты развития / С. С. Коржуев. – М. : Изд-во АН СССР, 1960. – 141 с.
2. Лукашев, В. К. Палеогеологические условия образования дюнно-песчаных отложений Белорусского Полесья / В. К. Лукашев: автореф. дис. ...канд. геогр. наук. – Минск, 1963. – 23 с.
3. Матвеев, А. В. История формирования рельефа Белоруссии / А. В. Матвеев. – Минск: Навука і тэхніка, 1990. – 144 с.
4. Тутковский, П. А. Ископаемые пустыни северного полушария / П. А. Тутковский // Приложение к журналу «Землеведение». – М., 1910. – С. 136 – 157.
5. Якушко, О. Ф. Основные этапы позднеледникового и голоцена Белоруссии / О. Ф. Якушко, Н. А. Махнач. – Минск, 1973. – 85 с.

# ПОТЕНЦИАЛ НЕТРАДИЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ ЗАПАДА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Я.Г. Грибик, Р.Е. Айзберг

Институт природопользования НАН Беларусь, г. Минск, Беларусь,  
e-mail: [yaroslavgribik@tut.by](mailto:yaroslavgribik@tut.by); [chistaya@nature.basnet.by](mailto:chistaya@nature.basnet.by)

Приведены результаты анализ геологических данных о палеозойских отложениях Волыно-Подольского, Припятского, Подлясского-Брестского, Люблинского, Балтийского бассейнов с определением конкретных перспективных участков и ресурсного потенциала нетрадиционных источников углеводородного сырья.

**Ключевые слова:** бассейн; сланцевый газ; ордовик; силур.

## THE POTENTIAL OF UNCONVENTIONAL SOURCES OF HYDROCARBONS RAW MATERIAL OF THE WEST OF THE EAST EUROPEAN PLATFORM

Y. Gribik, R. Aizberg

Institute of nature management of NAS of Belarus, Minsk, Belarus,

The results of the analysis of geologic data on Paleozoic sediments of the Volyn-Podolsk, the Pripyat, the Podlasca-Brest, Lublin, Baltic basins, with the identification of specific prospective areas and resource potential of unconventional sources of hydrocarbons are given.

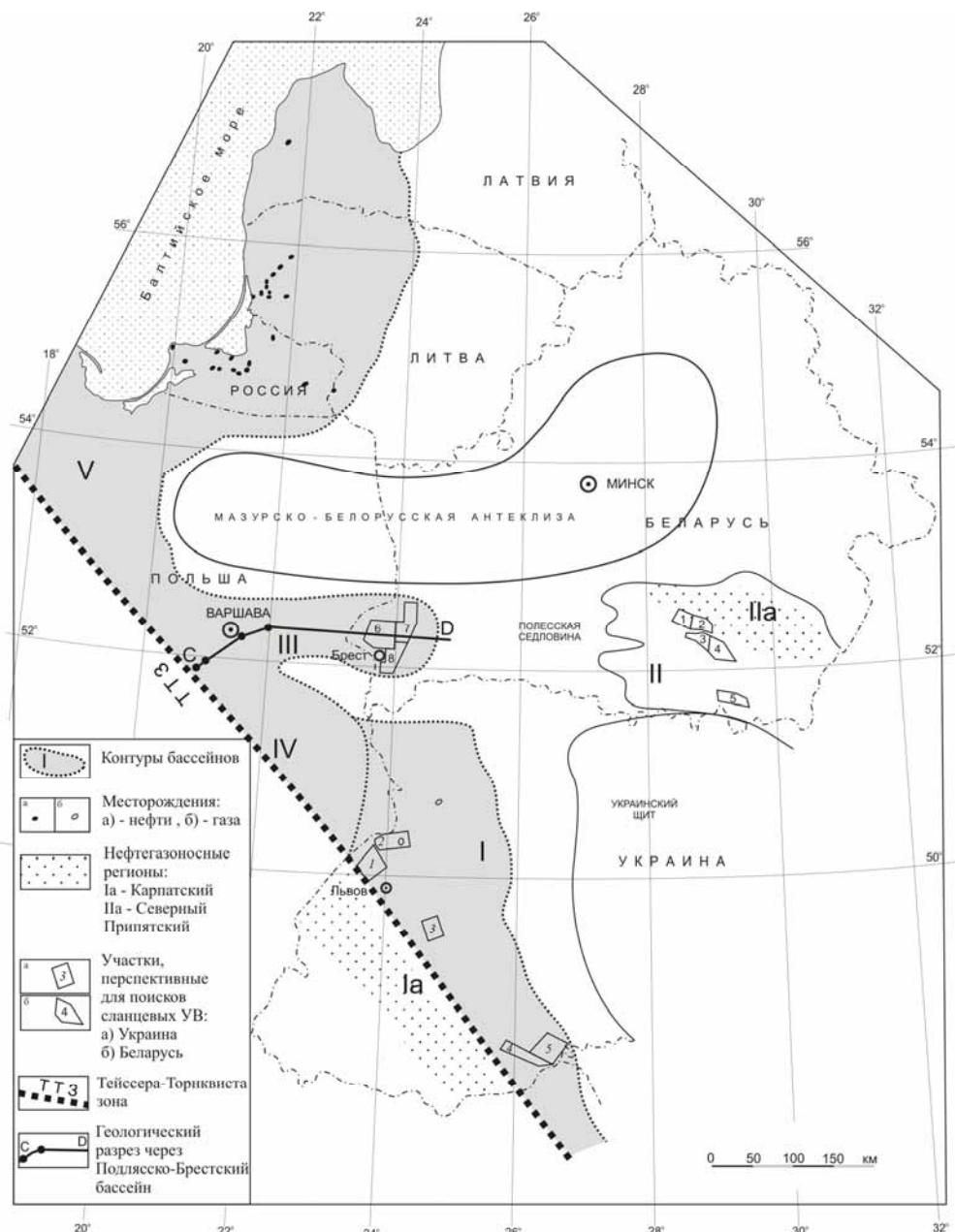
**Keywords:** pool; shale gas; Ordovician; Silurian.

Территория запада Восточно-Европейской платформы (ВЕП), перспективная для поисков нетрадиционных источников углеводородного сырья (НИУВС), включает западные земли Украины, Беларусь, восток Польши, Калининградскую область России, Литву, Латвию. Оценку углеводородного потенциала этого региона как на традиционные, так и на нетрадиционные источники углеводородного сырья следует анализировать с учетом региональных особенностей и их позиции относительно выявленных или возможных нефтегазоносных бассейнов. В таком аспекте рассматривается территория запада ВЕП с юга на север.

**Украина.** На территории западной Украины располагается Волыно-Подольский газонефтеносный бассейн (ГНБ), развивавшаяся в рифее и венде как часть Волыно-Оршанского прогиба, в кембрие и раннем девоне – как Балтийско-Днестровский перикратонный прогиб, в среднем девоне – карбоне – как Львовский палеозойский прогиб. В регионе выделяется Восточно-Европейская древняя и Западно-Европейская молодая платформы, граница между которыми проходит по серии разломов, являющихся составляющими Трансевропейской шовной зоны (зоны Тейссейра-Торнквиста – ЗТТ). В пределах Волыно-Подольской ГНБ осадочный комплекс представлен отложениями неопротерозойской серии, перекрываемыми палеозойскими образованиями в составе кембрийских, ордовикских, силурийских, девонских, каменноугольных отложений [3]. На территории Волыно-Подольского ГНБ в 1960–2000 гг. выявлены Великомостовское и Локачинское газовые месторождения с залежами в среднем, верхнем девоне и нефтепроявление на Павловской площади в этих же отложениях.

По комплексу критерииев для поисков сланцевого газа на территории Волыно-Подольского бассейна выделено пять перспективных участков [3]: Рава-Русский, Восточнолещинский, Белзский, Давыдовский, Байраковский (рисунок 1). Площадь каждого участка примерно 500 км<sup>2</sup> каждая. Рава-Русский участок расположен в северо-западной части Волыно-Подолии во Львовской области. В геологическом строении принимают участие палеозойские и мезозойские отложения. По результатам анализа скв. Рава-Русская 1 установлено, что наибольшее содержание С<sub>орг.</sub> (0,5–1,1 %) содержат отложения силурийских аргиллитов, залегающих в интервале глубин 1779–2947 м. Залегающие выше аргиллиты и песчаники нижнего девона характеризуются меньшим содержанием карбонатного материала. Белзский участок расположен во Львовской области, в пределах которого в осадочном чехле

мощностью до 5000 м, основная часть геологического разреза представлена кембрийскими, ордовикскими, силурийскими аргиллитами, алевролитами и известняками соответственно. Восточнолещинский участок находится во Львовской и Ивано-Франковской областях, геологически разрез представлен отложениями от неогена до кембия. Перспективными для поисков сланцевого газа являются отложения силура, залегающие в скважине Лещинская 1 на глубине 2270–3530 м и представлен преимущественно темно-серыми аргиллитами. Давыдовский участок расположен в Черновицкой области, в пределах которого пробурена опорная скважина Давыдовская 1, в разрезе которой отложения силура вскрыты на глубине 1977–2993 м. В силурийском комплексе выделены две перспективные зоны для поисков сланцевого газа – Лудинско-Монастырецкая и Андреевско-Бережанская.



**Рисунок 1. Карта распределения нефтегазоносных бассейнов западной части Восточно-Европейской платформы.**

**Бассейны:** I – Волыно-Подольский; II – Припятский; III – Подлясско-Брестский; IV – Люблинский; V – Балтийский. Участки, перспективные для поисков сланцевых УВ: Украина (цифры курсивом): 1 – Рава-Русский, 2 – Белзский, 3 – Восточнолещинский (Олесский), 4 – Давыдовский, 5 – Байраковский; Беларусь: 1 – Калиновский, 2 – Октябрьский, 3 – Комаровичский, 4 – Савичский, 5 – Ельский, 6 – Каменецкий, 7 – Шершовский, 8 – Жабинковский

Прогнозная количественная оценка ( $Q$ ) ресурсного потенциала НИУВС для 4-х участков определяется следующими показателями.

*Рава-Русская* – ( $h_{\text{прогн.}} = 120$  м), где  $h$  – перспективная толщина, м;  $Q = 490$  млрд м<sup>3</sup>; *Восточнолещинская* – ( $h = 80$  м)  $Q = 360$  млрд м<sup>3</sup>; *Белзская* – ( $h = 50$  м)  $Q = 204$  млрд м<sup>3</sup>; *Давыдовская* – ( $h = 600$  м)  $Q_{\text{ср}} = 567$  млрд м<sup>3</sup>. Всего на 4-х участках прогнозная оценка геологического ресурсного потенциала составила 1621 млрд м<sup>3</sup>.

Принимая коэффициент газоотдачи равным 10 %, расчетные извлекаемые ресурсы  $Q$  определены в количестве 162,1 млрд м<sup>3</sup> газа. Учитывая глубину залегания продуктивных горизонтов представляется следующая рейтинговая оценка участков относительно выявления залежей сланцевого газа:

1. Рава-Русская, 2. Давыдовская, 3. Белзская, 4. Восточнолещинская.

**Беларусь.** В настоящее время в Беларуси из трех осадочных бассейнов в наибольшей мере изучен Припятский НГБ с установленными 83 месторождениями нефти. Залежи нефти приурочены к верхнедевонским преимущественно карбонатным коллекторам подсолевого и межсолевого комплексов. Основная часть месторождений выявлена в Северной части Припятского прогиба, шесть – в Центральной части прогиба в пределах которой, как и в Южной части установлены непромышленные нефтепроявления. Оценка возможных объектов по выявлению залежей НИУВС в настоящее время выполняется в пределах крупного Речицкого месторождения силами РУП «ПО Белоруснефть». В условиях Припятского прогиба перспективным объектом представляется межсолевой девонский комплекс Центральной и Южной частей, в пределах которого определено пять участков для поисков залежей нетрадиционного типа как сланцевый газ (shale gas), сланцевая нефть (shale oil) и нефть и газ плотных пород (tight oil, gas) [1].

В Беларуси определены концессионные участки для поисков НИУВС в Припятском прогибе – пять участков, в Подлясско-Брестском бассейне – три (см. рисунок 1).

**Таблица 1**  
**Концессионные участки нетрадиционного углеводородного сырья Беларуси**

№№	Название участка	Площадь, км <sup>2</sup>	Глубина залегания перспективного комплекса, м	Геологические ресурсы УВ – жидкие, млн т (Ж), газовые, млн м <sup>3</sup> (Г)
1	Калиновский	411,1	1150–3550	Ж – 8,5
2	Октябрьский	437,0	1350–3250	Ж – 22
3	Комаровичский	387,7	2100–3800	Ж – 64
4	Савичский	683,0	1900–3600	Ж – 42
5	Ельский	506,4	2000–3600	Ж – 17
6	Каменецкий	1124	1000–1500	Г – 8000
7	Шерешевский	1260	600–1200	Г – 4000
8	Жабинковский	880	600–1500	Г – 3000

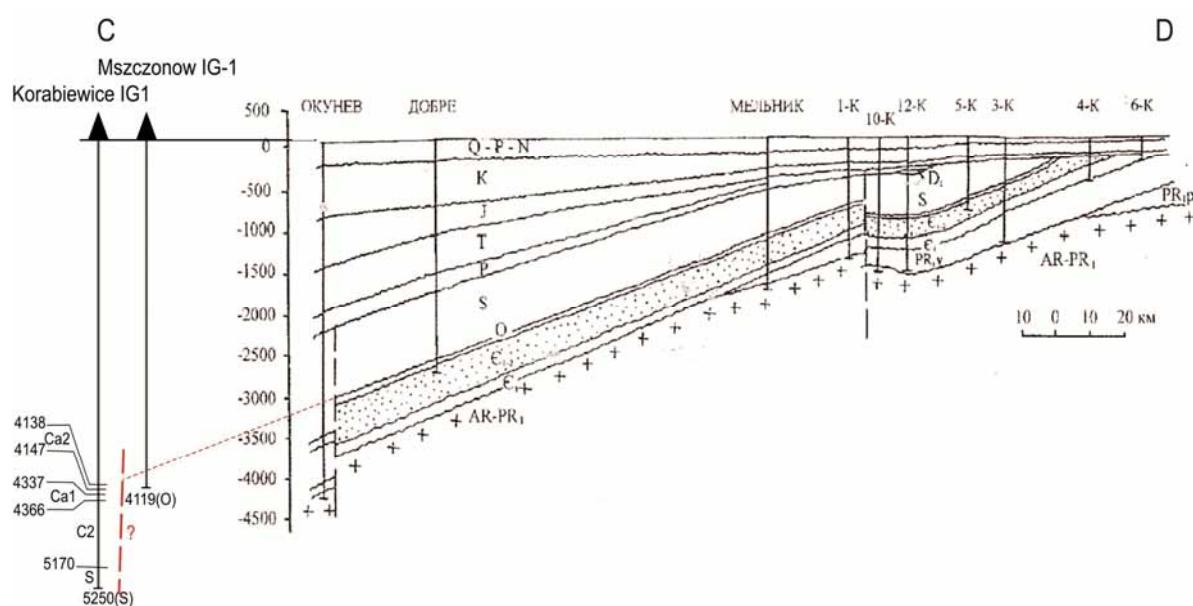
Для изучения участков или зон (в англоязычной литературе – play) распространения низкопроницаемых нефтегазоперспективных резервуаров сланцевого типа в Припятском НГБ используется весь геолого-геофизический и буровой материал, полученный в предшествующий период. В последующем определяется комплекс методов исследования внутренней структуры нефтеперспективных отложений с помощью сейсморазведки 3Д. Выход на оконтуренный сейсморазведочный объект поисково-разведочным бурением с проводкой всех технологических и буровых операций (горизонтальные единичные и эшелонные стволы), гидроразрыв пластов, компонентный состав технологических жидкостей и прочее.

В восточной части Подлясско-Брестской впадины на территории Беларуси, как отмечено выше, определено три участка, перспективные для поисков залежей сланцевого газа. Перспективными представляются глинисто-карбонатные силурийско-ордовикские и возможно кембрийские отложения, характеризующиеся содержанием  $C_{\text{опр.}}$  в породе в

пределах 0,1–0,25 %, максимально достигая 1,4–4,4 %, и степенью их преобразованности до стадии МК. В западном направлении мощность осадочного чехла увеличивается, поверхность пород кристаллического фундамента в пределах Подлясско-Брестской впадины погружается от 1,5 км (на территории Беларуси) до 9,0 км в зоне Тейссейра-Торнквиста (рисунок 2).

**Польша.** На западной окраине Восточно-Европейской платформы на территории Польши до линии ТТЗ установлены Люблинский, Подлясский и Балтийский бассейны. С ними связаны наибольшие перспективы поисков залежей углеводородов сланцевого типа в пределах Центральной и Западной Европы. По данным US Energy Information Administration (EIA) ресурсный потенциал сланцевых газов Польши оценивается данными, приведенными в таблице 2 [5].

Наиболее весомый ресурсный потенциал сланцевых газов сосредоточен в Балтийском бассейне (532,1 Tcf) и значительно меньше содержится в Подлясском (53,6 Tcf) и Люблинском (45,8 Tcf) бассейнах. Оценка ресурсного потенциала выполнена по отложениям нижнего силура, ордовика и верхнего кембия.



**Рисунок 2. Геологический разрез Подлясско-Брестской впадины по линии профиля С-Д (Г.В. Зиновенко, Р.Г. Гарецкий, 2009 с дополнениями А.П. Симонов, 2012).**  
Положение профиля см. на рис. 1

**Таблица 2**  
**Оценка сланцевого ресурсного углеводородного потенциала Польши**

Poland Shale Gas		Gas Initially In Place (Tcf)	Technically-Recoverable (Tcf)			Recovery
Study	Basin	Risked/ Mean	P95/Min	Risked/ Mean	P5/max	Percent
U.S. Geological Survey July 2012	Polish Foredeep Total		0	1,345	4,086	
EIA 2013	Baltic	532,1		105,2		19,8 %
EIA 2013	Lublin	45,8		9,2		20,1 %
EIA 2013	Podlasie	53,6		10,1		18,8 %
EIA 2013	Polish Foredeep Total	631,5		124,5		19,7 %
EIA 2013	Fore Sudetic	106,7		21,3		20,0 %
EIA 2013	Poland Total	738,2		145,8		19,8 %

Примечание. Tcf – триллион кубических футов.

Из 123 концессий, выделенных в 2012 г., к настоящему времени реализуются на 29 участках из них 15 концессионных участков принадлежат польским компаниям [5].

**Подлясский бассейн** приурочен к западной части Подлясско-Брестской впадины. В наиболее погруженной части бассейна скважинами Okunew IG-1, Mszczonew IG-1 вскрыты палеозойские и мезозойские отложения общей мощностью до 5200 м. На территории польской части Подлясско-Брестской впадины мощность ордовикских отложений сравнительно постоянна (около 70 м), в сторону Беларуси постепенно сокращается вплоть до полного выклинивания. Силурийские отложения со стратиграфическим несогласием залегают на породах ордовика и перекрываются разновозрастными отложениями - от нижнедевонских до юрских включительно. Силурийская толща, представленная переслаиванием карбонатных пород, мергелей и глин, и, как считалось до последнего времени, оценивалась в качестве региональной покрышки. В направлении с запада на восток в разрезе силурийских отложений выделяется ряд закономерно сменяющих друг друга формаций: глинистая, карбонатно-глинистая и карбонатная, обогащенных в разной степени органическим веществом.

Наиболее перспективная для поисков НИУВС часть Подлясско-Брестской впадины расположена на территории Польши, где в разрезах ряда скважин отмечены нефтегазопроявления. В их числе – следы нефти в кембрийских отложениях (скв. Zebrak IG-1), газопроявления с большим содержанием метана (скв. Tluszcza IG-1), нефть с пузырьками газа (скв. Okunew IG-1). По результатам буровых работ в разрезе кембрийских отложений выявлены поровые коллекторы, в ордовикских отложениях – трещинно-поровые.

Из шести участков, на которых в период с 2011 года выполнялись опытные исследования, только на трех участках в скважинах Stoczek OU1, Peclin OU1 и Cusow ORZ1 получен приток сланцевого газа из силурийских отложений дебитом 10.300-14.130 TDft [5].

**Любинский бассейн** простирается в северо-западном направлении параллельно зоне Тейссейра-Торнквиста и является продолжением Львовского палеозойского прогиба. Разрез осадочного чехла представлен отложениями палеозойского и мезозойского возраста. В центральной части бассейна выявлено газовое месторождение Цецежин в карбонатном верхнедевонском комплексе и газовое месторождение Комарув – в отложениях среднего девона. Перспективными для поисков сланцевого газа в Люблинском бассейне представляются отложения ордовика и силура (венлок) с содержанием С<sub>орг.</sub> от 1,0 до 2.5 %. Мощность венлокского яруса возрастает от 100 м в юго-частях Люблинского бассейна до 1000 м в западной части Балтийского бассейна. Породы ордовика и силура Люблинского региона характеризуются высокой отражательной способностью витринита R ≥ 2, что свидетельствует об их термической зрелости стадии катагенеза – МК<sub>4</sub> – МК<sub>5</sub> и АК<sub>1</sub>, также о возможности генерировать сухой метановый газ. В Люблинском бассейне в 2013-2016 гг. в пределах концессионных участков Chelm, Werzbica и Lubartow получены притоки сланцевого газа от 9445 до 13830 TDft.

**Балтийский бассейн** приурочен к одноименной синеклизе и располагается в северной части Польши, Калининградской области Российской Федерации, Литве и Латвии (см. рисунок 1). В составе платформенного чехла Балтийской синеклизы установлены отложения всех геологических систем фанерозоя, а также образования венда. В составе осадочного чехла выделяется три нефтегазоносных комплекса: кембрийский, ордовикский и силурийский [2].

Для поисков нетрадиционных источников залежей углеводородного сырья в польской части Балтийского бассейна по результатам исследования на участке Saponis [5] сланцевые породы характеризуются следующим составом (таблица 3).

Таблица 3

**Характеристика нефтегазоперспективных низкопроницаемых пород сланцевого типа по материалам скважин концессии Saponis Балтийского бассейна**

Location	Play	Age	Thickness Range (ft)	SiO <sub>2</sub> , %	Carbonate, %	Clay, %	Porosity, %	Total Organic Carbon, %
Saponus Concessions, Baltic Depression	Graptolitic Shale	Lower Silurian	300–485	28–30	8–27	44–50	1–9,6 (avg 3,8)	0,1–4,2
	Graptolitic Shale	Ordovician	75–90	32–54	8–18	33–43	1,4–6,9 (avg 4,2)	0,05–6
	Alum Shale	Upper Cambrian	45	25	30	39	4,1–5,2 (avg 4,6)	5,0–9,2 (avg 7,2)

Наиболее перспективными для оценки источников сланцевых углеводородов представляются отложения ордовика и силура, из которых разными операторами получены притоки газа в период 2011–2016 гг. дебитом от 9250 до 17700 TDft.

В Литве перспективными для поисков источников сланцевых углеводородов, при этом в жидкой фазе, представляют интерес отложения кембрия, ордовика и нижнего силура. Содержание С<sub>орг.</sub> в аргиллитах меняется от 0,06 до 3,42 % (среднее 0,35%), в песчаниках – 0,05–1,99 (ср. 0,20 %). В пестроцветных ордовикских породах и аргиллитах содержание С<sub>орг.</sub> составляет в среднем около 0,13 %. В силурийских мергелях и аргиллитах содержание С<sub>орг.</sub> в среднем составляет 0,10 %, достигая в темно-серых и черных мергелях величины 16,45 % [4]. В пределах Литвы в 2012 г. геологической службой определены два участка для поисков сланцевых углеводородов. Оператор Chevron победитель тендера планировал выполнить в пределах участков сейморазведочные работы по системе 2D и 3D и пробурить несколько скважин. Однако из-за юридических и экологических проблем в 2015 г. оператор продал свою долю в проекте. Работы временно приостановлены.

**Выводы.** В пределах бассейнов запада ВЕП представляется реальным выявление нетрадиционных залежей углеводородного сырья в низкопроницаемых резервуарах сланцевого типа. Нефтегазовый потенциал этих источников УВ определяется конкретными геологическими и технологическими особенностями их поисков, разведки и освоения, которые будут находиться в зависимости от общемировой экономической тенденции использования нефти и газа.

#### Список литературы

- Бескопыльный В.Н., Грибик Я.Г., Дубинин Б.А. Краткая характеристика возможных объектов для поисков «сланцевых» углеводородов в Беларуси. – Гомель: РУП «ПО «Белоруснефть», 2014. – 56 с.
- Геология и нефтегазоносность запада Восточно-Европейской платформы. – Мин.: Беларусская наука, 1997. – 696 с.
- Крупський Ю.З. [та ін.] Західний нафтогазоносний регіон // Нетрадиційні джерела вуглеводнів України. Кн. 2. – К.: Ніка-Центр, 2014. – 400 с.
- Нефтяные месторождения Прибалтики. – Вильнюс: Мокслас, 1987. – 148 с.
- Shale Gas and shale Liguinds Plays un Europa. Prepared for AAPG Energy Minerals Division by Ken Chew (Ken@morenismews.com) 28<sup>th</sup> December 2016. – Дата обращения : 12.01.2017 г.

# **ФЛЮИДОДИНАМИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕНОСНОСТИ КОЛЬЦЕВЫХ СТРУКТУР ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА**

**В.Н. Губин**

*Белорусский государственный университет,  
г. Минск, Беларусь, e-mail: vngubin@mail.ru*

*Приведены результаты комплексной интерпретации данных дистанционного зондирования Земли из космоса и геолого-геофизической информации при изучении кольцевых структур Припятского прогиба, обнаруживающих связь с каналами разгрузки мантийных углеводородных флюидов в осадочный чехол и зонами нефтегазонакопления.*

**Ключевые слова:** кольцевые структуры; глубинные разломы; новейшая геодинамика; вертикальная миграция углеводородных флюидов; зоны нефтегазонакопления; месторождения нефти.

## **FLUID DYNAMICS AND PROSPECTS OF OIL ABILITY OF RING STRUCTURES OF PRYPIAT BENDING**

**V. Gubin**

*Belarussian State University, Minsk, Belarus*

*The results of complex interpretation of information of the remote sensing of Earth are resulted from space and geological and geophysical information at the study of ring structures of the Prypiat bending, findings out connection with ductings of unloading of mantle of hydrocarbon fluids in an sediment cover and zones of oil and gas accumulation.*

**Keywords:** ring structures; deep faults; newest geodynamics; vertical migration of hydrocarbon fluids; the zones of oil and gas accumulation; oil deposits.

В настоящее время при прогнозе нефтеносности платформенных бассейнов особую актуальность приобретает космоструктурное картирование на основе комплексной интерпретации данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса и геолого-геофизической информации. При этом особое внимание уделяется кольцевым структурам земной коры, создающим благоприятные геодинамические условия для вертикальной миграции углеводородных (УВ) флюидов из верхней мантии и формирование в осадочной толще нефтяных залежей. С позиций abiогенного генезиса нефти поток УВ-флюидов, поступающий из высокотемпературных зон Земли, устремляется по разломам, трещинным зонам и другим нарушениям вверх, достигая осадочного чехла, и образует многопластовые нефтегазовые месторождения [4]. Прилегающие к глубинным разломам кольцевые структуры диаметром от нескольких до первых сотен километров в поперечнике обнаруживают связь с каналами разгрузки мантийных флюидопотоков в осадочный чехол и зонами нефтегазонакопления. Анализ данных ДЗЗ из космоса и геолого-геофизических материалов позволяет выявить пространственные закономерности распределения неотектонически активных кольцевых структур земной коры, являющихся проницаемыми каналами для глубинных УВ и тем самым выполнить прогноз нефтеносности платформенных бассейнов [2; 3; 6; 7].

В результате космоструктурного картирования отдельных площадей Припятского прогиба установлены закономерности пространственного распределения и геологическая природа кольцевых структур флюидально-газовой активизации в земной коре. Глубинные флюидопроводящие кольцевые структуры, приуроченные к листрическим мантийным разломам, являются каналами вертикальных перетоков УВ-флюидов, а также контролируют их латеральную миграцию и, тем самым, оказывают влияние на формирование залежей нефти.

При космоструктурном картировании Припятского прогиба обращено внимание Полесской кольцевой структуре земной коры диаметром по длинной оси около 260 км. Сходные по размерам и геологической природе подобного типа кольцевые мегаструктуры относят к нефтеперспективным объектам, что подтверждают результаты их изучения М.Н. Смирно-

вой [6] по данным ДЗЗ из космоса и геолого-геофизическим материалам в пределах Западно-Сибирской плиты и в других нефтегазоносных регионах.

Северный сегмент Полесской кольцевой структуры охватывает Южный нефтегазоперспективный район, расположенный во Внутреннем грабене Припятского прогиба (рисунок). Рассматриваемый сегмент кольцевой мегаструктуры уверенно дешифрируется на космических снимках (КС) регионального уровня оптической генерализации в виде дугообразно ориентированных линеаментов, выраженных на земной поверхности фрагментами долин рек Горыни, Ствиги, Уборт и Припяти, а также системами заболоченных низин и котловин, обусловленных повышенной трещино-ватостью и обводненностью приповерхностных горизонтов осадочного чехла. Дугообразные линеаменты северного сегмента мегаструктуры со-пряжены с активными на неотектоническом этапе Буйновичско-Наровлянским, Сколодинским и Выступовичским региональными разломами.



**Активные на неотектоническом этапе структуры земной коры в пределах Внутреннего грабена Припятского прогиба:** 1–3 – листрические разломы по Р.Е. Айзбергу и др. [1]; мантийные суперрегиональный (1) и региональные (2), коровые (3); 4 – неотектонически активные разломы; 5 – кентрогенные структуры; 6 – северный сегмент Полесской кольцевой структуры; разломы (цифры в кружках): 1 – Южно-Припятский; 2 – Лоевский; 3 – Микашевичский; 4 – Малынско-Туровский; 5 – Пержанско-Симоновичский; 6 – Первомайско-Заозерный; 7 – Азерецко-Великоборский; 8 – Шестовичско-Гостовский; 9 – Буйновичско-Наровлянский; 10 – Сколодинский; 11 – Выступовичский

Полесская кольцевая структура относится к полигенному типу, поскольку ее формирование происходило в течение длительного периода геологической истории под воздействием взаимообусловленных процессов магматизма, метаморфизма и тектогенеза. Возникновение мегаструктуры связано с нуклеарной стадией развития Земли и началом формирования ее коры (около 4 млрд лет назад). Первоначально это был огромный кольцевой бассейн типа лунных, на месте которых в процессе сложного осадконакопления и последующей гранитизации и метаморфизма возникли первые ядра континентальной коры материков. В протерозое мегаструктура контролировала накопление вулканогенно-осадочных пород в замкнутых бассейнах, а также образование в ее центральной части магматических комплексов Коростенского plutона, имеющих изометричное строение.

Активно проявилась Полесская кольцевая структура на платформенном этапе эволюции земной коры [5]. В позднем девоне в эпоху герцинской складчатости в ее северном сегменте формировался Припятский палеорифт широтного простирания. К восточной части кольцевой мегаструктуры примыкает Днепровско-Донецкая рифтогенная зона северо-западного направления. В позднеолигоцен-четвертичное время в пределах северного сегмента Полесской кольцевой структуры преобладали восходящие неотектонические движения суммарной амплитудой 100–150 м и более. Современные вертикальные движения земной коры на территории мегаструктуры характеризуются в основном положительными значениями и

составляют 1–3 мм в год. Однако подобные деформации в зонах новейшей активизации глубинных разломов, пересекающих кольцевую структуру, достигают до 25–30 мм в год.

В пределах северного сегмента Полесской кольцевой структуры по данным глубинного сейсмического зондирования отмечается уменьшение мощности земной коры до 35–40 км и по поверхности Мохоровичича (Мохо) здесь выделяются изометричные поднятия. Анализ глубинного строения других нефтегазоносных областей свидетельствует о приуроченности месторождений нефти к склонам поднятий верхней мантии. Полесская кольцевая структура отличается высокой степенью вертикальной тектонической и петрографической расслоенности земной коры и мантии. По-видимому, северный сегмент кольцевой мегаструктуры отражает контур литосферного пространства со значительным объемом разуплотненной разогретой подкоровой мантии, способной перемещаться вверх, приподнимая при этом поверхность Мохо, как это отмечается под Припятским палеорифтом. Существующие в пределах северного сегмента Полесской кольцевой структуры зоны разуплотнения по аналогии с мантийными разломами, возможно, насыщены флюидами. Новейшая активизация подобных геодинамических зон способствует вертикальной миграции УВ-флюидов. Это позволяет предположить, что кольцевые линеаменты мегаструктуры контролируют размещение нефтеперспективных зон.

В Южном нефтегазоперспективном районе Припятского прогиба к северному сегменту Полесской кольцевой структуры приурочены Буйновско-Наровлянская и Выступовичская зоны потенциального нефте-газонакопления, которые контролируются одноименными региональными разломами. Они включают серию блоковых структур в подсолевых верхнедевонских отложениях, представляющих интерес в нефтеносном отношении. В верхней соленосной толще Буйновско-Наровлянской зоны выделяются Кустовницкое и Наровлянское криптодиапировые поднятия, на которые следует обратить внимание при проведении нефтепоисковых работ.

С очагами вертикальной миграции УВ-флюидов, по-видимому, связаны участки пересечения Полесской кольцевой мегаструктуры Малынско-Туровским, Пержанско-Симоновичским и Первомайско-Заозерным мантийными разломами субмеридионального простирания (рисунок). Такие узловые зоны, или центрогенные структуры отличаются в земной коре высокой неогеодинамической и флюидально-газовой активизацией и наиболее перспективны в нефтеносном отношении. На КС уверенно дешифрируется зона пересечения северного сегмента Полесской кольцевой структуры Малынско-Туровским глубинным разломом. Рассматриваемому участку предполагаемой разгрузки УВ-флюидов, как и другим активным на неотектоническом этапе центрогенным структурам, необходимо уделить внимание при проведении нефтепоисковых работ в Припятском прогибе.

В Припятском прогибе по комплексу космоструктурных и геолого-геофизических критериев устанавливаются локальные кольцевые структуры тектоногенной природы диаметром от 2–3 до 15 км. Они тяготеют к активным на неотектоническом этапе глубинным разломам и зонам нефтегазонакопления.

Кольцевые объекты локального уровня выявлены в Северном нефтегазоносном районе в пределах Речицко-Вишанской, Червонослободско-Малодущинской и Судовицко-Березинской зон нефтегазонакопления. В наиболее крупной Речицко-Вишанской зоне, приуроченной к одноименному региональному мантийному разлому, кольцевые структуры подчеркивают закономерности распределения неотектонически активных преимущественно блоковых структур в подсолевом и межсолевом нефтеносных комплексах верхнедевонской толщи и связанных с ними промышленных месторождений нефти.

Важнейшей задачей космоструктурного картирования в Северном нефтегазоносном районе Припятского прогиба является выяснение геологической природы и нефтепоискового значения локальных кольцевых структур, примыкающих к промышленным месторождениям нефти или расположенных вблизи них. Следует отметить, что такие участки перспективны для поисков залежей УВ, о чем свидетельствует, например, открытие в 2012 г. в Речицко-Вишанской зоне приразломных поднятий залежи нефти в районе двух уже действующих ме-

сторождений – Южно-Осташковичского и Южно-Тишковского. Формирование новых залежей УВ вблизи разрабатываемых месторождений нефти, возможно, связано с подтоком глубинных флюидов в зонах региональных мантийных разломов и прилегающих к ним кольцевых структур. В пределах приподнятых и опущенных крыльев разломов УВ могут быть генерированы в блоковых и блоково-пликативных структурных формах, испытывающих новейшую активизацию и выраженных на КС в виде локальных кольцевых объектов.

При космоструктурном картировании в Центральном нефтегазоносном районе Припятского прогиба уделено внимание локальным кольцевым структурам, приуроченным к соляным валообразным поднятиям в отложениях верхнего девона. В пределах Каменского, Мозырского и других близлежащих криптодиапиров верхнесоленосная толща рассматривается как единый нефтеносный комплекс, для которого типичны литологически экранированные залежи УВ. Улучшенными коллекторскими свойствами обладают пласты на сводах и присводовых участках соляных структур. Признаки нефти отмечаются в галитовой субформации и в ее брекчии кепрока. Перспективной в нефтеносном отношении является Каменское криптодиапирное поднятие, отличающееся высокой активизацией в позднеолигоцен-четвертичное время и выраженное на КС в виде кольцевой структуры диаметром около 4 км. Благоприятная геодинамическая обстановка для формирования залежей нефти в неотектонически активных криптодиапировых поднятиях, по-видимому, связана с дегазацией мантии и восходящей миграцией УВ-флюидов в осадочную толщу земной коры с последующей их генерацией в соляных куполах.

Таким образом, в Припятской прогибе на основе геолого-геофизической интерпретации данных ДЗЗ из космоса установлены кольцевые структуры земной коры, прилегающие к мантийным разломам и обнаружающие связь с каналами разгрузки глубинных флюидопотоков в осадочный чехол и зонами нефтегазонакопления. Космоструктурное картирование кольцевых структур флюидально-газовой активизации земной коры имеет практическое значение при проведении дальнейших нефтепоисковых работ в Припятском прогибе.

#### **Список литературы**

1. Айзберг Р.Е., Старчик Т.А. Синрифтовая геодинамика Припятского прогиба. – Мин: Беларуская навука, 2013. – 146 с.
2. Буш В.А. Проблема кольцевых структур Земли // Итоги науки и техники ВИНИТИ. Сер. Общая геология. Т. 22. – М.: ВИНИТИ, 1986. – 116 с.
3. Губин В.Н. Космоструктурное картирование при поисках глубинной нефти в Припятском нефтегазоносном бассейне. 4-е Кудрявцевские Чтения // Материалы Всероссийской конференции по глубинному генезису нефти и газа. – М.: ЦГЭ, 2015. – URL: [http://conference.deepoil.ru/images/stories/docs/4kr\\_theses/Gubin\\_Gubin\\_Theses.pdf](http://conference.deepoil.ru/images/stories/docs/4kr_theses/Gubin_Gubin_Theses.pdf).
4. Кудрявцев Н.А. Генезис нефти и газа. – Л.: Недра, 1973. – 216 с.
5. Палеогеодинамические реконструкции платформенных бассейнов: методические аспекты / Р.Е. Айзберг, В.Н. Губин, И.В. Климович, Т.А. Старчик. – Мин.: БелНИГРИ, 1991 – 182 с.
6. Смирнова М.Н. Нефтегазонесные кольцевые структуры и научно-методические аспекты их изучения // Геология нефти и газа. 1997. № 9. – С.51–55.
7. Тимурзиев А.И., Шумейкин С.А., Шумейкин А.С. Методы и технологии оценки перспектив нефтегазонности территорий на основе комплексного анализа потенциальных полей, данных сейсморазведки, топографической и космической съемки. Электронный журнал Глубинная нефть, 2014. Т.2. № 3. – С. 307–340. – URL: [http://journal.deepoil.ru/images/stories/docs/DO-2-3-2014\\_Timirzhev-Shumeikin-Shumeikin\\_2-3-2014.pdf](http://journal.deepoil.ru/images/stories/docs/DO-2-3-2014_Timirzhev-Shumeikin-Shumeikin_2-3-2014.pdf)

# ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ НИЖНЕЙ ГРАНИЦЫ ЧЕТВЕРТИЧНОЙ СИСТЕМЫ (ПЕРИОДА) НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

С.В. Демидова<sup>1</sup>, Т.Б. Рылова<sup>2</sup>, Т.В. Якубовская<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Филиал «Институт геологии» Государственного предприятия «НПЦ по геологии»,

e-mail: demidovasvet@mail.ru, tyakub@rambler.ru;

<sup>2</sup>Институт природопользования НАН Беларусь,

г. Минск, Беларусь, e-mail: rylova@ecology.basnet.by

23 января 2017 г. на заседании Стратиграфической комиссии, созданной постановлением Минприроды от 30.11.2016, принято решение о положении нижней границы четвертичной системы (периода) Беларусь на уровне 2,58 млн л. в соответствии с Международной хроностратиграфической шкалой. В связи с этим проводится работа по актуализации стратиграфических схем квартера и неогена в редакции 2017 г.

**Ключевые слова:** четвертичная система; нижняя граница; гелазийский ярус; дворецкий горизонт; Беларусь.

## THE CHANGE OF THE LEVEL OF A QUATERNARY SYSTEM (PERIOD) IN THE TERRITORY OF BELARUS

S.V. Demidova<sup>1</sup>, T.B. Rylova<sup>2</sup>, T.V. Yakubovskaya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Republican Unitary Enterprise "Research and Production Center for Geology",  
branch "Institute of Geology";

<sup>2</sup>Institute for Nature Management, National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

On January, 23, 2017 at the meeting of Commission on Stratigraphy, established by decree from 30.11.2016 by the Ministry of environment, the decision of the position of the base of a Quaternary System/Period of Belarus at 2.58 Ma in accordance to International Chronostratigraphic Chart. In this regard, work is underway on updating the stratigraphic charts of the Quaternary and Neogene in the wording of 2017.

**Keywords:** Quaternary system; Base of Quaternary; Gelasian Stage; Dvoretsian Horizon; Belarus.

Вопрос о положении нижней границы четвертичной системы/периода в Международной хроностратиграфической шкале (МСШ) в последние годы широко обсуждался в научных геологических кругах. Дискуссия привела к тому, что в 2009 г. Исполнительный комитет Международного союза геологических наук (МСГН) ратифицировал рекомендации Международной комиссии по стратиграфии понизить основание четвертичной системы/периода и плейстоценового отдела/эпохи (неоген-четвертичную границу) до точки глобального стратотипа границы гелазийского яруса/века (2,58 млн л.), которая определена в разрезе **Монте Сан Никола** (Сицилия, Италия) [1; 11; 12]. До этого гелазий рассматривался как самый верхний ярус/век плиоценового отдела/эпохи (верхний/поздний плиоцен) неогена. Нижняя граница квартера и плейстоцена проводилась на уровне 1,8 млн л. (разрез **Врика**, Калабрия, Италия). В настоящее время этот рубеж признан глобальным стратотипом границы официально утвержденного калабрийского яруса/века нижнего/раннего плейстоцена [9]; одновременно это и верхняя граница гелазийского яруса/века.

Нижняя граница четвертичной системы на уровне 2,58 млн л. соответствует морской изотопной стадии (МИС) 103 и совпадает с палеомагнитной инверсией Гаусс – Матуяма (2,588 млн л.). Она хорошо фиксируется в колонках морских отложений и континентальных «долговременных записях» лёссов Китая, льда Гренландии и в других регионах планеты по данным микропалеонтологических, геохимических, радиологических и др. исследований [10]. С «событийной» точки зрения основание квартера опущено в интервал, к которому приурочено похолодание и начало материкового оледенения Северного полушария (2,7–2,4 млн л.). По мнению большинства ученых, это похолодание является глобальным и лучше характеризует начало четвертичного периода.

В Беларусь нижняя граница четвертичной системы после изменения ее на международном уровне до недавнего времени официально не пересматривалась. В стратиграфической схеме четвертичных отложений 2010 г. [6] она проведена на уровне 1,8 млн л. При этом оте-

чественные специалисты считают достаточно обоснованным понижение границы квартера до рубежа 2,58 млн л. и включение в его состав континентальных аналогов гелазийского интервала неогена. Некоторые варианты региональной стратиграфической схемы квартера Беларуси в его новом объеме уже публиковались [5; 8; 13].

К началу 2017 г. в Беларуси были созданы необходимые условия для решения вопросов обеспечения геологических работ официальной стратиграфической основой. Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь (Минприроды) в соответствии с Кодексом Республики Беларусь о недрах была образована Стратиграфическая комиссия (постановление Минприроды № 39 от 30.11.2016). Комиссия функционирует при Государственном предприятии «НПЦ по геологии». Она уполномочена рассматривать стратиграфические схемы докембрия и фанерозоя Беларуси и вносить предложения по их изменению с целью совершенствования как основы для использования при проведении геолого-карографических, геологоразведочных, изыскательских и иных видов работ. В состав комиссии входят специалисты и руководители геологических организаций, в которых проводятся стратиграфические исследования и (или) используются на практике результаты этих исследований, а также представители соответствующих кафедр ВУЗов. На первом заседании Стратиграфической комиссии 23 января 2017 г. были рассмотрены и рекомендованы к утверждению стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси, изданные в 2010 г. и используемые в настоящее время [6]. При этом было принято решение об изменениях в схемах неогеновой и четвертичной систем, заключающиеся в переносе нижней границы четвертичной системы (периода) с уровня 1,8 млн л. на уровень 2,58 млн л.

Рассмотренные комиссией стратиграфические схемы докембрия и фанерозоя Беларуси 2010 г. утверждены Минприроды (постановление № 8 от 23.01.2017). Этим документом принята новая нижняя граница плейстоцена и квартера и увеличен стратиграфический объем отдела и системы. В ближайшее время специалистам по четвертичной геологии предстоит подготовить и представить для рассмотрения на Стратиграфической комиссии предложения по актуализации стратиграфической схемы квартера, что особенно важно в связи с крупномасштабным геологическим картированием территории нашей страны.

Коррелятным гелазийскому ярусу МСШ с границами 1,8 и 2,58 млн л. в региональной схеме неогеновых отложений Беларуси 2010 г. является **дворецкий горизонт** колочинского надгоризонта, он присоединяется к нижнему подотделу плейстоценового отдела четвертичной системы. В неогеновой системе после «изъятия» дворецкого горизонта исчезает как региональный стратон колочинский надгоризонт плиоценена, поскольку в его составе остается один холмечский горизонт с двумя подгоризонтами.

Отложения дворецкого горизонта локально распространены в пределах всех структурно-фаунистических зон неогена территории Беларуси, они изучены по десяткам разрезов буровых скважин, в естественных обнажениях (и шурфах) правого берега Днепра у д. Дворец и Холмеч Речицкого района. Среди его отложений преобладают аллювиальные и аллювиально-озерные, реже озерные и болотные породы мощностью до 30 м, залегающие на глубине до 116 м. Голостратотип дворецкого горизонта находится в обнажении цоколя поймы Днепра, где вскрыт расчистками и скв. 7 (гл. 20,8–29,7 м) у д. Дворец. В страторайоне к дворецкому горизонту относятся отложения, сформировавшиеся после остающегося в плиоцене холмечского горизонта. В качестве голостратотипа дворецкого горизонта рассматриваются скважины 120 (92,6–96,2 м) у д. Лозы и 119 (79,1–88,6 м) у д. Детомля Новогрудского района [6].

Изучение отложений горизонта в пределах всей территории Беларуси показало, что они соответствуют двум крупным климатомерам [4]. Первый из них отвечает ольховским слоям, палеоботаническая характеристика которых свидетельствует о похолодании.

Ольховские слои, залегающие в ясной стратиграфической последовательности в гипостратотипе, были выделены Г.И. Горецким. В ольховских слоях и их аналогах описан региональный палинокомплекс R dv 1 NAP–*Betula–Pinus* [3], который резко отличается от предшествующего ему позднехолмечского крайне обедненным таксономическим составом пыльцы наземной растительности, в котором практически отсутствуют типичные для флоры неогена таксоны и вообще теплолюбивые элементы, такие как *Taxodium*, *Sequoia*, *Sciadopitys*, *Podocarpus*, *Engelhardia*, *Liquidambar*, *Castanea*, *Symplocos*, *Nyssa*, *Eucommia*, *Reevesia* и др.

Существенно возрастает роль пыльцы травянистой растительности (*Poaceae*, *Artemisia*, *Che-nopodiaceae*, *Asteraceae* и др.), а среди древесных пород господствуют представители холодного бореального климата (*Betula*, *Pinus*, *Picea*, *Larix*, *Alnus*, *Salix* и др.), в числе которых впервые отмечаются *Betula nana* L. и *Hippophaë*, характерные для перигляциальных условий плейстоцена [3]. Данный палинокомплекс соответствует фазе II развития растительности, описанной Л. Стухликом [14] на территории Польши и может коррелироваться с претегеленом Западной Европы, нижней частью гелазия. Указанные изменения в составе палинофлоры служат весомым аргументом в пользу похолодания, связанного с нижней границей квартера на рубеже между холмечским и дворецким горизонтами, что может соответствовать границе гелазия и пьяченцы МСШ.

Следующий климатомер характеризуется как существенно более теплый этап, он выявлен в собственно дворецких отложениях (дворецкая свита и ее аналоги: новогрудские слои, грушевская и гайнинская свиты). По данным палинологических исследований в это время продолжают доминировать холдоумеренные элементы флоры, что отражено в составе регионального палинокомплекса R dv 2 *Pinus–Picea–Betula–NAP* [3], который отличается следующими особенностями: попарменным преобладанием пыльцы AP и NAP в общем составе спектров; существенной ролью пыльцы травянистых растений (до 64%), среди которых преобладают *Poaceae* (до 52%) и *Artemisia* (до 24%); превалированием пыльцы голосеменных над пыльцой покрытосеменных древесных пород; преобладанием пыльцы *Pinus aff. sylvestris* L. среди хвойных (до 83%), постоянным присутствием *Larix* (до 4%), *Picea* (до 12%); доминированием пыльцы *Betula* (до 46%) среди лиственных пород, постоянным участием *Alnus* (до 5%) и *Salix* (до 3%); очень незначительным количеством пыльцы термофильных пород: *Quercus*, *Ulmus*, *Myrica* – до 1,5%, реже *Corylus*, *Carpinus*, *Tilia*, *Lonicera*, *Fraxinus* и др.; частым присутствием спор *Bryales*, *Sphagnum*, *Polypodiaceae*, *Selaginella*, реже *Lycopodium*, *Ophyoglossum*, *Botrychium*, *Osmunda*, *Pteridium*, массул *Azolla* и *Salvinia*. Данный палинокомплекс соответствует фазе III, охарактеризованной Л. Стухликом [14] на территории Польши по ряду разрезов (Ружце, Понужица, Качирвек и др.), коррелируемых с тегеленом, или с большей верхней частью гелазия.

По данным палеокарпологии в отложениях дворецкого горизонта описаны ольховский и собственно дворецкий флористические комплексы (ФК) [6; 7]. Ранний, ольховский ФК, изучен по материалам П.И. Дорофеева в разрезе скв. 119 у д. Детомля и выявлен Т.В. Якубовской в скв. 107 (гл. 62,0–65,5 м) у д. Кривичи Лидского р-на. В нем представлен весьма бедный набор следующих видов: *Salvinia glabra* P. Nikit., *Azolla pseudopinnata* P. Nikit., *Potamogeton vaginatus* Turcz., *P. longistylus* Dorof., *Carex paucifloroides* Wieliczk., *Betula* sp., *Hippuris vulgaris* L. и др. Более выразительная семенная флора этого ФК встречена в скв. 7 (гл. 114,5–116,4 м) у г.п. Зельва. Она содержит остатки пяти видов селлягинел: два описаны из более поздней флоры дворецкого ФК – *Selaginella reticulata* Dorof. et Wieliczk., *S. borystheneica* Dorof. et Wieliczk. а три – *S. selaginoides* (L.) P. Beauv. ex Schrank et Mart., *S. helvetica* (L.) Spring., *S. tetraedra* Wieliczk. – типичные виды перигляциальных ландшафтов гляциоплейстоцена, что свидетельствует о формировании ольховских слоев во время значительного похолодания, которое мы связываем с претегеленом Европы.

Собственно дворецкий ФК отличается богатой флорой межледникового типа с теплоумеренными видами из родов: *Salvinia*, *Azolla*, *Potamogeton*, *Caulinia*, *Ludwigia*, *Stratiotes*, *Aldrovanda*, *Trapa* и др., в нем присутствуют своеобразные группы видов как последнего, так и первого появления. Возраст флоры определялся как позднеплиоценовый – позднеакчагыльский, тегеленский, т.е. соответствующий второй половине гелазия. Эту флору, как и флору ольховского ФК, теперь следует рассматривать как раннечетвертичную.

Таким образом, в связи с предстоящей актуализацией схем квартера и неогена в редакции 2017 г., перед Stratigraphической комиссией стоят следующие задачи: 1. Определение ранга бывшего дворецкого горизонта неогена в составе нижнего плейстоцена: оставить его в качестве горизонта, выделять ли в нем подгоризонты – ольховский и новогрудский, либо представить два самостоятельных горизонта – ольховский и дворецкий. 2. В случае введения стратонов в ранге подгоризонта название новогрудский потребуется заменить, т. к. в схеме квартера [6] в наревском горизонте выделяется новогрудский подгоризонт. 3. Из схемы от-

ложений неогена Беларуси 2010 г. необходимо извлечь и перенести в схему квартера все местные стратоны, представленные в составе дворецкого горизонта. 4. В схеме неогена следует упразднить колочинский надгоризонт.

В заключение следует подчеркнуть, что гелазий – это отрезок геологической истории кайнозоя протяженностью в 800 тыс. л., он охватывает МИС 63–103 и характеризуется неоднократными климатическими флюктуациями, требующими специальных исследований для познания событийной последовательности на территории нашей страны.

### Список литературы

1. Гиббард Ф.Л. Четвертичная система (период) и ее основные подразделения // Геология и геофизика. – 2015. – Т. 56, № 4. – С. 873–875.
2. Палеогеография кайнозоя Беларуси / под ред. А.В. Матвеева. – Минск: Инст. геол. наук НАН Беларуси, 2002. – 164 с.
3. Рылова Т.Б. Особенности эволюции палинофлоры Беларуси в конце палеогена и неогене // Доклады НАН Беларуси. – 2001. – Т. 45, № 1. – С. 96–100.
4. Рылова Т.Б., Якубовская Т.В. Аналоги претегелена на территории Беларуси по палеоботаническим данным // Актуальные проблемы палинологии на рубеже третьего тысячелетия: тез. докл. IX Всеросс. палинол. конф., Москва, 13–17 сент. 1999 г. / Ин-т геологии и разработки горючих ископаемых. – Москва, 1999. – С. 253–254.
5. Санько А.Ф. Концепция общей стратиграфической шкалы четвертичной системы Беларуси в связи с изменением нижней границы плейстоцена // Вестник БГУ. Серия 2. Химия. Биология. География. – 2016. – № 1. – С. 56–62.
6. Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси: объяснительная записка / С.А. Кручен, А.В. Матвеев, Т.В. Якубовская и др. – Минск: ГП «БелНИГРИ», 2010. – 282 с. + приложение из 15 стратиграфических схем.
7. Якубовская Т.В., Литвинюк Г.И., Моисеенко В.Ф. Новая граница между неогеном и квартером на территории Беларуси // Актуальные вопросы инженерной геологии, гидрогеологии и рационального недропользования: матер. IX Университ. геол. чтений (3 апр. 2015 г., Минск) / В.И. Зуй (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Изд. центр БГУ, 2015. – С. 166–168.
8. Якубовская Т.В., Литвинюк Г.И., Мотузко А.Н. Корчевское межледниковые Беларуси / под ред. Р.Г. Горецкого. – Минск: Изд-во В. Хурсик, 2014. – 161 с.
9. Cita M.B., Gibbard P.L., Head M.J., the Subcommission on Quaternary Stratigraphy. Formal ratification of the base Calabrian Stage GSSP (Pleistocene Series, Quaternary System) // Episodes. – 2012. – V. 35. – Pp. 388–397.
10. Cohen K.M., Gibbard P. Global chronostratigraphical correlation table for the last 2.7 million years. 2011. Subcommission on Quaternary Stratigraphy (International Commission on Stratigraphy). Cambridge, England. [Electronic resource]. – Mode of access: <https://quaternary.stratigraphy.org/charts/>. – Date of access: 30.03.2017.
11. Gibbard P.L., Head M.J., Walker M.J.C., the Subcommission on Quaternary Stratigraphy. Formal ratification of the Quaternary System/Period and the Pleistocene Series/Epoch with a base at 2.58 Ma // J. Quat. Sci. – 2010. – V. 25 (2). – Pp. 96–102.
12. IUGS Bulletin. – 2009. – N. 41.
13. Šeirienė V., Karabanov A., Rylova T., Baltrunas V., Savchenko I. The Pleistocene stratigraphy of the south-eastern sector of the Scandinavian glaciation (Belarus and Lithuania): a review // Baltica. – 2015. – № 28 (1). – Pp. 51–60.
14. Stuchlik L. Some late Pliocene and Early Pleistocene pollen profiles from Poland // NATO ASI Series. – 1994. – Vol. 127. – Pp. 371–382.

# ИНФОРМАТИВНОСТЬ МЕСТНЫХ БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ШКАЛ ГЛЯЦИОПЛЕЙСТОЦЕНА БЕЛАРУСИ КАК ПРИРОДНОГО НАСЛЕДИЯ

Я.К. Еловичева

Белорусский государственный университет,  
г. Минск, Беларусь, e-mail: yelovicheva@yandex.ru

В работе рассматриваются сложные в палеогеографическом отношении геологические разрезы гляциоплейстоцена, которые изучены палинологическим методом исследований, имеют несколько климатических оптимумов, а также несколько межледниковых и ледниковых горизонтов или коррелятных им образований. Корреляция их с морскими изотопными стадиями (МИС) обосновывает единство био- и климатических перемен природной среды за последние 800 тыс. лет.

**Ключевые слова:** гляциоплейстоцен; биостратиграфическая шкала; палинологический метод; опорные разрезы.

## THE INFORMATIVITY OF THE LOCAL BIOSTRATIGRAPHIC SCALES OF THE GLACIOPLEISTOCENE OF BELARUS AS A NATURAL HERITAGE

Я. Яловичева

Belarussian State University, Minsk, Belarus

The geological sections of the Glaciopleistocene are studied, which are complex in Paleogeography, studied by the palynological method of research, have several climatic optimums, and also several interglacial and glacial horizons or correlated formations are considered in the article. Their correlation with marine isotope stages (MIS) justifies the unity of the biotic and climatic changes in the natural environment over the last 800 thousand years.

**Keywords:** glaciopleistocene; biostratigraphic scale; palynological method; main sections.

Разработанный палинологами и внедренный в практику палинологических исследований на территории Беларуси методический подход частого и сплошного (каждые 1-2 см) опробования породы в разрезах геологических скважин (керна) и естественных обнажений способствовал наибольшей информативности палинологических диаграмм в отношении состава растительных микрофоссилий (пыльцы, спор) и детальной микростратиграфии древних органогенных толщ в целях выделения фаз и подфаз развития растительности, желательно, в сочетании с абсолютными датировками. Указанное с наибольшей достоверностью позволяет определять границы горизонтов самостоятельных оледенений и межледниковой гляциоплейстоцена, отвечающих рангу изотопных ярусов на разработанной морской изотопной шкале, а внутри них – подгоризонтов (подъярусов) в ранге стадий и межстадиалов, а также климатических оптимумов и разделяющих их межоптимальных (промежуточных) похолоданий. Важным является достоверное соотнесение ранга межледниковой (или потеплений) и оледенений (или похолоданий) к самостоятельным изотопным ярусам в зависимости от географического положения разрезов и их удаленности от центра оледенения.

С конца прошлого ХХ в. и по настоящее время уже создана серия международных климато-стратиграфических шкал объемом до 3–4 млн лет, в том числе и гляциоплейстоцена (МИС–1–19) на геохронологической основе: изотопно-кислородных, изотопно-углеродных, инсоляционных, палеомагнитных и температурных шкал по данным изучения глубоководных океанических (атлантической, тихookeанской, индийской), внутренних континентальных морских (байкальской, прикаспийской) отложений и континентальных почвенно-лессовых серий (центрально-китайской, восточно-европейской, украинской), керну льда (антарктической, гренландской), которым свойственно практически непрерывное осадконакопление и льдообразование, а также данных ESP-датирования отложений с находками моллюсков (макрологическая шкала) и глобально осредненной изотопно-кислородной бентосной записью LR04 в Северном и Южном полушариях Земли. Эти данные указали на большую сходимость реальных представлений об объеме, существенной сложности и особенностях палеогеографии

фической обстановки последнего временного интервала в 800 тыс. лет – собственно гляциоплейстоцена. Соответственно, в связи с этим назрела необходимость проведения межрегиональной корреляции природных событий, зафиксированных в морских и океанических толщах с континентальными отложениями палеоводоемов, изученным различными палеонтологическими методами с малочисленными абсолютными датировками и неполнотой геологической летописи. Практически, оценив возрастное положение палинофлоры в исследуемых плейстоценовых толщах разрезов, мы имеем возможность соотнести их с соответствующими МИС и оценить с большей достоверностью абсолютный возраст.

Детальный анализ структуры выше указанных морских шкал, соотнесение голштейнского (лихвинского, александрийского, мазовецкого, завадовского) межледниковых только с 11-м изотопным ярусом, а также рекомендаций по выработке стратиграфической шкалы гляциоплейстоцена Восточно-Европейской равнины (2011 г.) и сопоставления горизонтов с морскими изотопными стадиями дали основание переоценить наши представления и на стратиграфию гляциоплейстоцена, чем это представлялось ранее по региональным (Беларусь – 1982 г., 2005, 2010 гг.) и межрегиональной (Восточно-Европейская равнина – 1984 г.) стратиграфическим схемам.

Решение данной проблемы в целях разработки региональных биостратиграфических схем заключается в анализе и переоценке информации по уже имеющимся стратотипическим и опорным разрезам, которые составляют основу палинологической базы данных региона и хранят в себе хронологическую летопись природных событий, реконструированный вариант которых не в полной мере соответствует взглядам автора.

Наиболее значимыми для переоценки существующих мнений являются две группы палинологически изученных автором разрезов: а) с несколькими климатическими оптимумами в течение межледниковой эпохи и 2) одновременно нескольких межледниковых и разделяющих их толщ (нескольких горизонтов) в едином геологическом разрезе.

Вариабельность кривых подъярусов на международных шкалах с неизбежностью свидетельствует о том, что сложность палеогеографической обстановки и длительность межледниковых определялись наличием разного числа климатических оптимумов (от 1 до 3) и разделяющих их похолоданий (1-2). Доказательством самостоятельности оптимальных интервалов (инситности пыльцы и спор в отложениях термических максимумов и отсутствия в них переотложения) является выявление на диаграммах закономерных макросукцессий палеофитоценозов.

Большинство изученных разрезов с разновозрастными отложениями древнейших межледниковых показало, что максимальное число палеозер и палеоболот приходилось на первый оптимум межледниковых, значительно меньше – на второй, редко отмечалось в третьем, что зависело от сформированной ледником в рельфе глубины палеокотловины, вмещавшей осадки разной мощности и степени ее последовательного заполнения от оптимума к оптимуму (т. е. озерность была максимальной в первый оптимум).

Мелкие палеокотловины достаточно быстро в течение одного, как правило, раннего оптимума, заполнялись озерными и болотными осадками, становились погребенными по мере зарастания озер и перехода их в болота; низинные болота переходили в стадию верховых, осадки в них активно не накапливались и соответственно отсутствует информация о дальнейшей истории палеоландшафта.

Глубокие палеокотловины накапливали значительно большие мощности осадков, которые после первого оптимума и промежуточного похолодания продолжали непрерывно формироваться на протяжении вторых и третьих оптимумов того же межледникового, проходя полный и сложный цикл седimentогенеза за межледниковую эпоху и становились погребенными только под перигляциальными и гляциальными образованиями наступавшего впоследствии ледника. Поэтому эти мощные озерные и болотные толщи глубоководных палеокотловин являются более информативными – в них осадконакопление было непрерывным от конца предыдущего оледенения (позднеледниковые), в течение всей сложной межледниковой эпохи и по начало последующего оледенения (раннеледниковые). Эти весьма редкие разрезы

глубоководных котловин с отложениями двух-трех оптимумов (нескольких макросукцессий палеофитоценозов на диаграммах) в одном межледниковых выявлены на территории Беларуси (Мурава, Богатыревичи, Гончаровка – по 3, Дрозды, Порсы-Маковье – по 2 оптимума муравинского межледниковых; Нижнинский Ров, Марьянкинская Горка, Ягинешицы, Костеши – 2/3 оптимума шкловского межледниковых с абсолютными датировками МИС-7; Ишкольдь – 3 оптимума александрийского и 3 оптимума ишкольдского межледниковых; Красная Дуброва – 2 оптимума беловежского межледниковых), а также в некоторых регионах России (Петрозаводск – 2 оптимума микулинского/муравинского межледниковых; Подурднянский, Акулово, Конаховка – по 2/3 оптимума рославльского = шкловского межледниковых) и Украины (Любязь – 3 оптимума микулинского межледниковых; Вольное – 3 оптимума кайдакского = шкловского межледниковых; Тур – 3/4 оптимума завадовского-2 = александрийского межледниковых).

Ранние оптимумы в сравнении с последующими были более теплыми в климатическом отношении, макросукцессия палеофитоценозов знаменовалась полным циклом развития растительности с термоксеротической и термогидротической фазами, а во вторые и третьи оптимумы растительность после промежуточных похолоданий восстанавливалась быстрее (на территории Беларуси – это смена зон южно-таёжных и смешанных лесов широколиственными), а длительность оптимумов (особенно третьего) могла быть небольшой (фазы растительности можно восстановить по 1-2 образцам).

Экзотические элементы, определяющие возрастное положение ископаемой флоры гляциоплейстоцена, чаще всего приурочены к первому оптимуму, а второй и третий могут их и не иметь, в связи с чем имеются некоторые проблемы в установлении возраста вмещающих их отложений.

Речные разрезы крупных водных систем гляциоплейстоцена, как постоянно действующие водотоки с начала неогена, должны быть более информативны, чем озерные и болотные, но историю развития компонентов ландшафтов по ним можно проследить лишь по толщам образований заросших меандров и погребенных почв (возрастные «цепочки» межледниковых), а непосредственно русловые накопления несут в себе переотложенный органогенный материал и в определенной мере затрудняют установление истинного возраста аллювия.

Наиболее информативны разрезы с несколькими самостоятельными межледниковыми горизонтами, разделенные ледниками (мореной) или коррелятными им образованиями (песками, супесями, алевритами, почвами и лессами), выявлены на Беларуси (Ишкольдь – МИС-13–МИС-11, Колодежный Ров – МИС-11–МИС-7, а также Дробишки – МИС-14, МИС-15, МИС-16, МИС-8, МИС-6, Тесновая – МИС-19, МИС-18, МИС-15), в России (Варзуга – МИС-10–МИС-5 с абсолютными датировками), на Украине (Вольное – МИС-16–МИС-1). Обобщение данных по этим разрезам с полным ритмом седиментогенеза и фаз растительности от оледенения к оледенению и от межледниковых к межледниковым, обосновывают непрерывную летопись природных событий геологического прошлого на протяжении нескольких изотопных ярусов для выработки локальных биостратиграфических шкал гляциоплейстоцена.

Анализ разновозрастных межледниковых отложений по территории региона показал, что глубины их залегания нередко сильно разнятся, что объяснялось ранее низким или высоким положением палеокотловины в рельефе. Ныне подобные разрезы также требуют переоценки возраста этих образований, уже имеющих палинологические диаграммы, схожесть которых ранее была критерием их одновозрастности.

Таким образом, детальное изучение опорных и стратотипических разрезов не только с одним, но в особенности с несколькими оптимумами, а тем более разрезов с наличием двух-трех межледниковых горизонтов не только дополняют обоснование геохронологии гляциоплейстоцена по крупным межледниковым ритмам с характерными 4-мя группами пыльцевых диаграмм (голоценовой, муравинской, шкловской, александрийской), но и восполняют пробелы тех разделяющих их самостоятельных изотопных ярусов (в особенности в раннем и среднем гляциоплейстоцене: МИС-9, МИС-13, МИС-15, МИС-17,

МИС-19 – с повторением тех же основных групп диаграмм), которые не были выделены в предыдущих климато-стратиграфических схемах Восточно-Европейской равнины. Все это придает большую значимость локальным биостратиграфическим шкалам, которыми (наряду с Чекалинской, по данным Н.С. Болиховской, Байкальской, по данным Е.М. Безруковой) ныне являются Нижнинская, Муравинская, Ишкольдская, Краснодубровинская, Коледежная на Беларуси; Варзугская (Кольский полуостров) и Петрозаводская (Карелия) в России; Вольное, Турская, Любязьская на Украине.

Новый взгляд специалистов на изменения в стратиграфии и палеогеографии гляциолейстоцена убеждают в реальности разработанного варианта региональной стратиграфической схемы Беларуси [1–3] и позволяет на качественном уровне провести межрегиональную корреляцию природных событий на территории Центральной и Восточной Европы.

Предстоящая работа специалистов стратиграфов и палеогеографов заключается в детальном палинологическом изучении керна скважин и разрезов обнажений, разработке критериев (степени экзотичности) возраста отложений и флоры межледниковых, сходных по макросукцессионному ряду и типу пыльцевых диаграмм; подтверждении числа и установлении длительности климатических оптимумов межледниковых эпох; выделении и установлении ранга похолоданий: в качестве самостоятельных ледниковых, разделявших межледниковые эпохи, или только межоптимальных интервалов внутри межледниковых; восполнении неполноты геологической летописи, уделяя особое внимание разрезам со сложным седиментационным циклом и наличием нескольких межледниковых горизонтов; стремлении подтверждать возраст межледниковых толщ и ледниковых комплексов различными палеонтологическими данными и методами абсолютной геохронологии.

#### **Список литературы**

1. Еловичева Я.К. Эволюция природной среды антропогена Беларуси (по палинологическим данным). – Мин.: Белсэнс, 2001. – 292 с.
2. Еловичева Я.К. Стратотипические и опорные разрезы как локальные биостратиграфические шкалы межледниковых гляциоплейстоцена // Фундаментальные проблемы квартера, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований : материалы IX Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода: 15–20 сентября 2015 г. г. Иркутск. СО РАН, 2015. – С. 145–147.
3. Еловичева Я.К. Фиторазнообразие территории Беларуси в голоцене и гляциоплейстоцене (по палинологическим данным) // Веснік Магілёўскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя А. Куляшова. Сер. В, Прыродазнаўчыя науки (математика, фізіка, біология). 2016. № 1(47). – С. 98–105.

# **МЕТОДОЛОГИЯ И ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОРФЯНЫХ РЕСУРСОВ РОССИИ**

**Ю.Н. Женихов, В.В. Кузовлев, К.Ю. Женихов**

*Тверской государственный технический университет, г. Тверь, Россия,  
e-mail: jenixov2@mail.ru, v\_kuzovlev@mail.ru, jenixov3@mail.ru*

*На примере Тверской области показана методология выделения торфяных фондов при геологоразведочных работах с учетом разработки торфяных месторождений, категории изученности запасов, кондиций торфа и режимов охраны. Затронуты проблемы изучения, охраны и рационального использования запасов торфа.*

**Ключевые слова:** торф; балансовые запасы; рациональное использование.

## **THE METHODOLOGY AND PROBLEMS OF PEAT RESOURCES' RATIONAL USE OF RUSSIA**

**Y.N. Zhenikhov, V.V. Kuzovlev, K.Y. Zhenikhov**

*Tver State Technical University, Tver, Russia*

*On the example of Tver region the methodology of the allocation of peat funds within geological prospecting works is shown taking into account the development of peat deposits, reserves category, the standards of peat raw materials and protection modes. The issues of studying, the protection and rational use of peat resources are touched.*

**Keywords:** peat; balanced reserves; rational use.

Под охраной и рациональным использованием полезных ископаемых понимают комплекс мер по добыче, переработке сырья, изготовлению продукции и ее транспортировке [11]. В основе рационального использования лежит комплексный подход. Под охраной недр понимают и оставление участков недр в естественном состоянии, и запрет на их использование.

В настоящее время внимание инвесторов все больше привлекают общераспространенные полезные ископаемые, в частности торф и сапропель. Пользование общераспространенными полезными ископаемыми осуществляется на основании лицензии на пользование участком недр местного значения, выдаваемой уполномоченным органом исполнительной власти субъекта РФ.

С целью рационального использования торфяных ресурсов Г.Ф. Кузьминым, Е.Е. Петровским предложена структура, позволяющая распределить торфяной фонд по направлениям использования [1; 7]. Данную методику называют еще распределением торфяных ресурсов на фонды целевого назначения. Впоследствии она была принята за основу Институтом торфа АН БССР для формирования перспективных целевых фондов из торфяных ресурсов Белоруссии [12; 13].

Исходными положениями при разработке структуры рационального использования торфяного фонда послужили основные направления использования торфяных месторождений: 1) в неизменном состоянии с сохранением их функций как природных объектов; 2) в осушеннем состоянии с преобразованием основных функций без существенных изменений запасов торфа, рассчитанных по его сухой массе; 3) путем коренного изменения занимаемой торифицированным месторождениями территории с извлечением сосредоточенных на ней запасов торфа или их погребением, например, путем затопления при строительстве водохранилищ или засыпкой грунтом при строительстве поселков [7].

В России динамика запасов отражается в ежегодных территориальных балансах торфа, разрабатываемых по регионам Российской федеральной геологическим фондом «РосгеоЛ-фонд». В балансе принята следующая структура: часть I – запасы торфа месторождений площадью более 10 га; часть II включает три списка торфяных месторождений с прогнозными ресурсами площадью более 10 га; с прогнозными ресурсами площадью до 10 га; с запасами торфа по месторождениям площадью до 10 га с категориями изученности А, В, С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub>.

В балансах запасы на торфяных месторождениях площадью в промышленных границах свыше 10 га разделяются на распределенный и нераспределенный фонды. Нераспределенный фонд в свою очередь подразделяется на резервные, перспективные для разработки, охраняемые, зазоленные и мелкозалежные торфяные месторождения.

Рассмотрим выделение торфяных фондов, принятые в практике геологоразведочных работ, на примере Тверской области по состоянию на 01.01.2016 г.

В распределенном фонде Тверской области находится площадь лицензионных участков в промышленной границе 2999 га с балансовыми запасами 8535 тыс. т. при влаге 40 %. Основные запасы торфа сосредоточены в нераспределенном фонде, представленном 974 торфяными месторождениями с балансовыми запасами 649 348 тыс. т. (таблица 1).

**Таблица 1**  
**Запасы торфа Тверской области по состоянию на 01.01.2016 г.**

Торфяной фонд	Число торфяных месторождений с площадью более 10 га	Площадь в нулевой границе (числитель), в промышленной границе (знаменатель), га	Состояние запасов на 01.01.2016 г.			Забалансовые при влаге 40 %, тыс. т	
			Балансовые при влаге 40 %, тыс. т		Общие балансовые		
			A+B+C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>			
Распределенный	6	<u>3849</u> 2999	8535	—	8535	81	
Нераспределенный	974	<u>577 361</u> 366 014	527 959	121 389	649 348	922 563	
Всего	980	<u>581 210</u> 369 013	536 494	121 389	657 883	922 644	

В нераспределенном фонде балансом запасов учитываются запасы на резервных, перспективных для разведки, охраняемых, зазоленных и мелкозалежных торфяных месторождениях (таблица 2).

**Таблица 2**  
**Запасы торфа нераспределенного торфяного фонда Тверской области**

Распределенный фонд	Число торфяных месторождений с площадью более 10 га	Площадь в нулевой границе (числитель), в промышленной границе (знаменатель), га	Состояние запасов на 01.01.2016 г.			Забалансовые при влаге 40 %, тыс. т	
			Балансовые при влаге 40 %, тыс. т		Общие балансовые		
			A+B+C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>			
Резервные	340	<u>160 803</u> 95 613	381 514	—	381 514	9405	
Перспективные для разведки	409	<u>131 605</u> 67 717	146 445	121 389	267 834	11 130	
Охраняемые в естественном состоянии	138	<u>274 438</u> 197 548	—	—	—	890 264	
Зазоленные	3	<u>114</u> 87	-	—	—	250	
Мелкозалежные	84	<u>10 401</u> 5049	—	—	—	11514	
Всего	974	<u>577 361</u> 366 014	527 959	121 389	646348	922 563	

К балансовым запасам отнесены запасы торфа на резервных и перспективных для разработки месторождениях. В число резервных торфяных месторождений включаются объекты промышленной категории изученности торфяных запасов (A, B, C<sub>1</sub>). На их долю приходится 34,9 % от общего числа месторождений нераспределенного фонда или 59,0 % от балансовых запасов. К перспективным для разработки месторождениям отнесены 409 объектов (42,0% от общего числа) с балансовыми запасами в количестве 267 834 тыс. т (41,0 %). Запа-

сы прочих торфяных месторождений отнесены к забалансовым. Наибольшая доля забалансовых запасов приходится на охраняемые торфяные месторождения. На 138 объектах охраны нераспределенного фонда запасы равны 890 264 тыс. т (96,5 % всех забалансовых запасов).

На основе экспертных оценок в составе резервных торфяных месторождений целесообразно выделение фонда месторождений с особо ценным сырьем: категория торфоизоляционного сырья В-0-1, гидролизного сырья В-1-1 с мощностью слоев более 0,5 м, содержанием редуцирующих веществ более 45 % с запасами при влаге 40 % более 5,5 млн т; категория битуминозного сырья В-3-1 с мощностью слоя более 0,5 м, содержанием битума более 4 %, с запасами более 3 млн. т иди содержанием битума более 5 % с запасами более 2 млн т. В Тверской области запасы торфоизоляционного сырья выявлены на 34 месторождениях и равны 4,7 млн т [6]. Гидролизное сырье размещено на 81месторождении и его запасы составляют 7,9 млн т. Запасы битуминозного торфа в 6,7 млн т встречаются на 43 месторождениях.

Важной составляющей формирования торфяных фондов является выделением охраняемых в естественном состоянии торфяных месторождений. Основные принципы выделения торфяных месторождений для охраны были сформулированы участниками Международного проекта «Телма» [2–5; 8]. Для сохранения в естественном состоянии отбираются экосистемы, имеющие: 1) водохозяйственное и водорегулирующее;) ресурсохозяйственное; 3) оздоровительное (лечебное); 4) научное; 5) рекреационное; 6) учебно-общекультурное значение. Каждый из перечисленных принципов достаточно важен и должен учитываться при отборе ТБЭ для сохранения. Кроме того, многие ученые при выделении болотных массивов для охраны предлагают руководствоваться еще двумя принципами: типичностью или репрезентативностью и уникальностью экосистем [1; 7; 9; 10].

Основные принципы выделения торфяных месторождений для охраны положены в основу «Методических указаний по выявлению торфяных месторождений в качестве природоохранных объектов» [1]. Предлагается комплекс природоохранных работ по определению водоохранного, ресурсоохранного, научного, рекреационного значения торфяных месторождений выполнять при геологоразведочных работах.

Торфяные месторождения, сохраняемые на территории Тверской области, имеют разные статус, цели и режим охраны. Заповедный режим установлен для 25 торфяных месторождений, памятниками природы объявлены 26 торфяных месторождений, имеющих водоохранное и ресурсное значение. Доля охраняемых площадей торфяных месторождений в Тверской области высока и составляет 54,3 % площади всех торфяных болот [6].

Проблемой рационального использования при ведении территориальных балансов торфа являются: недостаточная информация для выбора направлений использования торфяных болот площадью менее 10 га; отсутствие сведений о фонде выработанных, застроенных, затопленных торфяных месторождений; достоверность сведений о движении запасов. Для выбора рациональных направлений использования необходима дифференцированная оценка торфяного сырья каждого целевого торфяного фонда. К проблеме рационального использования следует отнести отсутствие нормативно-правовой базы, обеспечивающей вопросы недропользования: геологической экспертизы геолого-ревизионных работ; согласования технических проектов на разработку и рекультивацию месторождений торфа; геолого-маркшейдерского обеспечения торфяного предприятия; расчетов природных фоновых значений и нормативно допустимого сброса загрязняющих веществ в водоприемники, учитывающего специфику сбрасываемых природных дренажных вод; методических рекомендаций по охране недр и окружающей среды.

#### Список литературы

1. Антонова Г.С., Мельникова С.В., Тановицкий И.Г. Методические указания по выявлению торфяных месторождений в качестве природоохранных объектов. – М., 1979. – 15 с.
2. Боч М.С. Всесоюзное совещание по вопросам охраны болот (Ленинград, 15 мая, 1974 г.) // Бот. ж., 1976, т. 61, № 2. – С. 291–245.
3. Botch M., Masing, V. Activities in mire conservation for preserving the integrity of the natural environment in the USSR. Proc. V Intern. peat congress. Vol. 1. Warszawa, 1976. – P. 44–48.

4. Боч М.С., Мазинг В.В. Экосистемы болот СССР. – Л.: Наука, 1979. –188 с.
5. Боч М.С. Устойчивость болот к рекреационной нагрузке (на примере Северо-Запада) // Биол. пробл. Севера, 9 симпоз. ч. 2. Сыктывкар, 1981. – С. 166.
6. Женихов Ю.Н., Суворов В.И., Панов В.В Торфяные ресурсы Тверской области: сохранение, использование и возобновление. 2-е изд., перераб. и доп. – Тверь: ТГТУ, 2011. – 116 с.
7. Кузьмин Г.Ф., Петровский, Е.Е. Методические основы выбора оптимального использования болот // Использование торфяных месторождений Северо-Запада. – Л.: ВНИИТП, 1986. Вып. 56. – С. 25–43.
8. Masing V. Nature conservation of peatland in the Soviet Union. Proc. IV Intern. peat congress. Vol. 1, Helsinki, 1972. – Р. 159–166.
9. Антилин В.К., Токарев П.Н. Охрана и рациональное использование торфяно-болотного фонда Карелии // Материалы УП Всесоюзн. совещ. по болотоведению (25–28 мая 1982 г., п. Радченко Калинин. обл.). – Калинин: КГУ, 1984. – С. 120–123.
10. Ниценко А.А. Об охране природы на Северо-Западе СССР. Научн. докл. высш. школы // Биол. науки. 1962, № 2 – С. 23–27.
11. Потемкин Л.А. Охрана недр и окружающей природы. – М.: Недра, 1977. – 205 с.
12. Тановицкий И.Г., Обуховский Ю.М. Антропогенные изменения торфяно-болотных комплексов. – Минск: Наука и техника, 1988 – 165 с.
13. Тановицкий И.Г. О критериях для выделения болотных массивов, выполняющих природоохранные функции // Значение болот в биосфере. – М.: Наука, 1980 – С. 168–171.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Л.О. Жигальская

Институт экономики НАН Беларуси,  
г. Минск, Беларусь, e-mail: zhigalsk.geo1@mail.ru

В статье анализируется имеющийся потенциал минеральных топливно-энергетических ресурсов Республики Беларусь, используемых либо перспективных для производства электрической энергии. Рассматриваются разведанные запасы минеральных топливно-энергетических ресурсов, динамика и современный уровень их добычи, возможность использования в электроэнергетике.

**Ключевые слова:** сырьевая база; ресурсный потенциал; топливно-энергетические ресурсы; разведанные запасы; добыча.

## MINERAL FUEL AND ENERGY RESOURCES USE IN THE ELECTRIC POWER INDUSTRY OF THE REPUBLIC OF BELARUS

L. Zhigalskaya

The Institute of Economics of the NAS of Belarus, Minsk, Belarus

The existing potential of mineral fuel and energy resources of the Republic of Belarus, used or potential use in electrical energy production is analyzed in the article. The proven reserves of mineral fuel and energy resources, the dynamics and modern level of their production, an opportunity for use in the electric power industry are considered.

**Keywords:** raw materials; resource potential; energy resources; proven reserves; mining.

Минерально-сырьевое обеспечение электроэнергетической отрасли Беларуси характеризуется как недостаточное для удовлетворения собственных потребностей. Об этом свидетельствует тот факт, что доля импортных топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в энергетическом балансе страны составляет около 80–85 %, что приводит к импортозависимости от поставок ТЭР. А учитывая тот факт, что доля доминирующего поставщика энергоресурсов (России) в общем импорте находится на уровне 90 % [2], энергетическая безопасность Беларуси и стабильное развитие энергетики, и электроэнергетики в частности, находится в уязвимом, зависимом состоянии. В Беларуси порядка 98 % всей электроэнергии производится на основе природного газа, доля нефти составляет порядка 1 %, торфа – менее 0,1 %. Остальная электроэнергия производится за счет возобновляемых источников энергии (ветро-, гидро-, солнечных источников, биотоплива и отходов). Таким образом, оценка местного минерально-сырьевого потенциала для развития электроэнергетики как одной из авангардных отраслей экономики, от функционирования которой зависит развитие других отраслей хозяйства и уровень жизни населения, является наиболее актуальным вопросом с позиций перспективных направлений их рационального и эффективного использования.

Рассмотрим имеющийся в Беларуси потенциал минеральных ТЭР, используемых в электроэнергетике страны: нефть, попутный газ, торф, бурый уголь, горючие сланцы.

В Беларуси насчитываются 82 месторождения нефти (2015 г.), прогнозные запасы которых оцениваются в 355 млн т, извлекаемых для добычи запасы составляют около 50 % от прогнозных, доказанные (запасы категорий A, B, C1) – 47137 млн т [7]. Обеспеченность разведанными запасами на уровне годовой добычи в Беларуси составляет примерно 29 лет. Залежи нефти на территории Беларуси связаны с подсолевыми терригенными карбонатами, межсолевыми и верхнесоленосными комплексами верхнего девона. Все нефтяные месторождения расположены в пределах северной части Припятского прогиба (Гомельская и Могилевская области) и находятся на заключительных стадиях разработки. Более 60% всех остаточных извлекаемых запасов Беларуси сосредоточены в пределах 10 крупнейших месторождений: Речицкого, Осташковичского, Вишанского, Южно-Осташковичского, Южно-Сосновского, Мармовичского, Давыдовского, Золотухинского, Славаньского, Южно-

Тишковского [5]. Отметим, что у белорусской нефти высокое содержание светлых нефтепродуктов, низкое содержание серы и ядовитых металлов, низкая коксуюемость остатка, что существенно удешевляет ее переработку [4].

Добыча нефти в Беларуси ведется на 59 месторождениях (общий фонд скважин в 2015 г. составлял почти тысячу единиц, в том числе 774 эксплуатационных) нефтегазодобывающим подразделением «Белоруснефть» управлением «Речицанефть». Промышленная добыча углеводородов в Беларуси ведется с 1965 г. К настоящему времени в стране суммарно было извлечено более 130 млн т нефти, причем максимум объемов добычи приходится на 1970-е гг., а годовой максимум был достигнут в 1975 г., когда было добыто 7,96 млн т [1; 5]. Дальнейшая динамика добычи нефти за период 1981–2015 гг. характеризуется снижением добычи на 24,6 %, что обусловлено сокращением ресурсной базы, трудностью извлечения оставшихся и новооткрытых нефтяных ресурсов и не возмещение прироста запасов объемов добычи. В тоже время нецелесообразность наращивания добычи в настоящее время объясняется политикой сохранения стратегических запасов. Стабилизация нефтедобычи в последние годы на уровне 1645 тыс. т произошла за счет увеличения нефтеотдачи пластов и повышения интенсивности притока нефти из скважин вследствие проведения геолого-технических работ, которые заключаются в техническом перевооружении и внедрении передовых технологий разработки [1].

Попутный газ в Беларуси получают в процессе добычи нефти с последующим отделением от нее. Для газодобывающей отрасли страны характерна цикличность показателей добычи с общей тенденцией сокращения на 21 % за период 1981–2015 гг. Такая динамика обусловлено, в первую очередь, падением добычи нефти и общим истощением имеющихся запасов. Последние 5 лет добыча попутного газа колеблется в пределах 220–225 млн м<sup>3</sup>.

В качестве потенциальной сырьевой базы для развития энергетики, топливной и химической промышленности можно рассматривать имеющиеся в Беларуси запасы горючих сланцев и бурых углей, промышленная добыча которых в настоящее время в стране не ведется.

Горючие сланцы в Беларуси были выявлены в 1963 г. во время поисково-разведочных работ на другие виды полезных ископаемых в надсолевых верхнедевонских отложениях, а в результате целенаправленных геолого-разведочных работ, начатых в 1965 г., был выявлен Припятский сланценосный бассейн площадью более 20 тыс. км<sup>2</sup> и 2 месторождения Любанско (северо-западная часть Припятского прогиба) и Туровское (юго-западная часть Припятского прогиба) [6]. Общие прогнозные запасы оценены в 8,3 млрд т, реальные промышленные – около 3,6 млрд т, глубина залегания пластов колеблется от 50 до 600 м и более, мощность пластов – от 0,1 до 3,7 м [3]. Запасы Туровского месторождения оцениваются в 2683,9 млн т, из них в предварительно разведанные запасы переведено – 696 млн т, Любанского – 1223,1 млн т, разведанные – 901 млн т [3]. Учитывая высокую зольность (более 75 %) местных горючих сланцев, их низкую теплоту сгорания (в среднем – 5,8 МДж/кг) и экологическую небезопасность использования из-за выхода опасных летучих соединений использование горючих сланцев в качестве топлива для сжигания на электростанциях неэффективно.

Запасы бурых углей в Беларуси выявлены в Припятском прогибе в отложениях нижнего и среднего карбона, юры, олигоцена и миоцена. Прогнозные общие запасы бурых углей Беларуси составляют около 1,5 млрд т: разведанные (балансовые экономически целесообразные класса Б1) около 160 млн т, в перспективе около 250 млн т; детально разведанные к настоящему времени – 100 млн т [3]. К настоящему моменту кроме Житковичского, Бриневского и Тонежского месторождений выявлено Лельчицкое месторождение, угли которого по своим свойствам приближены к каменным и относятся к классу Б 3 в отличии от землистых углей марки Б 1 вышеназванных месторождений [3], поэтому бурые угли Лельчицкого месторождения наиболее перспективны для использования в топливно-энергетических целях.

Использование горючих сланцев и бурых углей в энергетике Беларуси может быть рентабельно в зависимости от цен на традиционные топливно-энергетические ресурсы для страны, а также немаловажна их роль в целях обеспечения энергетической самостоятельности

Беларуси, но отметим, что современные тенденции развития мировой экономики и энергетики направлены на снижение углеродоемкости и повышение экологичности, поэтому с точки зрения современных трендов экологоориентированных сдвигов и инноваций в области получения «зеленой» энергии, а также высокой затратности и отсутствия инвестиций в их промышленную разработку, добыча данных ресурсов для нужд энергетики рассматривается как резервная.

Беларусь наряду с Финляндией, Россией, Канадой находится в числе мировых лидеров по запасам торфа. Всего в стране открыто 8533 торфяника и их участков площадью более 10 га, общая территория которых составляет 2381,7 тыс. га, или 11,5 % территории республики [8]. Общие прогнозные запасы торфа в республике оцениваются в 4,0 млрд т, но для промышленной добычи пригодно 302,1 млн т, т.к. большая часть ресурсов находится в пределах природоохраных зон или входят в состав земельного фонда [7; 8]. Начиная с 2009 г. балансовые запасы торфа по сумме категорий А+В+C1 остаются достаточно стабильными и находится на уровне 160 – 180 тыс. т, что обусловлено истощением части месторождений, снижением объемов добычи, низким приростом запасов. Разрабатываемый фонд торфяных месторождений Республики Беларусь включает 190 участков (99,1 тыс. га) с промышленными запасами торфа 302,1 млн т, отведенных и перспективных для добычи торфа на период до 2030 г. [8]. Объемы добычи топливного торфа в Беларуси неуклонно снижаются, но в то же время растет его удельный вес в общей торфодобыче (с 18 % в 1981 г. до 80 % в 2015 г.). За период 1981–2015 гг. добыча сократилась почти в 7 раз с 6857 тыс. т до 1015 тыс. т соответственно.

Анализ потенциала возможного использования местных минеральных ТЭР в электроэнергетической отрасли Беларуси показал недостаточность местной минерально-сырьевой базы для увеличения энергетической самостоятельности страны. В связи с этим перспективными направлениями развития ресурсной базы отрасли в контексте обеспечения энергетической безопасности выступают диверсификация сырьевых ресурсов для производства электрической энергии, рациональное использование местных минеральных ТЭР, развитие возобновляемой энергетики.

#### **Список литературы**

1. Козловская, Л.В. Социально-экономическая география Беларуси: курс лекций: в 3 ч. Ч3: Экономико-географическое районирование и характеристика регионов Беларуси / Л.В. Козловская. – Минск: БГУ, 2004. – 100 с.
2. Концепция энергетической безопасности Республики Беларусь: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 23 дек. 2015 г., №1084 // Официальный сайт Совета министров Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.government.by/upload/docs/file5a034ca617dc35eb.PDF>. – Дата доступа : 09.02.2017.
3. Лиштван, И.И. Качественные показатели горючих сланцев и бурых углей Беларуси и направления их использования / И.И. Лиштван, П.Л. Фалюшин, В.М. Дударчик, В.М. Крайко // Природопользование. – 2012. – Вып. 22. – С. 219–227.
4. Мировой энергетический рынок и топливно-энергетический комплекс Беларуси / Л.П. Подалко [и др.]. – Минск: Право и экономика, 2011. – 197 с.
5. ПО «Белоруснефть» [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа : <http://www.belorusneft.by/sitebeloil/ru/>. – Дата доступа : 20.12.2016.
6. Полезные ископаемые Беларуси: К 75-летию БелНИГРИ / редкол.: П.З. Хомич и др. – Минск: Адукацыя і выхананне, 2002. – 528 с.
7. Состояние природной среды Беларуси : экол. бюл. 2015 г. – Минск, 2016. – 323 с.
8. Тановицкая, Н. Распределение торфяников Республики Беларусь по направлениям использования / Н. Тановицкая, Н. Бамбалов, Ю. Навоша, О. Ратникова, Е. Леонович, Л. Лис // Земля Беларуси. – 2016. – № 1. – С. 28–32.

# ФОРМИРОВАНИЕ ФЛЮОРИТОВЫХ РУДОПРОЯВЛЕНИЙ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ОКРАИНЫ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Э.Я. Жовинский, Н.О. Крюченко, К.Э. Дмитренко

Институт геохимии, минералогии и рудообразования

имени Н.П. Семененко НАН Украины, г. Киев, Украина,

e-mail: zhovinsky@ukr.net, nataliya-kryuchenko@mail.ru, kostyadmytrenko@ukr.net

Приведены результаты исследования формирования флюоритовых рудопроявлений в юго-западной части Восточно-Европейской платформы. Рассмотрен вопрос об источниках фтора, формирующих рудоносные растворы, представлена схема их формирования при литогенезе осадочных толщ, определены стадии минерализации.

**Ключевые слова:** флюоритовые рудопроявления; фтор; литогенез; стадии минерализации; Восточно-Европейская платформа.

## THE FORMATION OF FLUORITE ORE OCCURRENCES WITHIN THE SOUTH-WESTERN EDGE OF THE EAST-EUROPEAN PLATFORM

E. Zhovinsky, N. Kryuchenko, K. Dmytrenko

Institute of geochemistry, mineralogy and ore formation named after N.P. Semenenko  
of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev, Ukraine

The results of the study regarding to the formation of fluorite ore occurrences in the southwestern part of the East-European Platform are given. The problem of fluorine sources forming of ore-bearing solutions is considered, the scheme of their formation during the lithogenes of sedimentary sequences is presented, the stages of mineralization are determined.

**Keywords:** fluorite ore formations; fluorine; lithogenes; the stages of mineralization; East-European Platform.

Юго-западная окраина Восточно-Европейской платформы по повышенным содержаниям фтора в осадочно-вулканогенных формациях выделяется как фтороносная геохимическая провинция, для которой характерна своеобразная флюоритовая минерализация.

Флюоритовые рудопроявления и месторождения сконцентрированы в юго-западной части Восточно-Европейской платформы – в Приднестровье, вдоль Подольской тектонической зоны. Наиболее крупные среди них – рудопроявления в районе сел Бахтина (Бахтинское месторождение), Новоселок, Посухова, Перекоринцев, Сказинцев [1; 2]. Рудопроявления флюорита приурочены к ольчедаевским и ямпольским полевошпат-кварцевым песчаникам валдайской серии венда, в которых этот минерал образует цемент замещения и прожилки. Известны жильные выделения флюорита также в ломозовских слоях валдайской серии и породах кристаллического фундамента. Наибольший интерес представляет Бахтинское месторождение. Флюорит здесь локализуется в ольчедаевских песчаниках и образует две рудные залежи (верхнюю и нижнюю) пластообразной формы, состоящие из разобщенных линзовидных тел на площади 700×1200 м. Суммарная мощность флюоритсодержащих песчаников изменяется от 0,4 м до 4,7 м, содержание флюорита в них колеблется от 5 до 48,9 % [4]. Флюорит в песчаниках – типичный эпигенетический минерал, замещающий цемент, а также, частично, кварц и полевые шпаты. Текстура породы – кольцевая, кокардовая, местами пятнистая, вкрашенная.

Представляет интерес также флюорит прожилкового типа. Иногда прожилки флюорита одновременно секут ольчедаевские, ломозовские и ямпольские слои. Мощность прожилков от 1–5 мм до 2–3 см. Флюорит встречается в них в парагенезисе с кальцитом и сульфидами (пиритом, галенитом, сфалеритом, халькопиритом), реже баритом.

Можно выделить флюорит двух генетических типов: жильный (в ассоциации с сульфидами и кальцитом), образующийся в результате выпадения из растворов), и цемент

пропитывания (в ассоциации с кальцитом), который является результатом метасоматического замещения кальцита и других минералов флюоритом [1].

Существуют различные точки зрения на происхождение флюоритовой минерализации. Ее связывают с осадочным, гидротермальным или метаморфогенным процессами. В последнее время большинство исследователей приходят к единому мнению, что месторождения являются стратиформными метасоматическими, а флюорит в них образуется в результате эпигенетического изменения осадочных пород, при котором происходит замещение кальцитового цемента вследствие фильтрации фторсодержащих растворов. Дискуссионным остается лишь вопрос об источниках фтора, формирующих рудоносные растворы. Источники фтора носят полигенный характер. Формирование фтороносных растворов при литогенезе осадочных толщ можно представить в виде следующей схемы. При выветривании изверженных пород фтор поступает в осадочные породы, а также поверхностные (реки, моря, океаны) и подземные воды. Осадочные породы обогащаются фтором за счет поверхностных и подземных вод и продуктов вулканической деятельности. При погружении осадочных пород на значительные глубины имеет место выщелачивание фтора и переход его в подземные воды, при метаморфизации которых образуются рудоносные растворы.

В каждом конкретном случае этот цикл может нарушаться или приобретать специфические особенности. Нами рассмотрен неполный цикл фтора на примере формирования флюоритовых месторождений на территории Приднестровья. В зависимости от геоструктурного положения территории исследования выделены три зоны: тектоново-вулканической активизации, тектонической стабилизации (спокойных условий) и переходная.

В зоне тектоно-вулканической активизации основным источником фтора служат продукты вулканической деятельности. Образование флюорита может происходить непосредственно в период активизации в результате эпигенетических процессов при перераспределении фтора в осадочно-вулканогенном материале, а также при метасоматическом замещении карбонатсодержащих пород под воздействием на них вод, обогащенных фтором.

В двух других зонах флюорит может образовываться либо при эпигенетическом перераспределении вещества, либо из подземных вод глубинных гидрохимических зон на кальциевом геохимическом барьере. В результате анализа характера размещения флюоритовых месторождений, установлена их связь с областями автономной тектономагматической активизации, где они обычно приурочены к зонам крупных, долгоживущих тектонических нарушений.

К такой области можно отнести Подольскую зону тектонических нарушений, где сконцентрированы основные рудопроявления флюорита юго-западной окраины Восточно-Европейской платформы. Несомненно, что основными факторами эпигенетического преобразования осадочных пород, кроме действия подземных вод, здесь были процессы вулканизма. Установлено [4], что эпигенетическое преобразование пород произошло в четыре периода (в млн. лет): 720–700 (рифей), 600–560 (венд), 510–455 (кембрий–ордовик) и 325–223 (карбон–триас).

В эти периоды вместе с пеплом привносился ювенильный материал в виде газов и растворов, содержащих рудные элементы, которые на различных стадиях литогенеза перераспределялись и образовывали концентрации – от рудопроявлений до месторождений. Предварительные подсчеты баланса вещества, изучение физико-химических процессов рудообразования и экспериментальные исследования указывают на огромное значение вулканических процессов не только как фактора, влияющего на эпигенетическое преобразование осадочных пород, но и как источника полезных компонентов.

Формирование флюоритовых месторождений, происходило в несколько стадий минерализации. Это подтверждается результатами изучения рудообразующих растворов и температур гомогенизации включений в флюорите. По данным термометрии, флюорит

Приднестровья кристаллизовался из гидротермальных растворов в интервалах температур 110–140 и 350–470 °C [3]. Приведенные температуры гомогенизации включений и их агрегатное состояние свидетельствуют о гидротермальном происхождении флюорита и о частичном образовании этого минерала из газовых растворов. Наиболее высокие температуры образования характерны для флюоритов жильного типа и цемента замещения в породах, развитых в районах тектонических швов. В Приднестровье выявлены участки развития альбитизированных гранитов с редкометальной минерализацией. По мнению многих исследователей, к таким участкам приурочены рудопроявления криолита. Это представляет значительный интерес, так как открывает широкие перспективы поисков в Приднестровье не только флюоритовых, но и криолитовых руд. Знание геохимического поведения фтора и условий формирования флюорита при различных процессах литогенеза позволит определить условия концентрации этого элемента до промышленных скоплений и дать перспективную оценку территории на поиски флюорита, криолита, фосфоритов и других полезных ископаемых.

#### **Список литературы**

1. Жовинский Э. Я. Геохимия фтора в осадочных формациях юго-запада Восточно-Европейской платформы. – К.: Наукова думка, 1970. – 200 с.
2. Крюченко Н.О., Жовинський Е.Я., Жук О.А. Стан мінерально-сировинної бази плавикового шпату Середнього Придністров'я // Пошукова та екологічна геохімія. – 2016. – № 1 (17). – С. 41–48.
3. Науменко В.В. Тектоно-магматическая активизация юго-западной части Восточно-Европейской платформы и смежных геосинклинальных систем и некоторые черты их эндогенной металлогенезии : препринт ИГФМ АН УССР. – Киев, 1974. – 66 с.
4. Ткачук Л.Г., Жовинский Э.Я. Осадочные формации верхнего протерозоя // Прогноз месторождений полезных ископаемых в осадочных формациях Украины. – Киев: Наукова думка, 1974. – С. 43–53.

# **ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС ТВЕРСКОГО РЕГИОНА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ**

**Б.Ф. Зюзин, А.И. Жигульская, Т.Б. Яконовская**

*Тверской государственный технический университет,  
г. Тверь, Россия, e-mail: 9051963@gmail.com*

*Проанализировано состояние горнопромышленного комплекса Тверского региона. В результате проведенных геолого-разведочных работ, в регионе открыто 3738 месторождений различных видов полезных ископаемых, из них 2190 учтены в государственном балансе России. В структуре товарной стоимости недр Тверской области первое место занимают торфяные ресурсы.*

**Ключевые слова:** горнопромышленный комплекс; месторождения полезных ископаемых; запасы.

## **THE AGROINDUSTRIAL COMPLEX OF THE TYERS REGION OF THE RUSSIAN FEDERATION: DEVELOPMENT ANALYSIS**

**B. Zyuzin, A. Zhigulskaia, T. Yakonovskaya**

*Tver State Technical University, Tver, Russia*

*The state of the mining complex of the Tver region is analyzed. As the result of geological exploration work, 3738 deposits of various types of minerals were discovered in the region, of which 2,190 are accounted for in the state balance of Russia. In the structure of the commodity value of the subsoil of the Tver region, the first place is occupied by peat resources.*

**Keywords:** mining complex; mineral deposits; reserves.

Тверская область расположена в бассейне Верхней Волги и на водоразделе бассейнов Балтийского и Каспийского морей. Она является частью Русской равнины с характерным для нее чередованием низменностей и возвышеностей. Западная часть области расположена на Валдайской возвышенности с высотами 200–300 м и более. На юго-востоке находится Верхне-Волжская низина (100–150 м) по обоим берегам реки Волги и в низовьях рек: Тверцы, Шоши и Медведицы. Область богата водными ресурсами – около 1000 больших и малых рек общей протяженностью около 17 тыс. км, имеется более 500 крупных озер, в их числе – Селигер, а также: Стерж, Вселуг, Пено, Волго. В области находятся исток и верхнее течение Волги с притоками, на западе области берет начало река Западная Двина, на севере – река Мста. Создано 9 крупных водохранилищ, среди них: Иваньковское, Угличское, Рыбинское, Вышневолоцкое и др. Около 90 % всей территории области занимает бассейн Волги. Северо-западная часть области входит в бассейн р. Мсты, юго-западная – в бассейн Западной Двины. Господство верховьев крупных рек определило главную особенность речной сети области – преобладание малых рек, имеющих длину 100–200 км, ширину 5–50 м и глубину 0,5–1,0 м.

Область расположена в южно-таежной и подтаежной зонах, лесистость составляет 53,7 %. Тверской регион входит в состав Центрального Федерального Округа Российской Федерации. В результате проведенных геолого-разведочных работ в регионе открыто 3738 месторождений различных видов полезных ископаемых, 2190 из которых учтены в государственном балансе России. В эксплуатацию вовлечено лишь 8 % числящихся на государственном балансе месторождений. В целом, из 15 основных видов полезных ископаемых разрабатываются 10.

Под г. Старица разрабатываются запасы известняка, широко известные под названием «Старицкий белый камень». Доломитовые известняки распространены по берегам рек Вазузы, Осуш. Имеются запасы черепичных и кирпичных глин, кварцевых песков в окрестностях Зубцова, Старицы, Бежецка, Ржева, Осташкова, Твери. Обнаружены залежи бурого угля, которые находят на глубине 80–120 м в Нелидовском, Андреапольском, Селижаровском районах.

Активная промышленная подземная разработка угольного месторождения до 1991 г. проводилась в Нелидовском районе, где работало 4 шахты, на которых добывали около 0,5 млн тонн угля. С 1995 г. в результате действия федеральной программы реструктуризации угольной отрасли, шахты в Нелидовском районе из-за экономической и технической ненецелесообразности их использования были затоплены и в настоящее время находятся в законсервированном состоянии. Следует отметить, что угледобывающее предприятие района являлось градообразующим и обеспечивало 100-процентную занятость трудоспособного населения. После закрытия предприятия в районе наблюдается сильнейшая безработица.

Регион богат известняками, которые в некоторых местах находятся всего в 2–3 м от поверхности, а в оврагах и по берегам рек выходят на поверхность. Они имеют большое разнообразие по строению, плотности, химическому составу и бывают известняки химически чистые, доломитизированные, кремнистые, глинистые (мергели) и мраморовидные. В зависимости от сорта известняка его можно использовать как строительный камень, как сырье для производства цемента и щебня. Чистые известняки пригодны для получения извести, крайне необходимой для известкования распространенных в области кислых почв. Однако в настоящее время добыча известняка в области крайне ограничена. В лицензионном пользовании находятся 2 месторождения: «Мончаловское» в Ржевском районе и «Старицкое» в Старицком районе. Годовой объем добычи в 2015 г. составил 99,2 тыс. куб. м.

Во многих местах области, в частности, вблизи городов Ржев, Белый, Нелидово, Бежецк имеются в основном, мелкие месторождения глин, на долю которых приходится 96 % от общего их количества. Из них эксплуатируются 3 месторождения: «Новогузинское», «Мончаловское», «Чертолинское», расположенные в Ржевском районе. Объем добычи полезного ископаемого за 2015 г. составил 56,8 тыс. куб. м. Разрабатываемые месторождения являются сырьевой базой для действующих заводов в Тверской области по производству керамического кирпича.

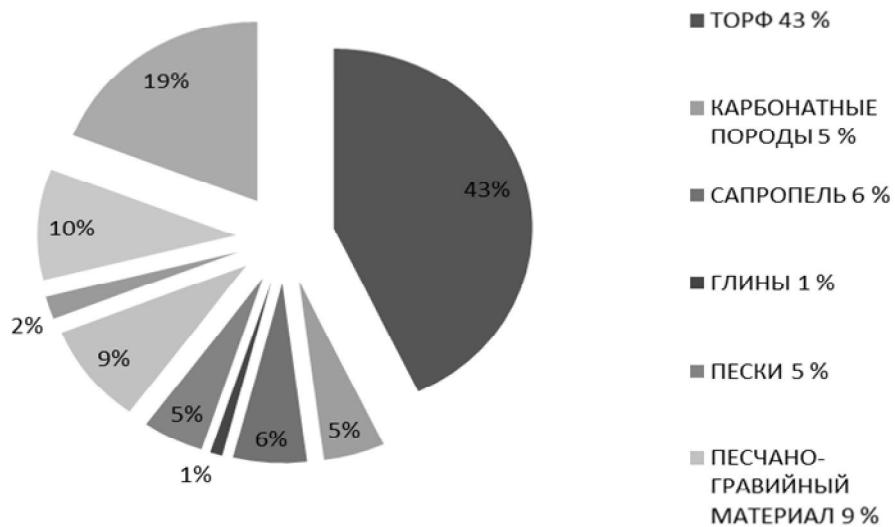
Месторождения строительных песков региона сосредоточены, главным образом, в Кимрском, Конаковском, Калязинском и Калининском районах. Общие запасы песков строительных по категории А+В+C<sub>1</sub> составляют 88 375,91 тыс. куб. м. В лицензионном пользовании находятся 28 месторождений, общий годовой объем добычи за 2015 г. составил 3274,65 тыс. куб. м.

По своей важности песчано-гравийные материалы можно отнести к стратегическому для Тверской области минеральному сырью, позволяющему полностью обеспечить свои потребности и экспортствовать товарную продукцию в другие регионы России. В настоящее время разрабатываются 42 месторождения с годовым объемом добычи 3152,4 тыс. куб. м.

Тверская область не входит в число лидеров по минерально-сырьевому потенциалу, исключением является торф, запасы которого оцениваются в 2051 млн тонн, а по количеству торфяных залежей регион занимает первое место. В структуре товарной стоимости недр Тверской области первое место занимают торфяные ресурсы (рисунок) [1; 5]. До 1990 г. добыча торфа проводилась на 43 месторождениях общей площадью около 300 тыс. га, а сама область занимала ведущее место по масштабу промышленного торфяного производства в стране. Месторождения торфа имеются во всех административных районах области. В настоящее время в лицензионном пользовании находятся 10 месторождений с общими запасами торфа 5933 тыс. тонн. Особенно богаты месторождениями торфа окрестности Твери, Вышнего Волочка, Кувшинова [2].

Многие хорошо изученные месторождения Тверской области находятся в сложных горно-геологических условиях разработки. Поэтому производственные процессы добычи таких полезных ископаемых как известняки, глины, карбонатные породы невозможны без развития рациональных технологий комплексной разработки. А это в свою очередь требует довольно существенных инвестиций, которые горные предприятия Тверской области осуществить не в состоянии по причине отсутствия свободных финансовых средств.

Горнопромышленный комплекс Тверского региона последние 15 лет развивается динамично, количество предприятий его составляющих и их структура постоянно изменяются (таблица).



#### Структура товарной стоимости недр Тверского региона

#### Динамика развития горнодобывающего комплекса (ГК) Тверского региона Российской Федерации

Вид деятельности по ОКВЭД	Общее количество предприятий (ГК) Q, ед. / количество предприятий (ГК), специализирующихся только на добыче q, ед.					
	2010 г.		2013 г.		2016 г.	
	Q	q	Q	q	Q	q
Предприятия по разработке каменных карьеров	65	48	46	30	51	35
Предприятия по разработке глин	7	3	6	4	5	3
Предприятия по разработке гравийных и песчаных карьеров	43	32	50	35	33	25
Предприятия по добыче, агломерации и обогащению угля	2	0	2	0	2	0
Предприятия по добыче металлических руд	5	0	5	0	5	0
Предприятия по агломерации торфа	5	4	3	3	3	2

Статистические данные таблицы показывают, что горнодобывающий комплекс Тверской области представлен 6 видами горнодобывающих предприятий, однако если рассматривать реально действующие горные производства, то в структуре их деятельности большие доходы приносят дополнительные виды работ, такие как аренда (производственных площадей, оборудования), продажа бытовых хозяйственных товаров, проектно-консультационные услуги, переработка металломолома.

Таким образом, непосредственно добыча и переработка минерального сырья хотя и указана как основная деятельность, но как таковая отсутствует и в структуре доходов слабо представлена.

Наиболее активны в плане добычи полезных ископаемых предприятия по производству разно-фракционных песков, гравия, щебня. Это объясняется плановым развитием строительства и ремонта дорожной сети региона и других общестроительных работ. Кроме того, добывочные работы и переработка песчано-гравийно-щебеночных ресурсов стоят дешевле и окупаются быстрее, чем, например, торфоразработки.

Предложенная Инновационным центром Тверского государственного университета (Е.А. Лурье) модель кластера кремниевого производства [3] и формирование на его основе отрасли микроэлектроники не работает по многим причинам:

- отсутствие комплексных геологических исследований единственного в регионе Яйковского месторождения кварцевого песка расположенного в Зубцовском районе области;
- отсутствуют технико-экономические расчеты и технологические проекты разработки Яйковского месторождения;
- отсутствие точных данных по запасам кварцевых песков не позволяет говорить о создании отрасли микроэлектроники;
- силами нескольких мелких научных производств с устаревшими технологиями и оборудованием микроэлектронику как региональную отрасль не возродить. К тому же, все элементные составляющие для производства различных микросхем импортного происхождения.

Таким образом, горнопромышленный комплекс Тверского региона не является основой экономического развития области. Он представлен разрозненными мелкими и средними предприятиями с частной формой собственности в виде ЗАО, ООО или ИП. Частыми в области бывают ситуации хищнической и даже полулегальной разработкой карьеров торфа, песка, гравия, щебня. Большая часть предприятий с основным видом деятельности – «Добыча полезных ископаемых» занимаются не добычей, а перепродажей минеральных ресурсов. Если рассматривать структуру Министерства природных ресурсов и экологии Тверской области, то особое внимание в немделено отделам охотопользования и рыбного хозяйства, водопользования и экологии [4].

Минерально-сырьевой комплекс Тверского региона не богат ресурсами по этой причине и отдел недропользования представлен в структуре Министерства слабо, отсюда и отсутствие информационной базы кадастров месторождений, слабый надзор и контроль лицензированного использования месторождений, отсутствие внимания к вопросам рационального использования минерально-сырьевых ресурсов Тверской области.

#### **Список литературы**

1. Зюзин Б.Ф., Жигульская А.И., Яконовская Т.Б., Жигульский М.А., Оганесян А.С. Комплексное использование торфяных и древесных ресурсов // Проблемы рационального использования природных ресурсов и устойчивое развитие Полесья : сб. докл. Междунар. науч. конф. Минск, 14–17 сент. 2016 г. В 2 т. Т. 2 // Нац. акад. наук Беларусь / редкол. В.Г. Гусаков (гл. ред.). – Минск: Беларуская навука, 2016. – С. 152–156.
2. Жигульская А.И., Яконовская Т.Б., Яконовский П.А., Сергеева Т.А. Рациональное использование торфяных ресурсов в биоэнергетике Тверской области // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики : материалы XII-й Международной конференции по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики. В 2 т. Т. 1. – Тула: ТГУ, 2016. – С. 215–220.
3. Кудинов А.Н., Лурье Е.А., Барсукова Н.Е. Региональные научно-технологические кластеры // Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://cyberleninka.ru/article/n/regionalnye-nauchno-tehnologicheskie-klastery>. – Дата доступа : 25.03.2017.
4. Министерство природных ресурсов и экологии Тверской области. Официальный сайт. – Режим доступа : <http://www.mpr-tver.ru>. – Дата доступа : 25.03.2017.
5. Справка о состоянии минерально-сырьевой базы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [vsegei.ru](http://vsegei.ru) > Информационные ресурсы > ГИС – Атлас Недра России. – Дата доступа : 25.03.2017.

# ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ИНВАРИАНТЫ ДИСТОРТНОСТИ В МЕХАНИКЕ ГРУНТОВ

Б.Ф. Зюзин, В.А. Миронов, С.А. Юдин

Тверской государственный технический университет,  
г. Тверь, Россия, e-mail: zbfu@yandex.ru

*Предложены определяющие инварианты дистортности для оценки предельных состояний в природных структурных системах.*

**Ключевые слова:** инварианты дистортности; предельные состояния.

## THE DEFINING INVARIANTS OF DISTORTION IN SOIL MECHANICS

B.F. Zyuzin, V.A. Mironov, S.A. Yudin

Tver State Technical University, Tver, Russia

*The defining invariants of distortion to assess limit states in structural natural system are proposed.*

**Key words:** the invariants of distortion; limit state.

Понятие инвариантов употреблялось ещё немецким математиком О. Гессе (1844), но систематическое развитие теория инвариантов получила у английского математика Дж. Сильвестра (1851–1852), предложившего и термин «инварианты» [3]. Инвариант или инвариантность – термин, обозначающий нечто неизменяемое. Конкретное значение термина зависит от той области, где он используется. Например, инварианты физики, инварианты математики.

В работах [4; 9; 10] показана важность определения инвариантов дистортности. При этом дистортность представляется как универсальный научный метод оценки инвариантов предельных состояний в механике деформированных тел и горных пород [1; 6], а также в природных системах [7; 8].

Авторами предложены эффективные геометрические модели отображения предельных состояний в системе приведенного единичного квадрата с использованием энтропийных координат; модели Ленгмюра; круговой диаграммы Мора при моделировании и анализе линейной, поверхностной и объемной задач с учетом определения уровня функциональной нелинейности детерминированных и стохастических закономерностей.

Настоящая работа устанавливает семь определяющих инвариантов дистортности на основании предложенной диаграммы (рисунок 1).

Исходные параметры:  $0 \leq X_3 \leq X_M \leq X_1 \leq 1$ ;  $0 \leq X_3 \leq 0,5$ .

Условие нормировки:  $X_1 + X_3 = 1 = \text{const}$ .

Определяющие параметры:

$$0 \leq \frac{X_3}{X_1 + X_3} \leq 1.$$
$$0 \leq \frac{X_1}{X_1 + X_3} \leq 1.$$

I инвариант:

$$J_1 = \frac{X_1 - X_3}{X_1 + X_3} = 1 - 2X_3 = d.$$

II инвариант:

$$J_2 = \frac{X_1 + X_3}{X_1 + X_3} = D = 1.$$

III инвариант:

$$J_3 = X_M = \frac{2X_1 X_3}{X_1 + X_3} = 2X_3(1 - X_3).$$

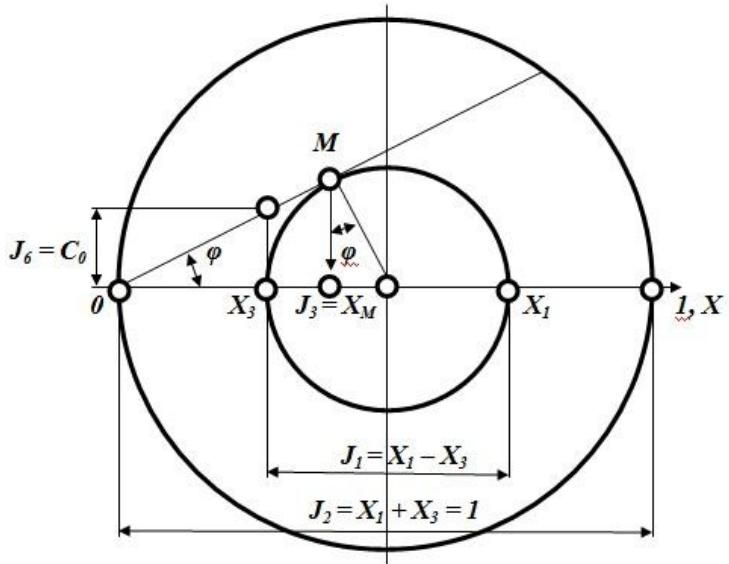


Рисунок 1. Диаграмма для определения инвариантов дистортности

**IV** инвариант:

$$J_4 = \Pi_K = \frac{X_3}{X_1} = \frac{X_3}{1 - X_3}.$$

**V** инвариант:

$$J_5 = \frac{X_1 - X_3}{X_1 + X_3} = \frac{d}{D} = 1 - 2X_3 = \sin\varphi = \mu_\sigma.$$

**VI** инвариант:

$$J_6 = C_0 = X_3 \operatorname{tg}\varphi \frac{X_3(1 - 2X_3)}{2\sqrt{X_3(1 - X_3)}} \rightarrow \max.$$

**VII** инвариант:

$$J_7 = K_P = \frac{X_M - X_3}{X_1} = \frac{X_3(1 - 2X_3)}{1 - X_3} \rightarrow \max.$$

При  $X_3 = 0$  имеем  $J_1 = 1; J_2 = 1; J_3 = 0; J_4 = 1; J_5 = 1; J_6 = 0; J_7 = 0$ .

При  $X_3 = 0,5$  имеем  $J_1 = 0; J_2 = 1; J_3 = 0,5; J_4 = 1; J_5 = 0; J_6 = 0; J_7 = 0$ .

На рисунке 2 приведено графическое представление инвариантов дистортности в системе приведенного квадрата.

В результате проведенных теоретических исследований установлены взаимосвязи между основными инвариантами:

$$J_{1(5)} + J_4 + J_7 = J_2 \cdot J_{1(5)} J_4 = J_7.$$

$$J_4 = \frac{J_6 \sqrt{2J_2 J_3}}{J_{1(5)} - J_6 \sqrt{2J_2 J_3}} = \frac{J_7}{J_{1(5)}} = \frac{J_4 + J_7}{J_2 - J_4 - J_7}.$$

$$J_6 \sqrt{2J_2 J_3} = J_{1(5)} (J_4 + J_7).$$

В качестве основного условия предельного состояния или условия прочности для органоминеральных грунтов наиболее широко применяют условие, сформулированное в работе [1; 12].

Критерий прочности Кулона-Мора представляет собой билинейную зависимость касательных напряжений материала от величины приложенных нормальных напряжений.

Эта зависимость записывается как:

$$\tau = \sigma_3 \operatorname{tg}(\varphi) + C_0,$$

где  $\tau$  – величина инварианта касательных напряжений;  $\sigma_3$  – величина инварианта нормальных напряжений;  $C_0$  – величина инварианта сцепления.

Соотношение главных напряжений определено зависимостью:

$$\sigma_3/\sigma_1 = \operatorname{tg}^2(\pi/4 - \varphi/2).$$

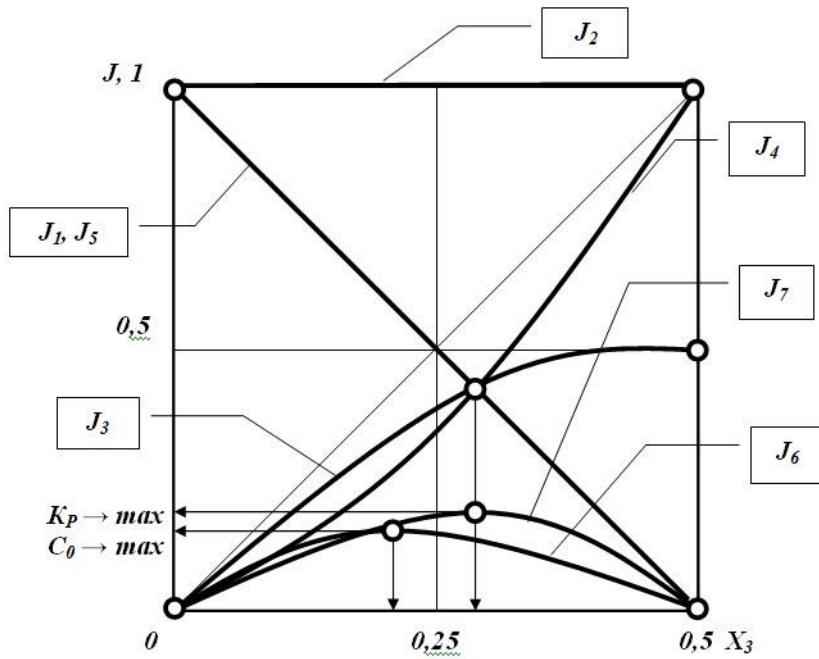


Рисунок 2. Графическое представление инвариантов дистортности

Отношение сопротивлению растяжению  $\sigma_3$  к сопротивлению сжатию  $\sigma_1$  равно критическому отношению главных напряжений  $\Pi_K = \sigma_3/\sigma_1$ .

Зависимость  $C_\theta = f(\Pi_K)$  может быть представлена в виде логистической функции [9].

Логистическая функция, описывающая цикл развития структурной системы, обычно рассматривается как модель динамики различных кумулятивных величин.

На рисунке 3 приведена данная зависимость  $C_\theta = f(\Pi_K)$  в инвариантной форме.

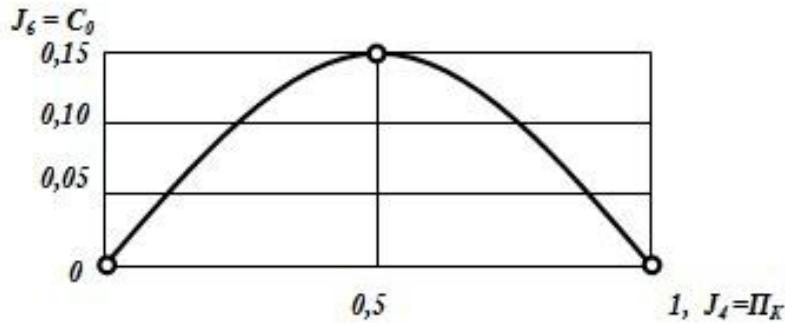


Рисунок 3. Зависимость  $J_6 = f(J_4)$

Логистическая функция для оценки изменения сцепления  $C_\theta$  описывается уравнением вида

$$C_\theta = 4\mu \Pi_K (1 - \Pi_K), \quad (1)$$

где  $0 < \mu < 1$ ,  $D = 4\mu$  – фрактальная размерность.

Для условия  $C_\theta \rightarrow \max$  при  $\Pi_K = 0,5$  имеем

$$J_6 = C_\theta = 4[0,6\Pi_K(1 - \Pi_K)] = D\Pi_K(1 - \Pi_K) = 2,4J_4(1 - J_4).$$

В монографии [11] показано, что критерий предельного равновесного состояния структурной системы  $K_P = J_7$  связан с фрактальной размерностью  $D$  следующей зависимостью

$$K_P = J_7 = \frac{1 - D}{D(1 + D)}.$$

Критерий имеет экстремум

$$K_P \rightarrow \min \text{ при } D = \sqrt{2} + 1 = 2,4142 \dots .$$

Этому условию соответствует уровень функциональной нелинейности  $X_A$ , который будет равен

$$X_A = \frac{1}{D} = 0,4142 \dots .$$

Тогда можно предположить уточненную запись уравнения  $J_6 = f(J_4)$

$$J_6 = DJ_4(1 - J_4) = (\sqrt{2} + 1)J_4(1 - J_4).$$

М. Стайн и П. Стайн [2] открыли любопытное свойство итераций: при изменении параметра  $D$  характер поведения итераций изменяется способом, не зависящим от конкретного вида итерируемой функции.

В частности, у большого класса функций при увеличении параметра  $D$  происходит разрушение прежде устойчивого цикла и замена его циклом с удвоенным периодом. Это удвоение периода продолжается до бесконечности, и возникает хаотическое поведение.

Проведем анализ однопараметрического квадратичного отображения вида. Варьируя параметром  $D = 4\mu$  в интервале  $0-4$ , проследим динамику изменения этого точечного отображения. Тогда на отрезке  $[0, 1]$ , который отображение преобразует в себя, получим закономерности перехода структурной системы к самовозбуждению и хаосу.

При  $0 < D < 1$  квадратичное отображение имеет единственную неподвижную точку  $X_A = 0$ , которая является устойчивой.

При  $1 < D < 3$  неподвижная точка теряет устойчивость, поскольку на отрезке  $[0, 1]$  появляется еще одна неподвижная точка  $X_{A1}$ , которая будет устойчивой. Для предельного случая при  $C_0 \rightarrow \max$

$$X_{A1} = 1 - \frac{1}{D} = 1 - \frac{1}{2,4142} = 1 - (\sqrt{2} - 1) = 2 - \sqrt{2} = 0,585 \dots .$$

В работе [5] приведены фрактальные характеристики структуры торфов низинного, переходного и верхового типов, представляющих один из объектов естественно природной структурной системы. Показано, что структура низинного торфа близка к предельно-равновесному состоянию  $D=2,4142 \dots$ , тогда как фрактальная размерность для верхового торфа стремится к  $D \rightarrow 2$ .

В работе [11] показана связь инвариантов дистортности с такими физическими процессами, как световой спектр – семь цветов радуги, семь основных нот в музыке, семь элементов в составе ДНК, семь основных кристаллических систем в кристаллографии, семь периодов в таблице химических элементов Менделеева, и др.

Введение семи определяющих инвариантов дистортности отвечает единому принципу систематизации и классификации предельных состояний в природных системах.

#### Список литературы

1. Амарян Л.С., Зюзин Б.Ф., Миронов В.А. Механика торфа и торфяной залежи: учеб. пос. – КГУ: Калинин, 1988. – 95 с.
2. Берже П., Помо И., Видаль К. Порядок в хаосе. – М.: Мир, 1991. – 368 с.
3. Бобылев Д.К. Сильвестер, Джеймс-Джозеф // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона: в 86 т. (82 т. и 4 доп.). – СПб., 1890–1907.
4. Зюзин Б.Ф., Миронов В.А., Юдин С.А. Инварианты дистортности в оценке прочностных характеристик природных и композитных материалов // Вестник ТвГТУ. Научный журнал. – Тверь: ТвГТУ, 2015. – Вып. 2 (28). – С. 7–17.
5. Лиштван И.И., Богатов Б.А., Кулак М.И. Влияние фрактальной неоднородности структуры на деформационно-прочностные свойства агрегатов торфяных систем // Кол. журн. 1992. Т. 54, № 4.

6. Миронов В.А., Зюзин Б.Ф., Лотов В.Н. Дистортность в механике горных пород. – Тверь: ТвГТУ, 1995. – 196 с.
7. Миронов В.А., Зюзин Б.Ф., Лотов В.Н. Дистортность в естествознании. – Тверь: ТвГТУ, 1996. – 160 с.
8. Миронов В.А., Богатов Б.А., Зюзин Б.Ф., Лотов В.Н. Дистортность – единство предельности Мироздания. – Тверь: ТГТУ, 1999. – 192 с.
9. Миронов В.А., Зюзин Б.Ф., Епишев А.И. Инварианты предельных состояний в задачах геомеханики. Тенденции и современные подходы. Депозитарий издательства Московского государственного горного университета. Справка № 521/12-06 от 5.10.2006. Научное издание. – Тверь: ТвГТУ, 2006. – 39 с. Горный информационно-аналитический бюллетень, №12, 2006.
10. Миронов В.А., Зюзин Б.Ф. Инварианты дистортности. – Тверь: ТвГТУ, 2015. – 168 с.
11. Миронов В.А., Зюзин Б.Ф. Дистортность и сакральная геометрия. Избранное. Ч. I. – Тверь: ТвГТУ, 2011. – 800 с.
12. Coulomb, C. Essai de 1773. Offert par le Comite. Francals de Mecanigue les Solret des Fondations. – Paris, 1973.

# НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГРАНИЦЕ ДНЕПРОВСКОЙ СТАДИИ ПРИПЯТСКОГО ОЛЕДЕНЕНИЯ В ПРИГРАНИЧНОМ ПОЛЬСКО-БЕЛОРУССКОМ РЕГИОНЕ

А. Карабанов<sup>1</sup>, Л. Маркс<sup>2,5</sup>, Е. Нитихорук<sup>3</sup>, М. Богдасаров<sup>4</sup>, Т. Крживицки<sup>2</sup>, А. Маецка<sup>5</sup>, К. Похоща-Шварц<sup>2</sup>, И. Рихель<sup>2</sup>, Б. Воронко<sup>5</sup>, Л. Збуцки<sup>3</sup>, О. Грядунова<sup>4</sup>, Н. Гречаник<sup>4</sup>, С. Мамчик<sup>6</sup>, Т. Рылова<sup>1</sup>, Л. Новацки<sup>2</sup>, М. Пиелах<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт природопользования НАН Беларусь,

г. Минск, Беларусь, e-mail: karabanov@ecology.basnet.by;

<sup>2</sup>Государственный геологический институт – Государственный исследовательский институт, г. Варшава, Польша, e-mail: leszek.marks@uw.edu.pl;

<sup>3</sup> Государственная высшая школа имени Иоанна Павла II,

г. Бяла Подляска, Польша, e-mail: jerzy.nitychoruk@pswbp.pl;

<sup>4</sup> Брестский государственный университет им. А. Пушкина,  
г. Брест, Беларусь, e-mail: bogdasarov73@mail.ru;

<sup>5</sup> Варшавский университет, г. Варшава, Польша, e-mail: leszek.marks@uw.edu.pl;

<sup>6</sup> Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ,

г. Минск, Беларусь, e-mail: tecton@rambler.ru

В результате выполненных в 2014–2017 гг. работ по международному польско-белорусскому научному проекту «Модель геологической структуры, региональные опорные горизонты и палеоклиматы среднего плейстоцена южной части Польско-Белорусского приграничного региона» изменились представления о положении границ максимального продвижения ледниковых покровов днепровской и сожской стадий припятского оледенения. Новые геологические данные показали, что ледник днепровской стадии имел меньшее распространение, чем ледник более молодой сожской стадии.

**Ключевые слова:** четвертичная геология; польско-белорусский приграничный регион; днепровская стадия припятского оледенения.

## NEW DATA ABOUT THE LIMIT OF THE DNIIEPR STAGE OF THE PRYPIAT ICE SHEET WITHIN THE CROSS-BORDER OF POLISH-BELARUSIAN REGION

<sup>1</sup>A. Karabanyov, <sup>2,5</sup>L. Marks, <sup>3</sup>J. Nitychoruk, <sup>4</sup>M. Bahdasarau, <sup>2</sup>T. Krzywicki, <sup>5</sup>A. Majecka,

<sup>2</sup>K. Pochocka-Szwarc, <sup>2</sup>J. Rychel, <sup>5</sup>B. Woronko, <sup>3</sup>L. Zbucki, <sup>4</sup>A. Hradunova, <sup>4</sup>M. Hrychanik,

<sup>6</sup>S. Mamchik, <sup>1</sup>T. Rylova, <sup>2</sup>L. Nowacki, <sup>2</sup>M. Pielach

<sup>1</sup>Institute for Nature Management, National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus;

<sup>2</sup>Polish Geological Institute – National Research Institute, Warsaw, Poland;

<sup>3</sup> Pope John Paul 2nd State School of Higher Education,

Biala Podlaska, Poland, jerzy.nitychoruk@pswbp.pl;

<sup>4</sup> Brest State University, Brest, Belarus;

<sup>5</sup> University of Warsaw, Warsaw, Poland;

<sup>6</sup> Ministry of natural resources and environmental protection  
of the Republic of Belarus, Minsk, Belarus

As the result of the investigation carried out during 2014–2017 in the frame of international Polish-Belorussian project “Model of geological structure, regional key horizons and Middle-Late Pleistocene climate in the southern part of the Polish-Belorussian cross-border area” the opinion about the limits of Dniepr and Sozh stages of the Prypiat ice sheet within the cross-border of polish-belarusian region were changed. The new geological data showed that the older Dniepr stage ice sheet spread less than the younger Sozh stage one.

**Keywords:** quaternary geology; cross-border of Polish-Belorussian region; the Dniepr stage of the Prypiat ice sheet.

В 2009–2011 гг. в рамках польско-белорусского проекта «Составление геологических и геоморфологических карт, объединенное с основными палеонтологическими и седиментологическими исследованиями в приграничном регионе Польши и Беларусь» международным коллективом специалистов был выполнен комплекс полевых и лабораторных исследований,

положивший начало обоснованию надежной корреляции границ разновозрастных ледниковых покровов и стратиграфических подразделений плейстоцена на трансграничной польско-белорусской территории (район г. Гродно).

В 2014–2017 гг. геологические исследования были продолжены в южной части польско-белорусского пограничного региона при реализации международного научного проекта «Модель геологической структуры, региональные опорные горизонты и палеоклиматы среднего плейстоцена южной части Польско-Белорусского приграничного региона» (научные руководители: от Польши – Л. Маркс, от Беларуси – А. Карабанов).

Территория исследований расположена в южной части польско-белорусской приграничной территории с г. Брест в центре. Этот район отличается большим числом разрезов с межледниковыми отложениями, как перекрытыми, так и не перекрытыми ледниками об разованиями. Поэтому внимание исследователей было сосредоточено на корреляции региональных стратиграфических подразделений среднего плейстоцена Польши и Беларуси и уточнении границ распространения ледниковых покровов сожской (Warta – в польской части региона) и днепровской (Odra) стадий припятского оледенения.

В Центральной Европе максимальная граница предпоследнего скандинавского оледенения (Saalian) определяется, как правило, на основе распространения маргинальных форм ледникового покрова и скандинавского эрратического материала [7]. В Западной Европе (Нидерланды, Германия, Западная Польша) это оледенение соответствовало максимальному распространению Скандинавского ледникового покрова. В Восточной Польше и на большей части территории Беларуси область распространения предпоследнего скандинавского оледенения (припятского) была меньшей, чем более древнего березинского (эльстерского) оледенения, за исключением долины Днепра на территории Украины, которая была занята крупной ледниковой лопастью, продвинувшейся на 200 км южнее всех остальных ледников [21; 6].

Предпоследнее скандинавское оледенение (Odra) в Польше представлено двумя стадиями – Odra и Warta и соответствует 6-й морской изотопной стадии кислородной кривой (МИС 6). Этому оледенению на территории Беларуси отвечает припятское, которое также представлено двумя стадиями: более древней днепровской и более молодой сожской [9]. На Украине днепровское оледенение представлено только ледником днепровской стадии [8].

В Восточной Польше граница максимального продвижения ледникового покрова стадиала Odra проходит вдоль северного склона Южнопольских возвышенностей, с выразительным языком, вторгнувшимся в долину прорыва Средней Вислы до Сандомирской котловины [16; 17], откуда талые воды направлялись на восток по Подкарпатской прадолине, а затем юго-восточнее долины реки Днестр на территории Западной Украины и Молдавии в Черное море [12]. Продвижение ледника в значительной степени преобразовало рельеф предгорий Карпат, где Южнопольские возвышенностистоили достигали 300–600 м над уровнем моря и более.

Граница максимального продвижения днепровского ледникового покрова на Украине и ледника днепровской стадии припятского оледенения в Беларуси проводится на Волынской возвышенности в северо-западной Украине [21], в бассейне Припяти на Белорусском Полесье [9; 19] и в долине среднего Днепра в восточной Украине [21].

В южной части трансграничного польско-белорусского региона находятся многочисленные разрезы с межледниковыми отложениями среднего и верхнего плейстоцена, которые имеют региональное значение и являются ключевыми для стратиграфии четвертичных отложений всей Центральной Европы [19]. Детальные многолетние исследования на этой территории показали, что в этом регионе моренные отложения припятского (Odra) оледенения развиты не на всей территории [5; 1], что позволило предложить новую интерпретацию геологической ситуации в реперных местонахождениях.

Большинство польских исследователей считали, что ледниковый покров стадиала Warta достигал линии Лошице – Тересполь – Янув Подлясски, и даже долины реки Кршна [14; 15]. В последнем случае, граница ледникового покрова могла соответствовать границе леднико-

вого покрова славгородской фазы сожской стадии в Беларуси, которая определяется по линии Брест – Пинск [2].

Многие польские исследователи придерживались такого же мнения, но позже детальные исследования в районе г. Береза на территории Беларуси не подтвердили эту точку зрения, так как осадки александрийского (мазовецкого) межледниковых во многих разрезах в этом районе не перекрываются мореной, и только севернее расположены разрезы, в которых такие отложения перекрыты одной мореной [1].

В связи с этим некоторые исследователи предполагали, что ледниковый язык сожской стадии только незначительно проникал в долину верхнего Нарева, на что указывало наличие конечных морен и маломощных слоев основной морены выше александрийских межледниковых слоев в некоторых разрезах [20]. Талые воды во время сожской стадии припятского оледенения (стадиала Warta) должны были течь вдоль прадолины Кршны-Припяти через Полесье до долины Днепра [26].

В результате работ по нашему международному проекту прежние представления о геологическом строении и возрасте отложений и форм рельефа с обеих сторон границы существенно изменились. Анализ многочисленных архивных данных по скважинам, имеющимся на польской и белорусской стороне, прояснил и дополнил общую картину геологического строения четвертичных отложений и позволил сосредоточить полевые работы на нескольких ключевых участках с наиболее представительными обнажениями и разрезами буровых скважин. Собранные образцы были изучены комплексом литологических, палеонтологических, палеоэкологических и хроностратиграфических методов.

В изученных ключевых разрезах (рисунок 1) были прослежены важнейшие события среднего плейстоцена. В разрезах с отложениями александрийского (мазовецкого, голыштейнского) межледниковых было выполнено подробное исследование как межледниковых, так и вышележащих слоев. Анализ архивной документации со спорово-пыльцевыми диаграммами по ранее пробуренным скважинам, а также литературных источников позволил обосновать стратиграфическую принадлежность отложений в таких разрезах.



**Рисунок 1. Расположение разрезов с межледниковыми отложениями муравинского (земского) и александрийского (мазовецкого) возраста:**

- △ разрезы с отложениями муравинского/земского межледниковых
- разрезы с отложениями александрийского/мазовецкого межледниковых, перекрыты мореной
- разрезы с отложениями александрийского/мазовецкого межледниковых, не перекрыты мореной
- опорные разрезы
- максимальная граница распространения морены сожской (Warta) стадии припятского (Odra) оледенения

Результаты комплексного исследования опорных разрезов Чепели, Липница, Мокраны Нове, Оссувка, Покинянка, Проходы, Радваничи, Речица, Щербин, Гора Товарная позволили выполнить детальное стратиграфическое расчленение четвертичных отложений и реконструкцию палеогеографических обстановок осадконакопления в пределах трансграничного региона. Было показано, что наиболее важными и полными разрезами с отложениями, включающими спорово-пыльцевые спектры, характерные для заключительных фаз березинского оледенения (San-2, Elsterian), всего александрийского (мазовецкого, гольштейнского) межледниковых и начальных фаз припятского (Odra, Saalian) оледенения, являются разрез Оссувка (Ossówka) в Польше и разрез Речица в Беларуси. Эти опорные разрезы находятся на расстоянии около 150 км друг от друга.

Разрез Оссувка расположен вблизи г. Бяла Подляска на востоке Польши и известен как разрез межледниковых мазовецких (александрийских, гольштейнских) и раннезаальских (Odra, Saalian) озерных отложений большой (до 55 м) мощности [10; 11; 22–25]. В этом разрезе вскрыта толща, характеризующаяся непрерывным накоплением озерных осадков и длительной пыльцевой сукцессией. Поэтому разрез Оссувка уже используется в качестве локального стратотипа.

Разрез Речица расположен возле г. Береза Брестской области и известен как разрез межледниковых александрийских и перекрывающих их раннеднепровских озерных отложений [1]. Разрез представляет собой обнажение, выявленное в южной стенке карьера, расположенного на территории Белорусского Полесья в пределах водно-ледниковой равнины. На значительном протяжении здесь вскрыта толща перигляциальных песчано-глинистых и межледниковых озерно-болотных образований, выполняющих древнюю ложбину, имеющую, вероятно, аллювиальное (старичное) происхождение. Озерно-болотная толща сложена гумусированными суглинками, глинами, гиттией и торфом общей мощностью более 3,5 м.

В разрезе Речица были проведены новые детальные исследования методом спорово-пыльцевого анализа [4; 13]. На спорово-пыльцевой диаграмме выделены 11 локальных пыльцевых зон, которые характеризуют три различных этапа плейстоцена: завершающий этап березинской ледниковой эпохи (L PAZ Rch-1), александрийское межледникование (L PAZ Rch-2–Rch-9) и начальный этап припятской ледниковой эпохи (L PAZ Rch-10–Rch-11). Полученные данные свидетельствуют о том, что в разрезе Речица представлена одна из самых полных пыльцевых сукцессий александрийского межледникования на территории Западной Беларуси.

Известно много других разрезов с александрийскими (мазовецкими) межледниковыми отложениями, как в Польше, так и в Беларуси. Слои, перекрывающие отложения мазовецкого (александрийского) межледникования, исследованы в разрезах Липница, Мокраны Нове, Покинянка и Радваничи. В ходе исследований по настоящему проекту были проанализированы и частично переинтерпретированы литологические описания, пыльцевые диаграммы и результаты малакологического анализа этих разрезов, что позволило уточнить их стратиграфическую позицию. Кроме того, в ряде других разрезов (Борсуки, Бубель Луковиска, Чепели, Гнойно, Непле, Новы Павлов, Проходы, Щебрин, Свищево, Гора Товарная) было проведено изучение петрографического состава обломков фракции 4–10 мм в поверхностной морене.

Важные данные получены в результате выполненных геолого-геоморфологических исследований, которые показали, что ледниковые отложения времени максимального продвижения ледника днепровской стадии (стадиала Odra) припятского оледенения к северу, северо-западу и северо-востоку от Бреста залегают под более молодыми ледниковыми отложениями сожской стадии (стадиала Warta). Опесчаненная ледниковая моренная глина днепровской стадии отличается по цвету (имеет более темный коричневый оттенок) и имеет мощность до 7 м. На территории Польши к северу от долины прорыва Буга эти отложения деформированы гляциодислокациями. Основная морена сожской стадии (стадиала Warta) отличается от моренной глины днепровской стадии как цветом, так и большим содержанием песчаной фракции и частичной выветрелостью.

Результаты проведенного исследования дали основание пересмотреть положение границ максимального продвижения ледниковых покровов днепровской и сожской стадий припятского (Odra) оледенения и доказать, что ледник днепровской стадии имел значительно более ограниченное распространение, чем считалось ранее, в частности меньшее, чем ледник более молодой сожской стадии (стадиала Warta) на территории междуречья средней Вислы и Среднего Днепра (рисунок 2). В этом регионе границы ледниковых покровов днепровской стадии (стадиала Odra) и сожской стадии (стадиала Warta), вероятно, были сближены. Только в долинах средней Вислы и среднего Днепра ледниковые лопасти днепровской стадии продвигались значительно дальше к югу, но не одновременно, что, вероятно, было обусловлено разной мощностью ледника в различных частях Скандинавии [18].

Приведенные особенности динамики ледников разных стадий припятского оледенения (Odra) в польско-белорусском приграничном регионе в значительной степени могли быть связаны с формированием неотектонических структур, активный этап которого пришелся на время александрийского межледникового [3].



**Рисунок 2. Границы максимального распространения ледников: Dn(Pr) – днепровской стадии припятского оледенения, Sz(Pr) – сожской стадии припятского оледенения, Bz – березинского оледенения, S1 – оледенения San 1, S2 – оледенения San 2, D – донского оледенения, О – стадии Odra оледенения Odra, Wa – стадии Warta оледенения Odra, W – оледенения Wisla, Pz – поозерского оледенения**

Авторы статьи выражают благодарность за поддержку и финансирование исследований Белорусскому республиканскому фонду фундаментальных исследований (проект X08MC-035), Министерству науки и высшего образования Польши (проект 497/N-BIAŁORUŚ/2009/0) и Национальному научному центру Польши (проект DEC-2013/09/B/ST10/02040).

#### Список литературы

1. Величкевич Ф.Ю., Рылова Т.Б., Санько А.Ф., Феденя В.М. Березовский страторайон плейстоцена Беларуси. – Минск, 1993. – 146 с.
2. Гурский Б.Н. Нижний и средний антропоген Белоруссии. – Минск, 1974. – 142 с.
3. Карабанов А.К., Гарецкий Р.Г., Айзберг Р.Е. Неотектоника и неогеодинамика запада Восточно-Европейской платформы. – Минск: Беларуская навука, 2009. – 172 с.
4. Рылова Т.Б., Маецка А., Маркс Л., Карабанов А., Нитихорук Е., Крживицки Т., Похощка-Шварц К., Рихель Я., Воронко Б., Збуцки Д. Палеоклиматические особенности александрийского / мазовецкого межледниково-

вья по данным палинологических исследований в приграничном регионе Беларуси и Польши // Проблемы рационального использования природных ресурсов и устойчивое развитие Полесья : сб. докл. Междунар. науч. конф. (Минск, 14–17 сентября 2016 г.). В 2 т. Т. 1 / Нац. акад. наук Беларуси [и др.]; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2016. – С. 511–516.

5. Albrycht A., Binka K., Brzezina R., Dujor K., Nitychoruk J., Pavlovskaya I. Uwagi o nowych stanowiskach osadów interglacialnych na tle stratygrafii młodszego czwartorzędu południowego Podlasia // Przegląd Geologiczny. – 6. – 1997. – S. 629–633.

6. Ehlers J., Astakhov V., Gibbard P.L., Mangerud J., Svendsen J.I., Middle Pleistocene in Eurasia // Glaciations. Encyclopedia of Quaternary Science 12. Elsevier. – 2013. – P. 172–179.

7. Ehlers J., Gibbard P.L., Hughes P.D. Quaternary Glaciations – Extent and Chronology, a Closer Look. Developments in Quaternary Science 15. Elsevier, Amsterdam. – 2011.

8. Gozhik L., Lindner L., Marks L. Late Early and early Middle Pleistocene limits of Scandinavian glaciations in Poland and Ukraine // Quaternary International. – 271. – 2012. – P. 31–37. – <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2010.07.027>.

9. Karabanov A.K., Matveyev A.V. The Pleistocene glaciations in Belarus // Quaternary Glaciations – Extent and Chronology, a Closer Look. Developments in Quaternary Science 15. Elsevier, Amsterdam. – 2011. – P. 29–35.

10. Krupinski K.M. Stratygrafia pyłkowa i sukcesja roslinności interglacjalnego mazowieckiego w świetle badań osadów z Podlasia // Acta Geographica Lodziensia. – 70.– 1995.– S. 1–200.

11. Lindner L., Krupinski K.M., Nitychoruk J. Sytuacja geologiczna i florystyczna plejstoceńskich osadów organicznych w rejonie Ossówki (południowe Podlasie) // Przegląd Geologiczny. – 38 (11).– 1998.– S. 476–483.

12. Lindner L., Marks L. Early and Middle Pleistocene fluvial series in northern foreland of the Carpathians (Poland and Ukraine) and their relation to Dnistr River terraces // Quaternary International. – 357. – 2015. – P. 22–32. – <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2014.09.053>.

13. Maecka A., Rylova T., Woronko B., Rychel J., Hrychanik M., Marks L. Wycieczka I.– Stanowisko 1 – Rechitsa (Rzeczyca). Zapis zmian warunków klimatycznych w okresie od zlodowacenia Sanu 2 do zlodowacenia Odry, stadiału Warty na stanowisku Rechitsa (Białoruś) // Plejstocen południowej części pogranicza polsko-białoruskiego.– XXIII Konferencja Stratygrafia Plejstocenu Polski, Biała Podlaska. Brest, 5–9.09.2016. – S. 85–93.

14. Marks, L. Pleistocene glacial limits in Poland // Extent and Chronology, Developments in Quaternary Science. 2(1). Elsevier. – Amsterdam-Boston. – 2004a. – P. 295–300.

15. Marks L. Zasięg lądolodu zlodowacenia Warty w Polsce // Zlodowacenie Warty w Polsce. Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Sklodowskiej.– Lublin.– 2004b.– P. 27–35.

16. Marks L. Quaternary glaciations in Poland // Quaternary Glaciations – Extent and Chronology, a Closer Look. Developments in Quaternary Science 15. Elsevier, Amsterdam. – 2011.– P. 299–303.

17. Marks L., Ber A., Gogołek W., Piotrowska K. Geological Map of Poland 1:500,000. Państwowy Instytut Geologiczny. – Warszawa. – 2006.

18. Marks L., Karabanov A., Nitichoruk J., Bahdasarau M., Krzywicki T., Majecka A., Pochocka-Szwarc K., Rychel J., Woronko B., Zbucki Ł., Hradunova A., Hrychanik M., Mamchyk S., Rylova T., Nowacki Ł., Pielach M. Revised limit of the Saalian ice sheet in central Europe // Quaternary International. – 2016. – doi:10.1016/j.quaint.2016.07.043.

19. Marks L., Pavlovskaya I.E. The Holsteinian Interglacial river network of mid-eastern Poland and western Belarus // Boreas. – 32 (2).– 2003. – P. 337–346.

20. Marks L., Pavlovskaya I.E. Correlation of the Saalian glacial limits in eastern Poland and western Belarus // Quaternary International. – 149. – 2006.– C. 87–93.

21. Matoshko A.V. Limits of the Pleistocene glaciations in the Ukraine. A closer look // Quaternary Glaciations – Extent and Chronology, a Closer Look, Developments in Quaternary Science 15. Elsevier. – Amsterdam. – 2011. – P. 405–418.

22. Nitychoruk J. Climate reconstruction from stable-isotope composition of the Mazovian Interglacial (Holsteinian) lake sediments in eastern Poland // Acta Geologica Polonica. – 50. – 2000. – P. 247–294.

23. Nitychoruk J., Bińska K., Hoefs J., Ruppert H., Schneider J. Climate reconstruction for the Holsteinian Interglacial in eastern Poland and its comparison with isotopic data from Marine Isotope Stage 11 // Quaternary Science Reviews. – 24. – 2005. – P. 631–644.

24. Nitychoruk J., Bińska K., Ruppert H., Schneider J. Holsteinian Interglacial = Marine Isotope Stage 11? // Quaternary Science Reviews. – 25. – 2006. – P. 2678–2681.

25. Nitychoruk J., Gałażka D. Objasnenia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50,000, arkusz Biala Podlaska (568) // Centralne Archiwum Geologiczne Państwowego Instytutu Geologicznego. – Warszawa, 2006. – 43 pp.

26. Różycki S.Z. Traits principaux de la stratigraphie et de la paleomorphologie de la Pologne pendant le Quaternaire // Report of the 6th International Congress on Quaternary. – Warsaw, 1961, 1 – 1965. – P. 123–142.

# ЭМССКИЙ-ЭЙФЕЛЬСКИЙ ЭТАПЫ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ НА ЮГО-ВОСТОКЕ БЕЛАРУСИ И ИХ ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ И ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ

С.А. Кручек<sup>1</sup>, В.Ю. Обуховская<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Филиал «Институт геологии», e-mail: kruchek@geology.org.by;

<sup>2</sup>РУП «НПЦ по геологии», e-mail: Veronikaobukhovskaya@yandex.ru,

Минск, Беларусь

В эмсских–эйфельских отложениях юго-востока Беларуси впервые прослежены этапы осадконакопления и установлены их литологические и палеонтологические маркеры, которые являются индикаторами абиотических и биотических событий.

**Ключевые слова:** Беларусь; девон; эмс; эйфель; миоспоры; ихтиофауна; конодонты.

## THE EMSIAN AND EIFELIAN STAGES OF SEDIMENTATION ON SOUGTH EAST OF BELARUS AND THEIR LITHOLOGICAL AND PALAEONTOLOGICAL MARKERS

S.A. Kruchek<sup>1</sup>, V.Y. Obukhovskaya<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Branch «Institute of Geology», <sup>2</sup>RUE «RPC for Geology»,  
Minsk, Belarus

For the first time stages of sedimentation are determined in Emsian–Eifelian deposits of the South East of Belarus. Their lithological and paleontological markers which are indicators of abiotical and biotical events are distinguished.

**Keywords:** Belarus; Devonian; Emsian; Eifelian; miospores; ichtyofauna; conodonts.

Начало девонского осадконакопления на территории юго-восточной части Беларуси приурочено к позднеэмсскому времени раннего девона, когда на территорию Беларуси со стороны Московской синеклизы [8] распространилась морская трансгрессия. Наиболее прогнутая часть образовавшегося морского бассейна совпала с рифейским Волыно-Оршанским прогибом, на который наложились более поздние структуры – Жлобинская седловина, Бобруйский погребенный выступ и Северо-Припятское плечо, в пределах которых расположены типовые разрезы скважин, вскрывших отложения эмсского и эйфельского ярусов (Бердыж (ЖТ-1), Рогачевская 736, Бобруйская 40 и др.).

Начальному (позднеэмсскому) этапу девонского осадконакопления на исследуемой территории соответствует *витебский горизонт* (ритм), отложения которого трансгрессивно залегают на разновозрастных образованиях верхнего протерозоя. *Литологическими маркерами* этого ритма являются: базальный разнозернистый песчаник (репер обольских слоев), прослои светло-серых и кремовых, часто строматолитовых доломитов в середине ритма (репер лепельских слоев), характерный зеленый цвет глин, скопления мелких псевдооолитов и трещины усыхания преимущественно в верхней его части. Органические остатки здесь представлены беззамковыми брахиоподами (лингулами), остракодами и фрагментами ихтиофауны [7]. Условия осадконакопления позднеэмсского этапа, близкие к нормально-морским, отражает политаксонный состав акритарх, среди которых преобладают полигональные формы. *Палинологическим маркером* витебского горизонта (ритма) является: доминирование крупных миоспор родов *Dibolisporites*, *Apiculiretusispora* и *Retusotriletes*, продолжающих свое развитие в залегающих выше отложениях, появление крупных *Grandispora* и *Calyptosporites*, а также присутствие миоспор узкого диапазона стратиграфического распространения *Diaphanospora inassueta*, *D. imposta*, *Lanatisporites hispidus*, *Rhabdosporites mirus* [6].

Резкое обновление состава миоспор с последующим доминированием *Dibolisporites*, наряду с *Apiculiretusispora* и *Retusotriletes*, появление крупных *Calyptosporites* и *Grandispora*

наблюдается и на других территориях, в частности, на границе кемерского и резекненского горизонтов по данным В.Е. Ненастевой в Прибалтике [2], в ряжском горизонте Центральных районов Русской плиты [8], вблизи основания слоев Heisdorf в Германии [14], внутри формации Eida на севере Канады [11].

Таким образом, можно предполагать, что в позднем эмсе (или в начале кувена) в южной части Беларуси имело место значительное биотическое (возможно, Хотечское) событие, отмеченное перестройкой растительных палеоэкосистем, фиксируемое по палинофлоре.

Эйфельский трансгрессивно-регрессивный этап, последовавший после позднеэмской трансгрессии, возможно, с небольшим перерывом в осадконакоплении, объединяет четыре разновеликих ритма. Первым из них является небольшой по мощности ритм, соответствующий адовскому горизонту нижнеэйфельского подъяруса, для которого характерны литологические маркеры – прослои мелкозернистых песчаников, оолитовых доломитов, пропластки и тонкие прослойки темно-серых, обогащенных органическим веществом глин. В основании ряда разрезов ритма отмечаются брекчии и конгломераты, представленные обломками светло-серых витебских доломитов, сцементированных песчано-глинистой массой, свидетельствующих о размыве подстилающих отложений [1]. Присутствие крупных карбонатных оолитов, строматолитов и обилие органического вещества указывают на мелководные условия формирования этих отложений при теплом влажном климате. Палинологическим маркером адовского ритма является устойчивое появление крупных оболочек *Periplecotriletes tortus*, *Retusotriletes fragosus*, *Calyptosporites velatus*, миоспор морфона *Rhabdosporites langii*, при сохранении доминирования унаследованных представителей родов *Dibolisporites*, *Apiculoretusispora* и *Retusotriletes*, относящихся к лоне *Periplecotriletes tortus – Elenisporis biformis*.

Ритм, соответствующий освейскому горизонту нижнеэйфельского подъяруса, литологическими маркерами которого является широкое площадное распространение сульфатных и сульфатно-доломитовых пород в его нижней части, присутствием пестроцветных (яшмовидных) глин и мергелей – в верхней. Сульфатонакопление, маркирующее региональное (освейское) седimentологическое событие, отмечается практически на всей территории Восточно-Европейской платформы [9], характеризуя одновозрастные освейскому горизонту отложения дорогобужского (нижнеморсовского) горизонта в Центральных районах Русской плиты [8], вадъяского подгоризонта в Прибалтике [2]. В наиболее погруженных участках морского бассейна повышенной солености на севере Припятского прогиба и в Центральных районах Московской синеклизы в освейское время наряду с сульфатами формировались линзы каменной соли мощностью 40–70 м [3].

Городокский трансгрессивно-регрессивный ритм отвечает одноименному городокскому горизонту среднеэйфельского подъяруса, соответствующего средней части разреза эйфельского яруса на Жлобинской седловине и Северо-Припятском плече. Ритм состоит из трех литологических пачек. Из них литологическим, хорошо узнаваемым маркером, является средняя пачка светло-серых и серых пелитоморфных доломитов часто с характерным «муаровым» рисунком черного цвета, в которой встречаются местами оогонии харовых водорослей. Нижняя часть ритма представлена пачкой переслаивания серых опесчененных глин, мергелей, либо доломитов, иногда с тонкими прослойками алевролитов и песчаников. Завершает ритм верхняя – глинисто-мергельная пачка с мелкой красновато-бурых (яшмовидных) оттенков пятнистостью. Палинологическим маркером городокского ритма служит множественное появление в базальной части разреза миоспор родов *Ancyrospora* и *Hystricosporites* с длинными, иногда бифуркатными выростами, видов *Grandispora naumovae*, *Rhabdosporites facetus*, *R. langii* tip., и несколько выше по разрезу, уже в доломитовой пачке – *Densosporites devonicus*, *Cirratriradites monogrammos*, *C. punctomonogrammos*. Монотаксонный состав акритарх, представленных здесь тонкостенными лейосферами диаметром 30–50 мкм, свидетельствует об аномальных условиях в бассейне осадконакопления, вызванных, очевидно, повышенной соленостью вод. Лишь в верхней, глинисто-мергельной пачке ритма в ряде разрезов наблюдается появление мелкошиповатых *Gorgonisphaeridium* и реже – полигональных акритарх, типичных для нормально-морских условий.

На сопредельных территориях *палинологический маркер* начала городокского ритма прослеживается в основании клинцовского (верхнеморсовского) горизонта Центральных районов Русской плиты [8], и, по-видимому, в основании миоспоровой зоны *Densosporites devonicus – Grandispora naumovae*, установленной в верхней части слоев Nohn в Германии, и в формации Weatherall Bay на островах Арктической Канады [13].

Завершают эйфельский этап осадконакопления на исследуемой территории образования ритма, соответствующего *костюковичскому горизонту верхнеэйфельского подъяруса*, залегающие трансгрессивно, по-видимому, с кратковременным перерывом на отложениях городокского возраста. Ритм характеризуется трехчленным строением. В его основании существует достаточно четкий, небольшой мощности базальный пласт, сложенный разнозернистым песчаником, местами алевролитом. Выше залегает карбонатная пачка пород, являющаяся для отложений эйфельского яруса среднего девона Беларуси *литологическим маркером* при корреляции разрезов. Она сложена темно-серыми глинистыми и доломитизированными известняками с реликтами раковин замковых брахиопод, гастропод, остракод, остатками конодонтов и ихтиофауны, как следствие того, что на данную территорию в костюковичское время впервые в эйфельский век проникло море с нормальной соленостью вод [4]. Не менее четким *литологическим репером* является также залегающая в кровле ритма пачка тонкослоистых глин, прослоями алевритистых и карбонатных. Первичная окраска глин, сохранившаяся в отдельных прослоях, темно-серая до черной, вторичная – шоколадно-коричневая, оливково-зеленая и буровато-вишневая. *Палинологическим маркером* костюковичского ритма является максимум в развитии вида *Rhabdosporites langii* и появление целого ряда видов, продолжающих свое существование в залегающих выше отложениях полоцкого горизонта живетского яруса. К таким видам относятся: *Grandispora inculta*, *Retispora archaeolepidophyta*, *Chelinospora ligurata*, *Verrucosporites premnus*, *Chelinospora timanica*, *Samarisporites tozeri* и др. Нормально-морские условия осадконакопления обусловили присутствие здесь политаксонных комплексов акритарх [5].

Отложения, одновозрастные костюковичскому горизонту, широко распространены за пределами Беларуси. На Восточно-Европейской платформе к ним относятся, в первую очередь, образования черноярского горизонта Центральных районов Русской плиты [8] и кярнавского горизонта Прибалтики [2]. В отложениях этих горизонтов также определен реперный комплекс миоспор с максимальным присутствием *R. langii*.

Миоспоровые ассоциации, близкие комплексу спор костюковичского горизонта Беларуси, установлены также в среднем девоне Западной Европы и Арктической Канады в отложениях, относимых к миоспоровой зоне *Densosporites devonicus – Grandispora naumovae* [13]. В Шотландии этой части разреза соответствуют слои Achanarras, сопоставимые как по миоспорам, так и по ихтиофауне с кярнавским горизонтом Прибалтики [13]. Выше слоев Achanarras, сформировавшихся в условиях расширения морской трансгрессии, установлено глобальное аноксическое событие Кацак [10]. Это биотическое событие, наблюдаемое в различных регионах Западной Европы, характеризуется значительным вымиранием морской биоты, в том числе и ихтиофауны, вследствие резкого изменения климата, приведшего к инсоляционному максимуму. В типовых разрезах эйфельского и живетского ярусов в Марокко этот событийный уровень определяется вблизи границы эйфеля и живета при переходе от конодонтов *P. pseudofoliatus* к конодонтам *P. hemiansatus* [15]. На территории Беларуси, в том числе Жлобинской седловины и Северо-Припятского плеча, биотическому событию Кацак, вероятно, соответствует локальное седimentологическое событие – предполоцкий перерыв в осадконакоплении, маркирующий границу между костюковичским и полоцким горизонтами и, соответственно, между эйфельским и живетским ярусами. По уточненным данным, основанным на изучении конодонтов [12], событие Кацак соответствует нижней части костюковичского горизонта.

## Список литературы

1. Абухоўская Т.Г. Занальннае расчляненне сярэднедэвонскіх адкладаў Усходняй Беларусі па міяспорах // Літасфера. – 1999, № 10-11. – С. 76–86.
2. Девон и карбон Прибалтики / В.С. Сорокин, Л.А. Лярская, Л.С. Савваітова и др. – Рига: Зінатне, 1981. – 502 с.
3. Девонские соленоносные формации Припятского прогиба / Р.Г. Гарецкий, В.З. Кислик, Э.А. Высоцкий и др. – Минск: Наука и техника, 1982. – 208 с.
4. Кручек, С.А. О конодонтах среднего девона Белоруссии // Проблемы региональной геологии Белоруссии. – Минск: БелНИГРИ, 1974. – С. 118-125.
5. Обуховская В.Ю. Палинофации костюковичского горизонта верхнего эйфеля Беларуси // Палеоэкология и современное состояние геологической среды Беларуси. – Минск: БелНИГРИ, 1998. – С. 5–10.
6. Обуховская В.Ю. Палинологическая характеристика витебского горизонта // Стратиграфия и палеонтология геологических формаций Беларуси: матер. межд. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. А.В. Фурсенко (30-31 янв. 2003 г., г. Минск). – Мн.: Ин-т геол. наук НАН Беларуси, 2003. – С. 232–238.
7. Плакс Д. П. О девонской ихтиофауне Беларуси // Літасфера. – 2008 – №2 (29). – С. 66–92.
8. Родионова Г.Д., Умнова В.Т., Кононова Л.И. и др. Девон Воронежской антеклизы и Московской синеклизы. – М.: Изд-во Воронеж. ун-та, 1995. – 265 с.
9. Тихомиров С.В. Этапы осадконакопления девона Русской платформы. – М.: Недра, 1967. – 267 с.
10. DeSantis, M. & Brett, C.E. Late Eifelian (Middle Devonian) biocrises: Timing and signature of the pre-Kačák Bakoven and Stony Hollow Events in eastern North America // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. – 2011. – Vol. 304. – P. 113–135.
11. McGregor D.C., Uyeno T.T. Devonian Spores and Conodonts of Melville and Bathurst Islands, Districts of Franklin // Geol. Surv. Can. – 1973. – P. 71–73.
12. Narkiewicz K., Narkiewicz M., Kruchek S. and Belka Z. Middle Devonian Kačák Event in a shallow-marine epicontinental basin of Belarus (East European craton). – Abstract, 34<sup>th</sup> Int. Geol. Congress, 5–10 Aug. 2012, Brisbane, Australia. – 2012. Proceedings: 3260.
13. Richardson J.B., McGregor D.C. Silurian and Devonian spore zones of the Old Red Sandstone and adjacent regions // Bull. Geol. Surv. Canada. – 1986. – 364 p.
14. Riegel W. Sporeformen aus den Heisdorf, Lauch – und Nohn Schichten (Emsian und Eifelium) der Eifel, Rheinland // Palaeontographica. – 1973. – Abt. B. V. 142. – P. 78–104.
15. Turnau E., Narkiewicz K. Biostratigraphical correlation of spore and conodont zonations within Givetian and ?Frasnian of the Lublin area (SE Poland) // Rev. of Palaeobotany and Palynology. – 2011. – V. 164. – P. 30–38.

# ЭКСГАЛЯЦИОННО-ОСАДОЧНЫЙ ГАЛОГЕНЕЗ В ПРИПЯТСКОМ ПАЛЕОРИФТЕ

А.В. Кудельский

Институт природопользования НАН Беларуси,  
г. Минск, Беларусь, e-mail: kudelsky@nature.basnet.by

Впервые по-новому рассматривается проблема галогенеза в Припятском внутриконтинентальном палеорифте. Установлены, по меньшей мере, три периода существования в его пределах аридного климата и эвапоритовых бассейнов сгущения морской воды. Однако ни в одном из них концентрирование воды не достигало степени сгущения, при которой начинается выпадение каменной соли. Интенсивный галогенез и формирование мощных солевых толщ имели место на ранней ( $D_3^1 lv - D_3^2 dm$ ) и зрелой ( $D_3^2 lb - D_3^2 or$ ) стадиях развития рифтового грабена и эксплозивного вулканизма в его пределах, что свидетельствует о тесной генетической взаимосвязи между этими двумя явлениями.

**Ключевые слова:** экскальационно-седиментационное соленакопление; мощные солевые толщи; эксплозивный вулканизм.

## EXHALATION AND SEDIMENTARY HALOGENESIS IN THE PRIPIYAT PALEORIFT

A.V. Kudelsky

Institute for Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus,  
Minsk, Belarus

The problem of halogenesis in the Pripyat intercontinental paleorift is considered for the first time in a new fashion. At least three periods of the existence of arid climate and the evaporate basins of seawater condensation within paleorift boundaries have been established. However, in none of them the concentration of water reached the degree of salinity at which the precipitation of rock salt begins. The intensive halogenesis and accumulation of thick salt formations took place at early ( $D_3^1 lv - D_3^2 dm$ ) and mature ( $D_3^2 lb - D_3^2 or$ ) stages of development of the rift graben and explosive volcanism within it; this testifies to a close genetic relationship between these two phenomena.

**Keywords:** exhalation-sedimentation salt accumulation; thick salt formations; explosive volcanism.

**Введение.** В соответствии с методологией геологопоисковых и геологоразведочных работ, их завершающим звеном практически всегда является разработка теории или же хотя бы открытой для дальнейшего уточнения геологической концепции генезиса полезного ископаемого. Наличие подобной разработки позволяет оперативно решать многочисленные вопросы эксплуатации полезного ископаемого: от изменения его качества, глубин залегания, продуктивных горизонтов, добывающих технологий и истощения ресурсов вплоть до принятия решений о сворачивании работ на месторождении и поисков нового источника (месторождения) полезного ископаемого. Практикой почти семидесятилетней эксплуатации каменной и калийных солей все эти вопросы, вопросы генезиса мощных солевых толщ Припятского соленосного бассейна в настоящее время поставлены и перед геологической службой Республики Беларусь.

Припятский осадочный нефте- и соленосный бассейн связан с одноименным грабенообразным прогибом – одним из крупных тектонических элементов Припятско-Донецкого авлакогена, входящего в систему Сарматско-Туранского линеамента земной коры в пределах юго-запада Русской плиты Восточно-Европейской платформы.

Формирование Припятского континентального рифта обусловлено позднедевонско-среднекаменноугольным (герцинским) рифтогенезом в пределах докембрийской платформы.

Специфической особенностью тектоники Припятского палеорифта является его угловой излом относительно Днепровского грабена, который по системе северных краевых разломов составляет  $15-17^\circ$ , а по системе южных разломов – порядка  $35^\circ$ . Вследствие вращения крупных блоков фундамента обе структуры (Припятская и Днепровская) в плане представляют собой клинообразные раздвинги с углом раскрытия в Припятском прогибе около  $20^\circ$  [1].

Главной фазе рифтогенеза соответствовали максимальные растягивающие напряжения, которые совпадали со временем активного вулканизма и накопления галогенных формаций. Галогенез и активная вулканическая деятельность проявились пульсационно, неоднократно прерываясь нормально-морским сульфатно-глинисто-карбонатным и терригенным осадконакоплением.

В главную фазу рифтогенеза образовалась верхнефранская (евлановско-ливенская) галогенная галитовая формация (мощностью до 1140 м), а также среднефаменская галогенная калиеносно-галитовая (мощностью до 1500 м, в диапирах – до 3250 м) формация и сопряженная с ними щелочно-ультраосновная – щелочно-базальтоидная формация.

Подстилающая нижнюю соленосную субформацию «подсолевая толща» мощностью до 1000 м и более представлена несолевыми доливенскими образованиями верхнего протерозоя, среднего девона и большей части франских отложений. Разделяющая обе соленосные субформации «межсолевая толща» мощностью до и свыше 1000 м сложена несолевыми отложениями нижнего фамена, а «надсолевая толща» представлена осадочными образованиями от верхнего фамена до антропогена. Все без исключения несолевые породы Припятского прогиба сформированы в нормально-морских мелководных условиях.

**Происхождение солевых толщ.** В соответствии с современной классификацией солеродных бассейнов [6; 7; 8 и др.] известны три типа галогенеза: эвaporитового, экскалиционно-осадочного и десцендентно-эвапоритового.

**Мелководный эвапоритовый галогенез.** Процесс выпадения солей из морской воды в отшнурованных от океана прибрежных испарительных (эвапоритовых) бассейнах аридных и semiаридных климатических зон человечеству был известен и широко использовался для добычи поваренной соли с незапамятных времен.

Было установлено, что эвапоритовые бассейны галогенеза размещаются в зонах аридного климата и, как правило, в тектонически стабильных регионах, ограничивающих до 40–50 м мощности соленакопления; что осадочные образования эвапоритовых бассейнов всегда полиминеральны [2] и им свойственны, как правило, четко выраженные слоистость и сезонные перерывы в осадконакоплении, а также многочисленные органические остатки, в т.ч. водно-рассольных гидробионтов.

На территории современной Беларуси аридные климатические условия и связанные с ними эвапоритовые бассейны имели широкое распространение, о чем свидетельствуют регионально выдержаные среднедевонские (эйфель) витебско-наровские гипсоносные толщи, а также месторождение гипса [5], сформированное в пределах Бриневского горста на западе центральной внутренней зоны Припятского палеорифта. Литогеохимическим анализом выявлено еще два продолжительных периода существования аридного климата: позднедевонский елецко-ливенско-домановичский и средне-позднефаменский лебедянско-оресский. Однако ни в одном из них не обнаружены бассейны испарительного концентрирования воды до стадии выпадения галита (более 275 г/кг).

**Эксгалиционно-осадочный глубоководный галогенез в бассейне Припятского внутриконтинентального рифта.** Понятийное содержание выражения «эксгалиционно-осадочный галогенез» означает процесс осаждения во внутриконтинентально-рифтовом водном бассейне солевых концентратов, выпадающих из верхнемантайно-нижнекоровых высокотемпературных (до 400–500 °C) и высокоминерализованных высоконапорных флюидогазогидротерм в результате резкого снижения давлений, температур и, как следствие, их газосодержания до нормально-морских внутририфтового бассейна.

Вопрос о механизмах, динамике и фазовом состоянии солей, так или иначе передвигающихся по профилю «верхняя мантия – внутририфтовый водный бассейн» до настоящего времени специально не обсуждался, хотя известно несколько точек зрения на этот счет: в виде сверхкрепких рассолов; соль и вулканические породы – это практически синхронно проявляющиеся продукты дифференциации мантийного вещества в зонах растяжения [15; 16]; дно современных рифтовых бассейнов представляет собой «сито», через которое поступает эндогенное вещество не только в виде литогенных продуктов вулканизма [12], но и в виде

гидrogазотермального (флюидного) выноса верхнемантийно-нижнекорового вещества и тепловой энергии [13] в процессе вулкано-плутонической деятельности...

Начало активного вулканизма в Припятском континентальном рифте датируется 360–380 миллионами лет назад [3]. В последующем развитие рифта сопровождалось интенсивным вулканизмом в течение примерно 20 млн лет, что привело к формированию большей части его осадочной толщи за счет продуктов соленосных верхнемантийно-нижнекоровых экскаваций.

По данным В.П. Корзуна [9; 10], наиболее мощная верхнедевонская вулканическая деятельность в Припятском прогибе протекала в евлановско-ливенское и лебедянско-данковское время. Начало позднефранского (евлановского) этапа вулканической деятельности и начало этапа мощного соленакопления в Припятском прогибе совпадают. Завершение позднефранского вулканизма и позднефранского соленакопления также произошло практически одновременно.

Общая характеристика верхнедевонских вулканитов хорошо просматривается [9] в разрезе Борщевской площади в северо-восточной части прогиба, где под верхней соленосной толщей залегает мощный (свыше 1500 м) комплекс вулканогенных, вулканогенно-осадочных и нормально-осадочных пород. В строении комплекса участвуют две вулканогенно-осадочные толщи – нижняя (2720–3483 м, мощность 763 м), сложенная вулканическими туфами и туфобрекциями с прослоями эфузивных пород, и верхняя (2050–2460 м, мощность 410 м), также сложенная вулканическими туфами и туфобрекциями с маломощными прослойями эфузивов.

Обе вулканогенно-осадочные толщи представлены набором близких по петрографическому составу пород. В верхней толще преобладают туфы альбитизированных трахитов – кератофиров, а в нижней туфы смешанного состава – альбитизированных трахитов и сильно хлоритизированных пород спилитового облика, которые В.П. Корзуном [9] отнесены к кератоспилитам. Структура спилита сформирована узкими длинными лейстами альбитизированного плагиоклаза, промежутки между которыми заполнены хлоритом в ассоциации с кремнистыми радиоляриевыми образованиями.

Для пород спилито-кератофировой формации характерно резко повышенное содержание суммы щелочей (в среднем 11,6 %) при относительно высоком содержании  $K_2O$  (в среднем 5,3 %). По мнению В.П. Корзуна, породы спилито-кератофировой формации района Борщевки «могли сформироваться лишь при наличии... в данном районе глубоких разломов, достигающих очагов магмы в симатическом или сиалическом слое земной коры...» (с. 76).

Показательно, что весь комплекс вулкано-плутонических образований на северо-востоке Припятского прогиба сформировался в задонско-елецкое время, когда на всей остальной территории прогиба происходило нормально-морское осадконакопление и формирование межсолевой терригенно-карбонатной формации общей мощностью до 1000 м с парагенезом ангидритов, доломитов, известняков, мергелей, глин, песчаников и алевролитов. Отложения содержат обильную ископаемую фауну брахиопод, пелеципод, гастропод, криноидей, фораминифер, радиолярий, остракод, конодонтов, червей, скелеты рыб.

Таким образом, в Припятском прогибе в различных геолого-структурных условиях независимо, и часто одновременно, формировались как соленосные, так и сульфатно-карбонатно-терригенные бессолевые отложения. При этом в глубоких частях бассейна имел место глубинный галогенез, а на палеоподнятиях и их склонах – нормально морской седиментогенез без каменной соли. Постепенно, по мере заполнения каменной солью палеодепрессий, галогенными образованиями охватываются и гипсометрические выступы, где свойственная им морская сульфатно-карбонатно-терригенная седиментация «сменяется» глубинным соленакоплением.

Лебедянское соленакопление – пример подобного перекомпенсированного глубинно-солевого осадкообразования, обусловленного многими факторами: расчлененностью дна бассейна, высокой интенсивностью дифференцированных тектонических движений и столь

же интенсивной разгрузкой верхнемантийно-нижнекоровых, преимущественно хлоридно-натриевых высоконапорных газоводных геофлюидов высокой плотности и температур.

Несомненно, что на этапе активного рифтогенеза тепловое состояние Припятского прогиба характеризовалось очень плотными тепловыми потоками, высокими температурами осадочного чехла и связанной с ним подземной гидросферы, формировавшихся по типу современных активных внутриконтинентальных и срединно-океанических рифтовых систем. В соответствии с этим вполне вероятным сценарием, представляют интерес состав и температура современных внутририфтовых экскальяций.

В сублиматах современных вулканических фумарол устанавливается следующий ряд концентраций:  $\text{Cl} > \text{NH}_4 > \text{Na} - \text{K} > \text{Ca} - \text{Mg}$ . Высочайшие концентрации Cl (в виде HCl) установлены в конденсатах геофлюидов андезитовых вулканов Камчатки, Гватемалы (от первых граммов до 26 г/л) и мексиканского вулкана Парикутин (до 84 % по объему). Содержание хлора в экскальяциях действующего вулкана Килауэа (Гаваи) при температуре 328 °C достигает 69 г/л [17]. При этом несомненно, что экскальационное формирование соленосных толщ внутририфтовых бассейнов возможно только при условии высочайшей плотности экскальяций по  $\text{NaCl}$ , выпадению из которых обязана своим существованием каменная соль палеорифтов. Показателен в этом отношении средний химический состав верхнефранской каменной соли Припятского прогиба (%):  $\text{KCl}$  0,02–0,04;  $\text{NaCl}$  93,03–98,80;  $\text{MgCl}_2$  0,02–0,05;  $\text{CaSO}_4$  0,75–1,66;  $\text{CaCl}_2$  0,01–0,03; нерастворимый остаток 0,40–5,15; Br 0,0121–0,059 [4]. Химический состав сильвинитов той же верхнефранской соленосной формации представлен (%):  $\text{KCl}$  32,90–60,79;  $\text{NaCl}$  31,17–55,46;  $\text{MgCl}_2$  0,03–0,06;  $\text{CaCl}_2$  – не обнаружено;  $\text{CaSO}_4$  0,42–2,73; нерастворимый остаток 1,12–8,08; Br 0,0286–0,0358.

Об очень высокой плотности соленосных экскальяций, сформировавших соленосные толщи Припятского прогиба, свидетельствует и высочайшая минерализация (500–750 г/л) растворов включений (без учета  $\text{NaCl}$ ) в галите Петриковского месторождения и в белом сильвине из гнезд Старобинского месторождения [4]. Уместно при этом отметить, что и высочайшие для прогиба концентрации Br, изоморфно входящего в решетку калийных минералов, установлены в калийных рудах Петриковского месторождения (0,027–0,290 %, в среднем 0,110–0,170 %),

Температура срединно-океанических гидротерм, в т. ч. и черных курильщиков Восточно-Тихоокеанского поднятия достигает 350–400 °C и, судя по результатам изотопных исследований, может достигать 550 °C [18].

Вертикальное движение снизу вверх подобных высокоминерализованных (до 500–750 г/л), высокотемпературных (до 350–550 °C) и высоконапорных (по-видимому, до сверхгеостатических давлений) соленосных экскальяций (геофлюидов) и их разгрузка вследствие снижения температур и давлений резко повысило температуру осадочного чехла прогиба до 280 °C и выше [11], а также температуру вод внутририфтового бассейна до уровней 80–90 °C [14], вполне благоприятных для выпадения в осадок каменной и калийных солей.

В районах распространения вулканогенно-осадочных пород Припятского прогиба глубинные экскальяции обеспечили также отмеченную В.П. Корзуном [9] скаполитизацию вулканитов – одно из проявлений высокотемпературного метаморфизма с участием соле- и водногазовых растворов с высокой соляной нагрузкой глубинно-эндогенного происхождения.

Если наши данные о чрезвычайно высокой минерализации глубинных экскальяций (до 500–750 г/л) соответствуют палеоусловиям главной фазы рифтогенеза, то в связи с этим следует признать, что вещественный состав внутририфтовых экскальяций почти на 75 % был представлен флюиднофазовым расплавом  $\text{NaCl}$  и калийных солей и только 25 % их объема составляли лиофильные Ca, Mg и другие легко летучие элементы и соединения, а также ионные ассоциации сверхкритической воды, водород,  $\text{CO}_2$  и другие газы.

**Заключение.** Таким образом, установлен экскальационно-осадочный генезис мощных соленосных толщ Припятского внутриконтинентального палеорифта. Помимо вышеизложенных данных об их глубинном верхнемантийно-нижнекоровом происхождении свидетельствует также изотопный состав защемленных в солях газов. Источниками калиевых раз-

новидностей солей Старобинского и Петриковского месторождений, а также пород спилито-кератофировой формации представляются магматические камеры, расположенные на глубинах от 100–120 (В.Н. Ларин) до 400 км [10].

### Список литературы

1. Айзберг Р.Е., Старчик Т.А. Синрифтовая геодинамика Припятского прогиба. – Минск: Беларуская навука, 2013. – 146 с.
2. Баталин Ю.В., Станкевич Е.Ф. Континентальные соленосные отложения и условия их формирования // Проблемы соленакопления. Т. 1. – Новосибирск: Наука, 1977. – С. 34–49.
3. Гавриш В.К., Рябчун Л.И. О связи рифтообразования и вулканализма // Вулканализм и рудные формации Днепровско-Донецкой впадины и Донбасса. – Киев: Навукова думка, 1997. – С. 23–34.
4. Девонские соленосные формации Припятского прогиба / ред. Р.Г. Гарецкий. – Минск: Наука и техника, 1982. – 208 с.
5. Гарецкий Р.Г., Высоцкий Э.А. Соленосные формации Беларуси // Геология и освоение ресурсов галогенных формаций : матер. Междунар. конф. «Проблемы формирования и комплексного освоения месторождений солей». – Пермь: Горный институт, 2001. – С. 107–114.
6. Гемп С.Д. К вопросу формирования соленосных отложений Днепровско-Донецкой впадины // Изв. АН СССР, сер. геол. 1979. – № 9. – С. 124–140.
7. Гемп С.Д. О возможных причинах развития хлоридного галогенеза // Общие проблемы галогенеза. – М.: Наука, 1985. – С. 48–59.
8. Джиноридзе Н.М. Миоценовые солеродные бассейны Карпато-Средиземноморской провинции и проблемы галогенеза : автореф. дис. ... д-ра геол.-минер. наук. – Л., 1983.
9. Корзун В.П. О верхнедевонских вулканогенных образованиях района Борщевки // Матер. первой научной конф. молодых геологов Белоруссии. – Минск: Наука и техника, 1965. – С. 74–76.
10. Корзун В.П., Махнach А.С. Верхнедевонская щелочная вулканогенная формация Припятской впадины. – Минск: Наука и техника, 1977. – 162 с.
11. Кудельский А.В., Лукашев К.И.. Образование и миграция нефти (термобарические аспекты). – Минск: Вышайшая школа, 1974. – 134 с.
12. Лисицын А.П. Процессы океанической седиментации. Литология и геохимия. – М.: Наука, 1978. – 392 с.
13. Лукин А.Е. Литолого-динамические факторы нефтегазонакопления в авлакогенных бассейнах. – Киев: Навукова думка, 1997. – 224 с.
14. Петриченко, О.И. Физико-химические условия древнего соленакопления и эпигенез галогенных осадков : автореф. дис. ... д-ра геол.-минер. наук. – Новосибирск, 1982.
15. Созанский В.И. Геология и генезис соленосных образований. – Киев: Навукова думка, 1973. – 200 с.
16. Созанский В.И. Соленакопление в свете идей новой глобальной тектоники // Проблемы соленакопления. Т. 1. – Новосибирск: Наука, 1977. – С. 52–57.
17. Уайт Д.Е., Уоринг Г.А. Вулканические эманации // Геохимия современных поствулканических процессов. – М.: Мир, 1965. – С. 9–48.
18. Merlivat L., Pineau E., Javey M. Hydrothermal vents waters at 13°N on the East Pacific Rise: isotopic composition and gas concentration // Earth and Planetary Sci. Lett. – 1987. – Vol. № 1. – P. 100–108.

# ГЛАУКОНИТСОДЕРЖАЩИЕ ПОРОДЫ ПОИСКОВОГО УЧАСТКА ПИНСКИЙ (БЕЛАРУСЬ)

О.Ф. Кузьменкова<sup>1</sup>, Г.Д. Стрельцова<sup>1</sup>, Т.М. Миненкова<sup>1</sup>, Г.А. Лаппо<sup>1</sup>,  
Г.Б. Качанко<sup>1</sup>, А.Г. Лаптевич<sup>1</sup>, В.Г. Лугин<sup>2</sup>, С.С. Манкевич<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Государственное предприятие «НПЦ по геологии»,

<sup>2</sup> Белорусский государственный технологический университет,

г. Минск, Беларусь, e-mail: kuzmenkovaof@mail.ru

*Рассмотрена геологическая позиция, вещественный состав и технологические показатели обогащения вскрытых глауконитсодержащих пород палеогена Пинского поискового участка на вендские базальты и базальтовые туфы. Глауконитсодержащие породы рассматриваются как потенциальное попутное сырье и рекомендуются к изучению возможности их использования в качестве бесхлорного калийного удобрения и мелиоранта.*

**Ключевые слова:** глауконит; палеоген; концентрат; Полесская седловина; Беларусь.

## GLAUCONITE CONTAINING ROCKS OF PINSK SEARCH AREA (BELARUS)

О.Ф. Кузьменкова<sup>1</sup>, Г.Д. Стрельцова<sup>1</sup>, Т.М. Миненкова<sup>1</sup>, Г.А. Лаппо<sup>1</sup>,  
Г.Б. Качанко<sup>1</sup>, А.Г. Лаптевич<sup>1</sup>, В.Г. Лугин<sup>2</sup>, С.С. Манкевич<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Republican Unitary Enterprise "Research and Production Centre for Geology",

<sup>2</sup>Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus

*The geological position, material composition and technological indicators of the enrichment of the overburden glauconite-bearing rocks of the Paleogene of Pinsk search area for Vendian basalts and basalt tuffs are considered. Glauconite-bearing rocks are considered as a potential feedstock and recommended to study for the possibility of their use as a chlorine free potassium fertilizer and ameliorant.*

**Key words:** glauconite; Paleogene; concentrate; Poless Saddle; Belarus.

Глауконитсодержащие породы (пески, алевриты) регионально распространены на юге Беларуси в верхнепалеогеновой части кайнозойского разреза и имеют реальные перспективы использования в промышленном производстве республики. Белорусские геологи на протяжении многих лет изучали закономерности распространения глауконитсодержащих пород, вещественный состав и способы обогащения, сорбционные способности глауконитового концентрата относительно радионуклидов Cs-137, Sr-90 и тяжелых металлов, возможностей использования в производстве пигментов, силикатных изделий, красок и строительных материалов [2–5]. Области применения глауконита определяются его высокой сорбционной способностью и способностью к окрашиванию (сельское хозяйство, строительство, водоснабжение и др.)[6].

Авторами изучены вскрытые глауконитсодержащие мелководноморские отложения нерасчлененных киевского и харьковского горизонтов  $P_2^2kv - P_2^3 - P_3^1hr$  Пинского поискового участка на вендские базальты и базальтовые туфы (д. Новый двор Пинского района Брестской области), которые рассматриваются как потенциальное попутное сырье. Участок расположен в центральной части Полесской седловины. Породы палеогена залегают на глубине 19,0–25,0 м (в центральной части), погружаясь до 27,7 м (в южной части) и до 35–42,0 м (в северной части). Мощность отложений варьирует в пределах 14,8–37,0 м, что обусловлено последующим размывом этих отложений. В разрезе отложений выделено три литологические пачки.

Верхняя (третья) пачка ( $P_2^3 - P_3^1hr?$ ) алевритов глауконит-кварцевых слабослюдистых зеленовато-серого цвета имеет мощность 4,3–16,0 м и состоит из двух подпачек. Верхняя подпачка мощностью 0–15,0 м сложена алевритами, часто песчанистыми (до 2–5 % крупнопесчаных кварцевых зерен). В основании пачки в алевритах отмечены единичные угловато-окатанные галька и валуны кварцитов уплощенной формы размером 5–10 см

розовато-коричневого, тёмно-серого и чёрного цвета. Нижняя подпачка мощностью 3,0–12,7 м сложена алевритами, в подошве пачки содержащими единичные гальку и валуны черных кварцитов и жильного кварца размером более 10 см с редкими зёренами сульфидов.

Средняя (вторая) пачка ( $P_2^2kv?$ ) зеленовато-серых глауконитсодержащих кварцевых песков крупно-среднезернистых, мелкозернистых, иногда с прослоем песков алевритистых, имеет мощность 6,9–15,0 м.

Нижняя (первая) пачка ( $P_2^2kv?$ ) мощностью до 7,3 м присутствует только в центральной части участка. Алевролиты и песчаники мелко-тонкозернистые глауконит-кварцевые слюдистые серо-зеленого, желтовато- и голубовато-зеленовато-серого цвета, нередко содержат органогенный дегрит. Породы слабо-, либо крепкосцементированные неяснослоистые, массивные, на сидеритовом цементе. Породы могут содержать включения гравия белого кварца (до 2–3 % от объема породы) и незначительное количество черных фосфатных зерен размером 1–1,5 мм.

Вещественный состав и технологические показатели обогащения глауконитсодержащих пород были изучены в разрезе скважины Баз 1 методом минералогического анализа в филиале «Институт геологии» и методом рентгеноструктурного анализа (ДРОН-3.0, Си-излучение, графитовый монохроматор) в филиале «Центральная лаборатория». Химический состав пород изучен методом микрозондового анализа (сканирующий электронный микроскоп JEOL JSM-5610 LV с системой электронно-зондового химического анализа JED-2201) в Центре физико-химических методов исследования Белорусского государственного технологического университета.

*Верхняя (третья) пачка* (глубина 22,3–38,2 м, мощность 15,9 м) (пробы 1–4). В составе алевритов преобладают минеральные зерна размером < 0,16 мм (71,90–85,58 масс. %). Состав пород преимущественно кварцевый (84,04–96,16 масс. %). Зерна кварца белые, бесцветные, окатанной и угловато-окатанной формы, со стеклянным блеском. Часто встречаются сростки кварца со смектитами, слюдой и глауконитом. Содержание сростков в породах верхней подпачки (22,3–32,4 м, мощность 10,1 м, пробы 1–3) невысокое (0,25–7,05 масс. %), в породах нижней подпачки – 31,63 масс. % (32,4–38,2 м, мощность 5,8 м, проба 4). Содержание полевых шпатов достигает 6,35 масс. %; они представлены угловато-окатанными зернами белого, светло-коричневого цвета со стеклянным блеском. В небольшом количестве (0,07–3,19 масс. %) в породах присутствует слюда типа мусковита серебристо-белого цвета, в мелких чешуйках бесцветная с перламутровым блеском. По данным рентгенофазового анализа в породах установлена гидрослюдя, в алевритах верхней подпачки иногда присутствует каолинит.

Содержание глауконита в алевритах верхней подпачки составляет 0,78–2,58 масс. %, в алевритах нижней подпачки – 9,91 масс. %. Основная масса глауконита содержится во фракции < 0,16 мм, незначительно – во фракции 0,25–0,16 мм. Глауконит представлен зернами различных оттенков зеленого цвета с матовым или жирным блеском, округлой и неправильной формы, с шероховатой и ямчатой поверхностью. В алевритах нижней подпачки глауконит присутствует также в сростках с кварцем и смектитами. Более высокое содержание глауконита в алевритах нижней подпачки подтверждается более высокими содержаниями  $Fe_2O_3$  (7,59–7,71 масс. %) и  $K_2O$  (3,07–3,10 масс. %), чем в породах верхней подпачки с меньшими концентрациями  $Fe_2O_3$  (3,15–3,94 масс. %) и  $K_2O$  (1,33–1,90 масс. %).

*Средняя (вторая) пачка* (глубина 38,2–50,6 м, мощность 12,4 м) сложена песками среднезернистыми с преобладающим размером зерен фракции 0,4–0,25 мм (45,24–56,67 масс. %) (пробы 5 и 7). Прослой песков алевритистых мощностью 6,0 м (42,3–48,3 м) (проба 6) содержит 45,28 масс. % зерен фракции < 0,16 мм, 37,47 масс. % фракции 0,25–0,16 мм и 15,61 масс. % – фракции 0,4–0,25 мм. Породы на 96,27–98,23 масс. % состоят из кварца, сростков кварца со смектитами, слюдой и глауконитом (до 2,57 масс. %) с незначительной примесью полевого шпата (до 0,31 масс. %). Зерна кварца бесцветные, молочно-белые, иногда розового, зеленоватого, дымчатого оттенков; окатанной и угловато-

окатанной формы, блеск стеклянный. Глауконит содержится в зернах окружной, неправильной формы с матовым блеском и имеет более темный зеленый цвет относительно глауконита из алевритов вышележащей пачки. Содержание глауконита в породах невелико: от единичных зерен до 1,35 масс. %, что отражено в низких содержаниях  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (1,47–2,66 %) и  $\text{K}_2\text{O}$  (0,51–1,52 %). Глауконит содержится в основном во фракции < 0,16 мм, частично – во фракциях 0,25–0,16 мм и 0,4–0,25 мм.

*Нижняя (первая) пачка* (глубина 50,6–53,7 м, мощность 3,1 м). В алевролитах (пробы 8 и 9) преобладает фракция < 0,16 мм (57,58–62,93 масс. %); фракции 0,4–0,25 мм содержатся в количестве 20,37–30,71 масс. %, 0,25–0,16 мм – 11,52–16,29 масс. %. В составе алевролитов доминирует кварц (39,50–49,29 масс. %) и сростки кварца со смектитами, слюдой, глауконитом, сидеритом (25,38–28,69 масс. %). Минеральные сростки имеют неправильную, редко окружную форму, зеленовато-серую окраску. Для сростков, в которых присутствует сидерит, характерна коричневато-серая окраска.

Сидерит в количестве 14,16 масс. % установлен в 9 пробе в нижней части пачки (52,0–53,6 м); здесь же в незначительном количестве фиксируется пирит. Сидерит совместно со смектитами образует глобулярные образования размером 0,07–0,1 мм и цементирует обломочные зерна алевролитов. Глобулы сидерита светло-коричневого, коричнево-желтого цвета, с тусклым блеском. Форма глобул неправильная, окружная; при значительном увеличении ( $\times 100$ –500) различимы ромбоэдрические кристаллы с совершенной спайностью. Присутствие сидерита подтверждено результатами рентгенофазового анализа и согласуется с повышенным содержанием  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (16,04 %) и  $\text{CaO}$  (1,33 %) в породе. В верхней части пачки в пробе 8 (50,7 м) сидерит отсутствует. Вниз по разрезу устанавливается постепенное увеличение количества сидерита (вплоть до образования сидеритовой породы в разрезе скважины Баз 16, глубина 56,5 м).

В породах пачки отсутствуют полевые шпаты, а слюды значительно больше (3,19–8,07 масс. %), чем в вышележащих пачках. Количество глауконита также значительно выше: 9,07 масс. % в нижней части пачки (проба 9) и 24,67 масс. % в верхней части пачки (проба 8). Основной объем глауконита сосредоточен во фракции < 0,16 мм, часть глауконита содержится в минеральных сростках. Значительное содержание глауконита в пробах коррелируется с высокими содержаниями  $\text{K}_2\text{O}$  (2,65–2,79 %) и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (7,09 %) в пробе 8. Глауконит формирует зерна и глобулы светло-зеленого цвета неправильной, реже окружной формы с матовым блеском (рисунок 1). Глобулы глауконита и сидерита нередко имеют черные порошковатые корки (рубашки) фосфатов, что отражено в повышенном содержании  $\text{P}_2\text{O}_5$  (0,21–0,29 %) в породах пачки.

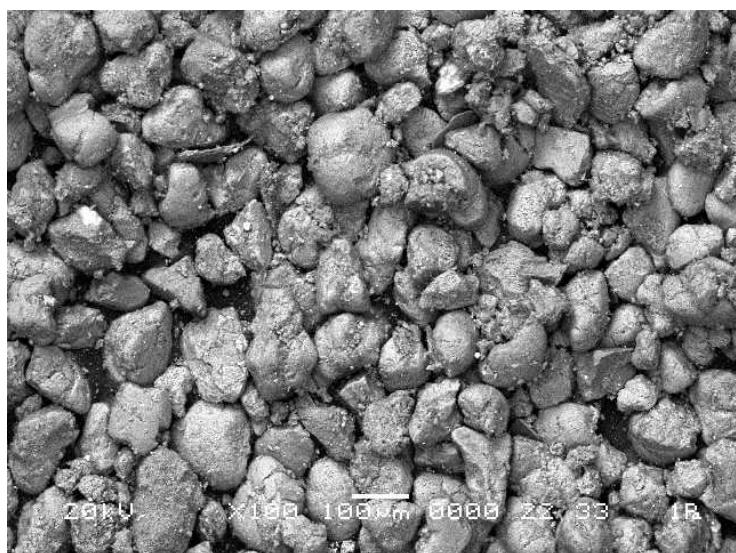


Рисунок 1. Микрофотография глауконитового концентрата пробы 8 скважины Баз 1 (50,7 м)

Возможность получения глауконитового концентрата была исследована в 3 наиболее богатых глауконитом пробах: пробы 4 алеврита нижней подпачки верхней (третьей) пачки и две пробы нижней (первой) пачки алевролитов – пробы 8 без сидерита и пробы 9 с сидеритом. За основу была взята технологическая схема получения глауконитового концентрата, разработанная сотрудниками НПРУП «БЕЛГЕО» для глауконитовых пород Беларуси в 2005–2010 гг. Поскольку гранулометрический состав пород соответствует алевритовой размерности, из технологической схемы исключен этап грохочения для отделения фракции > 1 мм. Проводилось отмучивание от глинистой фракции с разделением на шлам и промпродукт и сушка проб. Ввиду того, что алевриты практически не содержат рудных зерн, гравитационное выделение серого шлиха и магнитной сепарация не проводились. Проводилась двухстадийная электромагнитная сепарация с выделением среднемагнитной фракции (глауконитовый концентрат) (СРМФ) и немагнитной фракции (хвосты) (НМЭФ). В лабораторных условиях магнитный сепаратор заменен магнитом Сочнева (рабочая поверхность с минимальным зазором между пластинами). В пробе 9 присутствует сидерит, который так же, как и глауконит, отделяется в электромагнитную фракцию (ЭМФ), но при этом имеет большую магнитную восприимчивость, чем глауконит [1]. Поэтому ЭМФ разделяли на слабомагнитную фракцию (СЛЭМФ) (сидерит) (рабочая поверхность магнита Сочнева с максимальным зазором между пластинами) и СРМФ (глауконитовый концентрат).

Результаты исследования показали действенность технологической схемы получения глауконитового концентрата НПРУП «БЕЛГЕО» и представлены в таблицах 1, 2. Содержание  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{K}_2\text{O}$  в концентрате увеличилось относительно исходных проб. Наилучшие технологические показатели обогащения имеет алевролит пробы 8 (50,7 м) из верхней части нижней пачки с максимальным содержанием глауконита и высоким выходом концентрата.

Однако обогащение пород при отсутствии налаженных схем использования глауконитового концентрата в существующих производствах республики приведет к значительному удорожанию сырья. Поэтому следует использовать глауконитсодержащие породы участка, имеющие алевритовую размерность, без обогащения. В первую очередь их можно использовать в сельском хозяйстве в качестве бесхлорного калийного удобрения и мелиоранта. Агрохимические испытания глауконитовых пород Беларуси в таком качестве не выполнялись. В случае проведения детальной разведки месторождения базальтов Новодворское необходимо предусмотреть такие работы.

**Таблица 1**  
**Технологические показатели обогащения глауконитсодержащих пород скважины Баз 1**

№ пробы	Глубина, м	Масса пробы, г	Содер- жание глауко- нита в пробе $\alpha$ , масс. %	Масса конcen- тра- та, г	Содержание глауконита в концентрате $\beta$ , масс. %	Выход концентраты ( $\gamma_k = \text{массаконцентратмасса пробы})$ · 100, %	Выход в концентрат ( $\varepsilon_k = \gamma_k \cdot \beta/\alpha$ ), %
4	35,6–38,1	466,0	9,91	46,2	80,80	9,91	80,82
8	50,7	52,1	24,67	12,9	85,70	24,68	85,75
9	52,0–53,6	49,1	9,07	4,5	67,90	9,06	67,85

**Таблица 2**  
**Химический состав глауконитового концентрата проб 4, 8, 9 и сидерита из пробы 9  
из скважины Баз 1 по данным микрозондового анализа, %**

№ пробы	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{TiO}_2$	$\text{FeO}$	$\text{MgO}$	$\text{MnO}$	$\text{CaO}$	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{O}$	C	сумма
4г	59,90	10,73	0,56	21,12	2,43	0,28	0,70	0,42	0,02	3,85	–	100,01
8г	57,67	7,68	0,88	24,75	2,67	0,31	0,85	0,83	0,14	4,22	–	100,00
9г	57,57	7,61	0,85	26,44	1,94	0,44	1,03	0,28	0,60	3,25	–	100,01
9с	15,12	2,11	0,52	64,62	0,24	2,15	2,94	0,46	0,11	0,50	11,22	99,99

### **Список литературы**

1. Бакулина Л.П. Шлиховое опробование и анализ шлиховых проб: учеб. пособие. – Ухта: УГТУ, 2005. – 118 с.
2. Ещенко Л.С., Салоников В.А., Жук Г.М. Применение глауконитсодержащих пигментов в производстве строительных материалов // Материалы между. н.-т. конф. «Наука и технология строительных материалов: состояние и перспективы развития». – Минск: БГТУ, 2005. – С. 86–89.
3. Кольненков В.П., Мурашко Л.И., Моторо С.В. Барьерные свойства глауконитовых пород и их экспериментальное моделирование. // Современные проблемы геохимии. Материалы научной конференции, посвященной 95 – летию К. И. Лукашева. Минск, 8 – 9 января 2002 г. – Минск, 2002. – С. 106–109.
4. Мурашко Л.И., Карабанов А.К., Кольненков В.П., Клебанович Н.В. Новые данные о перспективах использования глауконита в народном хозяйстве Беларуси // Минерально-сырьевая база Республики Беларусь: состояние и перспективы. – Минск, БелНИГРИ, 1997. – С. 118–119.
5. Павлюкевич Ю.Г., Левицкий И.А., Мурашко Л.И. Использование глауконита для получения облицовочных керамических материалов. – М.: Техника и технология силикатов, 2000. – № 12. – С. 113–115.
6. Рудмин М.А., Мазуров А.К., Макаров Б.И., Галиханов А.В., Стеблецов М.Д., Чепала К.К..О возможности использования в сельском хозяйстве глауконита из пород Бакчарского месторождения (Западная Сибирь) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 2016. – Т. 327. – № 11. – С. 6–16.

# **ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ И ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ТОРФЯНЫХ РЕСУРСОВ ЧИЛИ**

**Б.В. Курзо**

*Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси,  
г. Минск, Беларусь, e-mail: kurs@ecology.basnet.by*

*Рассмотрены природные условия и определены факторы образования торфяных болот Чили. Показаны особенности формирования торфяных месторождений в разных природных условиях страны, оценены запасы торфа и направления его использования. Представлены перспективные направления изучения торфяных болот Чили.*

**Ключевые слова:** заболачивание; торфяные месторождения; торф; запасы; использование; Чили.

## **NATURAL CONDITIONS AND PECULIARITIES OF PEAT RESOURCES FORMATION OF CHILE**

**B. Kurzo**

*Institute for Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus,  
Minsk, Belarus*

*The natural conditions are considered and the factors of the formation of peat bogs of Chile are determined. The peculiarities of peat deposits formation in different natural conditions of the country are shown, peat reserves and the directions of its use are estimated. Perspective directions of peat bogs studying of Chile are presented.*

**Keywords:** swamping; peatland; peat; reserves; use; Chile.

Республика Чили – государство на юго-западе Южной Америки, занимающее длинную полосу земли между Тихим океаном и Андами от пустыни Атакама на севере ( $17^{\circ}$  ю.ш.) до мыса Фроуорд ( $54^{\circ}$  ю.ш.) на юге. Чили является самой протяжённой страной в мире, вытянутой с севера на юг более чем на 4000 км, при этом ширина ее территории нигде не превышает 360 км. Площадь Чили составляет 756,6 тыс. кв. км, что в 3,6 раза больше площади Беларуси. На западе омывается Тихим океаном, граничит с Аргентиной, Перу, Боливией. Чили находится в центральной и южной части Анд, в районе самых больших перепадов высот в мире. Самая высокая точка Чили – гора Охос-дель-Саладо (6893 м). В Тихом океане вблизи берегов Чили находится Атакамская впадина Перуанско-Чилийского ёлоба, глубина которой достигает 8180 м.

Чили делится на три области, резко отличающихся друг от друга по климату и рельефу. На севере страны расположена пустыня Атакама, которая тянется в пределах Чили почти на 1300 км – самое сухое место на планете. Среднее Чили представлено высокогорьями Анд. Южное Чили – холмистая зона густых лесов в предгорьях Южных Анд и система узких проливов и гористых островов на крайнем юге, крупнейший из которых – Огненная Земля. По долготе в рельефе Чили выделяются три меридиональные зоны: на востоке – горные хребты Анд, тянущиеся вдоль границы с Аргентиной и Боливией, структурная депрессия Центральной или Продольной долины, разделенная отрогами Анд на отдельные впадины и ряд геологически более древних плато на западе, обрывающихся крутыми уступами к берегу Тихого океана.

Примерно треть площади страны занята высокогорьями Анд, которые образуют единую цепь сложного строения; над которой во многих местах возвышаются действующие и потухшие вулканы. Еще одну треть по площади составляет прибрежная зона, которая включает плоские останцы древней денудационной поверхности, имеющие высоты от 2150 м на севере до 600 м на юге и расчлененные долинами небольших рек, берущих начало на восточном склоне Анд. Более крупные реки, также текущие с Анд, достигают Тихого океана, формируют широкие долины с дном, выстланным аллювием, на котором в понижениях часто образуются торфяные отложения. Морской берег большей частью обрывист, однако в немногих местах имеются удобные гавани.

Структурно обусловленная депрессия, отделяющая Анды от прибрежной зоны, разделяется останцовыми возвышеностями на отдельные впадины, каждая из которых дrenируется одной или несколькими реками, стекающими с Анд. Эти реки несут большое количество обломочного материала и, выходя в Центральную долину, сгруждают его в виде конусов выноса. Наклоненная к западу поверхность этих конусов представляет собой превосходные пахотные земли. В наиболее низких местах Центральная долина сильно заболочена и здесь происходит накопление торфа. Южнее столицы – г. Сантьяго горные отроги, вдающиеся на территорию депрессии, низкие, отдельные впадины между ними сливаются в общую пониженнную поверхность. Севернее столицы горная грязь расширяется, вытесняя Центральную долину. Еще дальше к северу отроги Анд достигают зоны береговых плато, а Центральная долина сужается и исчезает. Дно долины имеет общий уклон к югу, понижаясь от 600 м у Сантьяго – до 80–120 м в южной части Чили. Эта влажная (субгумидная) область Среднего Чили представляет собой наиболее развитую в хозяйственном отношении территорию, где сосредоточено примерно 75 % населения страны. На обширных полях с плодородными почвами выращиваются зерновые, для орошения которых отводится вода рек, стекающих с Анд.

Геология Чили обусловлена расположением страны в пределах Андского складчатого пояса. Продольная долина представляет собой грабен между Главной Кордильерой с востока и Береговой с запада [1]. В основании восточных хребтов залегают нижнепалеозойские слабо метаморфизованные породы, перекрытые юрско-меловыми осадочными толщами и мел-палеогеновыми вулканитами. Главная эпоха складчатости здесь – альпийская. Широко развиты мел-палеогеновые инфузии гранитоидов, а также неогеновые эфузивы кислого и среднего состава. Западные хребты сложены из позднедокембрийских и палеозойских метаморфических пород, перекрытых андезитами, а также мел-палеогеновыми вулканитами. Главная эпоха складчатости – герцинская (конец девона – начало триаса).

В отличие от Центральных Анд, Патагонские Анды на юге страны имеют более сложное строение с надвиганием складчатого сооружения на слабо деформированные толщи Магелланова передового прогиба. Здесь распространены метаморфические породы палеозоя и гранитоиды юрско-мелового возраста [1]. Характерны спилит-диабазовые и флишевые толщи позднего юрского периода – раннего мела и молассы позднего мела-палеогена. Вдоль всего побережья Чили тянется глубоководный Перуанско-Чилийский желоб, являющийся зоной субдукции.

Основу промышленности Чили составляет горнодобывающая отрасль. По всей территории республики известны рассыпные и коренные месторождения золотосодержащих руд, многие из которых имеют промышленное значение и разрабатываются. Крупными запасами золота располагают и некоторые медно-порфировые залегания.

Чили является главным экспортёром меди в мире. В северной и центральной части территории находятся свыше 400 месторождений, относящихся к Меденосному поясу Южной Америки. Вулканические отложения Главных Кордильер на севере страны богаты самородной серой. Железную руду добывают на небольших месторождениях Береговой Кордильеры, запасы которой в большинстве из них составляют более 100 млн тонн. Содержание железа в руде достигает 55–65 %.

В Чили находятся единственные известные в мире залежи натуральной натриевой селитры в пустыне Атакама. Чилийская селитра содержит до 0,12 % йода. В осадочных пластах Береговой Кордильеры в промышленных масштабах располагаются марганцевые руды с содержанием Mn порядка 27–38 %. Чили занимает ведущее место в мире по запасам и добыче литиевых и молибденовых руд. Ряд молибденовых месторождений содержит один из самых редких элементов в земной коре – рений. Полезные ископаемые региона также включают в себя свинцово-цинковые и вольфрамовые руды, запасы сурьмы и ртути, борные, урановые и ванадиевые руды.

Страна располагает незначительными залежами нефти и газа, а по запасам угля входит на континенте в состав первой пятерки. Промышленными угленосными отложениями богаты, в основном, южная и западная части страны [1].

Климатические условия Чили весьма разнообразны, что объясняется большой протяженностью страны с севера на юг, непосредственным влиянием океана и проходящего около побережья холодного Перуанского течения, а также существованием тихоокеанской зоны высокого атмосферного давления в районе 25° ю.ш.

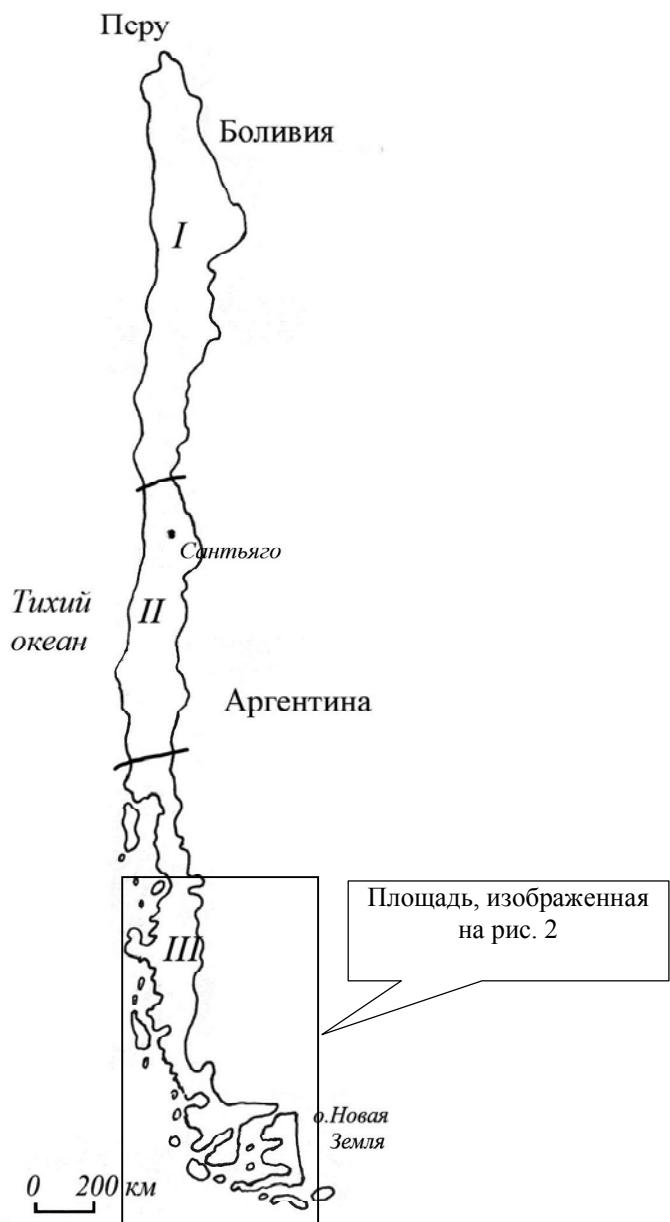
На севере Чили располагается обширная пустыня Атакама и на этой территории отсутствуют условия для заболачивания. Отмечено, что единичные верховые торфяные месторождения в высокогорной части Анд встречаются в северной части Чили вплоть до границы с Боливией и Перу [3].

Средняя часть Чили характеризуется мягкой зимой и сухим теплым летом, где за год выпадает от 200 до 800 мм осадков, главным образом в виде зимних ливней, сопровождающих вторжение влажных масс антарктического воздуха. На побережье господствующий тип растительности – фрагментарные вечнозеленые широколиственные редколесья из ксерофитных деревьев, кустарников и дерновинных злаков. Южнее, в районе 37–40° ю.ш. большее количество выпадающих осадков благоприятствует развитию редкостойного листопадного леса из южного бука (нотофагуса), когда-то распространенного от прибрежных плато (900 м над уровнем моря) до отметки 2150 м над уровнем моря на склонах Анд. Здесь понижения и долины рек заняты торфяными болотами, однако торфяные ресурсы характеризуются низкой степенью концентрации (рисунок 1).

Торфяные болота Чили распространены преимущественно в южной части Чили в субантарктическом поясе, где выделяется провинция Магеллана с вечнозелеными субантарктическими лесами и растениями-подушками на торфе, провинция Огненная Земля с листопадными лесами и выпуклыми сфагновыми торфяными месторождениями и провинция горной системы Анд с растениями-подушками, приморскими пустынями и высокогорными болотами (рисунок 2).

Частой встречаемости торфяных болот на юге страны и повышенной до 2–5 тыс. т на км<sup>2</sup> (рисунок 1) концентрации торфа способствует относительно выровненный рельеф и господствующие здесь западные ветры, приносящие избыточное количество осадков. Зимы для этих широт необычно мягкие – средняя температура составляет 8 °C в Вальдивии и Пуэрто-Монте, снижаясь до 2 °C в Пунта-Аренасе. Среднелетние температуры воздуха в этих городах составляют 17, 16 и 11 °C. К югу от Пуэрто-Монта часто выпадает снег, а Чилийский островной архипелаг – одно из самых дождливых и влажных мест планеты [1]. На открытых склонах здесь выпадает около 5000 мм осадков и лишь около 50 дней в году солнце слабо проглядывает сквозь свинцовую облачность. В Вальдивии годовая норма осадков 2600 мм, в Пуэрто-Монт 2200 мм, а в защищенном от ветра Пунта-Аренасе – всего 480 мм. Растительный покров представляет собой густой лес умеренного типа из южного бука (нотофагуса), хвойных и лавровых с хорошо развитым кустарниковым подлеском. Болотистые участки заняты хвойным видом *Fitzroya patagonica*, а выше по склонам произрастает главным образом *Araucaria imbricata*. Чем южнее, тем деревья ниже. В зоне Магелланова пролива и на острове Огненная Земля сильные ветры и умеренное количество осадков дают возможность развиваться только травяно-вересковым ассоциациям с дерновинными злаками и разнотравьем. Торф здесь формируют в основном мхи, папоротники и карликовые деревца.

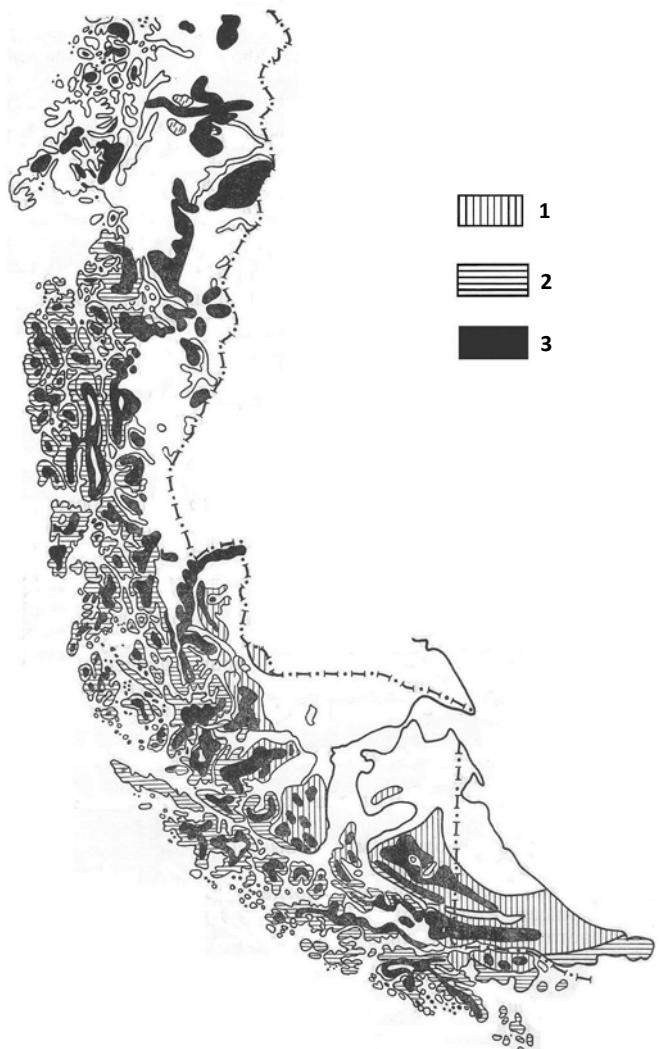
Типы торфяных месторождений в Чили сменяются последовательно с юго-запада на северо-восток вслед за изменением климата: обширные дождевые болота переходят в сфагновые болота склонов и торфяные месторождения, сложенные травянистыми остатками в степных регионах [2].



**Рисунок 1. Районирование территории Чили по степени концентрации торфа:**  
**I – незаторфованные площади; II – низкая степень концентрации (менее 2 тыс. т на 1 км<sup>2</sup>);**  
**III – повышенная степень концентрации (от 2 до 5 тыс. т на 1 км<sup>2</sup>)**

Типичные верховые болота встречаются в районах, где годовое количество осадков составляет 800–1000 мм и более. Это сфагновые болота с холмистыми гребнями, подстилаемые сфагновыми и осоковыми торфами мощностью до 5–7 м. На низинных гипновых и осоковых болотах максимальная мощность торфа несколько меньше и составляет 3–5 м. В местах выхода грунтовых вод, преимущественно на склонах долин и горных заболоченных впадинах, образуются пласты торфа мощностью более 2,5 м из влаголюбивого марсипоспермума из семейства ситниковых и болотных бриевых мхов, которые являются большей частью эпифитами.

В южной части Чили в предгорьях Анд и на островах с отметками от 100 м над уровнем моря и ниже распространены торфяные месторождения с растениями-подушками и господством печеночных и листостебельных мхов. Древесный ярус на таких болотах образует хвойный вид *Fitzroya patagonica* (Патагонский кипарис), который считается одним из самых древних видов деревьев на Земле.



**Рисунок 2. Схема распространения торфяных болот в южной части Чили [2]:**  
**1 – верховые болота со *Sphagnum magellanicum*; 2 – лесные и кустарниковые болота;**  
**3 – травяные болота**

В зоне обильных дождей не редки торфяные месторождения с подушкообразными многолетними полуводными растениями *Donatia fascicularis*, низкорослыми дернинными видами *Oreobolus* из семейства осоковых и вечнозелеными корневищными многолетниками *Astelia pumilia* из семейства лилейных. Мощность торфяных пластов здесь обычно невелика, так же как и в степной зоне в центральных областях Чили, где торфяные болота расположены на склонах гор, у источников и сложены осоками и ситником.

Один из крупнейших островов Чилийского архипелага о. Велингтон, представляющий собой холмистую с заболоченными оврагами поверхность, покрытую редкими лесами, почти сплошь заторфован. Образованию торфяных болот здесь, а также на соседней материковой части Чили, способствует холодный дождевой климат, при котором в отдельные годы выпадает осадков до 9000 мм в год. Торф лежит всюду: в лесах слоем 60–75 см, на торфяных месторождениях слоем 150 см [2]. Торфяные болота обильно покрыты кустарничками, среди которых выделяются лекарственная и пищевая водяника черная из семейства вересковых (*Empetrum nigrum*), а также низкорослая *Tornalia*. Торфяной покров распространяется по всем формам рельефа, однако наибольшие мощности торфа приурочены к понижениям между холмами. На возвышенных участках развиты плащеобразные болота («*carpet bog*»), растительный покров которых образован растениями-подушками, под которыми накапливаются маломощные залежи торфа.

В средней части Чили с низкой концентрацией торфяных ресурсов на высоте 2400–

3000 м над уровнем моря иногда встречаются торфяные болота, покрытые подушкообразными влаголюбивыми растениями *Oxyclooe angina* и *Patosia claudestina*. Эти растения являются чилийскими эндемиками, растут на ключевых болотах низкогорий и среднегорий Чили вместе со злаками и осоками, иногда на солоноводных участках с коркой солей по окрайкам торфяных болот. Торф образуют также дернины и подушки *Oreobolus*. На низких уровнях рельефа на торфяных болотах обычны убиквисты, то есть виды, приспособленные к широкому спектру экологических условий.

До высоты 500 м в нижнем поясе гор развиты приречные лесные торфяные болота. На дождливом Чилийском побережье материка с 39° южной широты и далее на юг развиты лесные торфяные болота с отложениями кислого торфа, нередко значительной мощности.

Площадь торфяно-болотных территорий Чили по последним оценкам составляет 10 470 км<sup>2</sup> [12] или 1,4 % территории страны. По данному показателю страна входит в двадцатку самых заболоченных стран мира. В соседней Аргентине, с которой Чили имеет самую протяженную границу, площадь заболоченных территорий равна 2400 га, а запас торфа – 130 млн т, из которых 80 млн т разведано, а 50 млн т – оценено прогнозно. Пересчет заторфованной площади Чили в запасы торфа по аналогии с соседней Аргентиной позволяет констатировать, что ресурсы данного полезного ископаемого здесь составляют около 560 млн. т. Несколько меньшую цифру запасов торфа Чили приводит А.С. Оленин [2], по подсчетам которого они составляют около 450 млн. т.

Если для Аргентины имеются сведения о добыче торфа, которая осуществляется для производства почвенного мелиоранта в количестве около 3 тыс. м<sup>3</sup> в год [12], то для Чили отмечается, что промышленные участки здесь были созданы на осушенных месторождениях в конце 80-х годов прошлого века в южных районах страны за пределами территории основных лесных хозяйств по производству целлюлозы [8].

Значительное распространение сфагновых мхов на верховых торфяных болотах южного Чили дали начало производству субстратов на их основе. Здесь создано несколько предприятий по сбору и сушке сфагnumа на естественных болотных массивах и выпуску из него компонентов грунтов, проводятся испытания смесей с включением торфяного мха *Sphagnum magellanicum* в качестве субстратов для садоводства и теплиц овощных культур [10], изучаются продукционные возможности сфагновых мхов на чилийских антропогенно нарушенных болотах [6] и совершенствуются методы сбора урожая мха с целью обеспечения регенерации сфагnumа [7]. Чилийские компании позиционируют себя мировыми лидерами по поставкам сфагновых мхов в качестве компонентов почвенных субстратов.

Администрации южных областей Чили, где торфом покрыто до 17 % территории, совместно с Министерством сельского хозяйства страны изучают возможности освоения огромных ресурсов торфа в этом регионе [11]. Идея заключается в том, чтобы использовать торф как перспективное местное топливо, альтернативный источники энергии, особенно в сельских районах с развитой перерабатывающей промышленностью.

Чилийские ненарушенные горные торфяные болота, являются прекрасным полигоном для изучения современного и голоценового вулканизма. Слои вулканического пепла, зафиксированные в торфяных отложениях, являются важными временными маркерами, которые исследуются с целью восстановления палеоклиматических условий [9]. Они дают новую информацию о крупных послеледниковых вулканических извержениях на юге Чили, произошедших за последние 18 000 лет. В отложения торфа четко фиксируются три слоя вулканического пепла мощностью до 0,1 м. Абсолютный возраст нижнего слоя датируется около 9 тыс. лет назад, второго – 4480 и третьего – 2240 лет назад [2].

Верховые торфяные месторождения Чили, питающиеся исключительно атмосферными осадками, являются удобными объектами для изучения атмосферного осаждения тяжелых металлов на земную поверхность [4]. Широкое развитие торфонакопления на юге Чили и заметное типологическое разнообразие торфяных болот здесь, наличие естественных и нарушенных в результате лесных пожаров торфяных месторождений способствуют

проводению в данном регионе мира исследований по оценке запасов и движению потоков углерода в различных типах торфяных болот [5].

Таким образом, оценки показывают, что за пределами тропиков болота в Южном полушарии составляют всего 1 % всех торфяных площадей мира, причем это распространение в основном ограничивается чилийской и аргентинской Патагонией. Более мелкие фрагменты встречаются также в юго-восточной Австралии, Новой Зеландии, некоторых островах Южной Атлантики и на Антарктическом полуострове. Уклон по широкому изучению торфяных месторождений в Северном полушарии, привел к их недостаточной изученности в Южной Америке. Установлено, что площадь заторфованной территории Чили составляет более 10 тыс. км<sup>2</sup> и она по этому показателю находится на 20 месте в мире.

Несмотря на то, что торфяные ресурсы Чили представляют лишь небольшую часть мировых, торфяные болота южной части страны обладают большим научным интересом. Эти торфяные залежи во многом уникальны не только по географическому положению, но и по видам растений, населяющих их.

### Список литературы

1. Кузьменко А.В. Природные условия, геологическое строение и полезные ископаемые Чили // Горная энциклопедия / гл. ред. Е.А. Козловский. – М.: Сов. энциклопедия. Т. 5. – С. 401–403.
2. Торфяные ресурсы мира : справ. / В.Д. Марков, А.С. Оленин, Л.А. Осипенкова и др.; под общ. ред. А.С. Оленина. – М.: Недра, 1988. – 383 с
3. Тюремнов С.Н. Торфяные месторождения и их разведка: учебник для торфяных институтов. – М.–Л.: Госэнергоиздат, 1949. – 444 с.
4. Biester H., Kilian R., Franzen C. [et. al.]. Elevated mercury accumulation in a peat bog of the Magellanic Moorlands, Chile (53°S) – an anthropogenic signal from the Southern Hemisphere // Earth and Planetary Science Letters. Vol. 201, is. 3–4. – 2002. – P. 609–620.
5. Cabezas J., Galleguillos M.; Valdés A. [et. al.]. Evaluation of impacts of management in an anthropogenic peatland using field and remote sensing data. Figshare // Ecosphere. – 2016. – № 8 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.c.3308796.v1>. – Дата доступа : 27.04.2017.
6. Díaz M., Tapia C., Jiménez P. [et. al.]/ Sphagnum magellanicum growth and productivity in Chilean anthropogenic peatlands / Revista Chilena de Historia Natural. – 2012. № 85. – P. 513–518 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://paludiculture.uni-greifswald.de/en/projekte/sphagnumfarming/internationales.php\\_chile.php](http://paludiculture.uni-greifswald.de/en/projekte/sphagnumfarming/internationales.php_chile.php). – Дата доступа : 28.04.2017.
7. Díaz M., Silva W. Improving harvesting techniques to ensure Sphagnum regeneration in chilean peatlands // Chilean Journal of Agricultural Research. – 2012, № 72(2). – P. 296–300 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://paludiculture.uni-greifswald.de/en/projekte/sphagnumfarming/internationales.php\\_chile.php](http://paludiculture.uni-greifswald.de/en/projekte/sphagnumfarming/internationales.php_chile.php). – Дата доступа : 28.04.2017.
8. Keddy P.A., Keddy L.H. The Magellanic moorland / The World's Largest Wetlands: Ecology and Conservation. – Cambridge, 2005. – P. 424–445.
9. Kilian R., Hohner M., Biester, H. Holocene peat and lake sediment tephra record from the southernmost Chilean Andes (53–55°S) // Revista geológica de Chile. Rev. geol. Chile, v.30, n.1. – Santiago, jul. 2003. – P. 23–37 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0716-02082003000100002](http://scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-02082003000100002). – Дата доступа : 25.04.2017.
10. Oberpaar C., Puebla V., Vaccarezza F., Arévalo M. Preliminary substrate mixtures including peat moss Sphagnum magellanicum for vegetable crops nurseries // Ciencia e Investigación Agraria. – 2010, № 37(1). – P. 123–132 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://paludiculture.unigreifswald.de/en/projekte/sphagnumfarming/internationales.php\\_chile.php](http://paludiculture.unigreifswald.de/en/projekte/sphagnumfarming/internationales.php_chile.php). – Дата доступа : 28.04.2017.
11. South Chile reviews peat potential as alternative energy // MercoPress: Sauts Atlantic News Agency (10.11.2008). – Montevideo [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://en.mercopress.com/2008/11/10/south-chile-reviews-peat-potential-as-alternative-energy>. – Дата доступа : 27.04.2017.
12. World Energy Council. World Energy Resources: 2013 Survey, Ch. 6. Peat [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://worldenergy.org/wp-content/uploads/2013/10/WER\\_2013\\_6\\_Peat.pdf](http://worldenergy.org/wp-content/uploads/2013/10/WER_2013_6_Peat.pdf). – Дата доступа : 28.04.2017.

**К ИСТОРИИ ФОРМИРОВАНИЯ  
ПРИПЯТСКО-ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОГО АВЛАКОГЕНА  
(С УЧЕТОМ ПАЛЕОМАГНИТНЫХ ДАННЫХ)**

**В. С. Куриленко, Е. П. Олейник**

Институт геологических наук НАН Украины,  
г. Киев, Украина, e-mail: saltlena@mail.ru

*Резкие изменения параметров траектории кажущейся миграции магнитных полюсов Восточно-Европейской платформы связаны с основными геологическими событиями (фазами складчатости, вулканизма и рифтогенеза) на ее территории, в том числе, с активизацией сдвиговой зоны вдоль Сарматско-Турецкого линеамента, возникновением и развитием Припятско-Днепровско-Донецкой рифтовой системы и инверсией Донецкого складчатого сооружения.*

**Ключевые слова:** Припятско-Днепровско-Донецкий авлакоген; палеомагнитология; кажущаяся миграция магнитных полюсов.

**TO THE HISTORY  
OF PRIPYAT-DNIEPER-DONETSK FVLACOGEN FORMATION  
(ACCORDING TO PALEOMAGNETICS DATA)**

**V. Kurilenko, O. Oliynyk**

Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

*Sharp changes in parameters of Apparent Polar Wander Paths of East-European platformis are connected with activation of Principal geological and geophysical Events (phases of folding, volcanism and rifting) in his territory, in particular, with activation of displacement zone along Sarmat-Turan lineament, with origin and development of Pripyat-Dnieper-Donetsk rift system and with the inversion of Donetsk fold building.*

**Keywords:** Pripyat-Dnieper-Donetsk Avlacogen; Paleomagnitologia; Apparent Polar Wander Path.

**Введение.** Главным достижением палеомагнитологии является подтверждение гипотезы «дрейфа» подвижных литосферных плит. Создан и успешно функционирует инструментарий количественной оценки величин перемещения и вращения отдельных блоков земной коры, что способствует моделированию палеотектонических обстановок на качественно новом уровне и решению геологических задач глобального и локального масштаба,

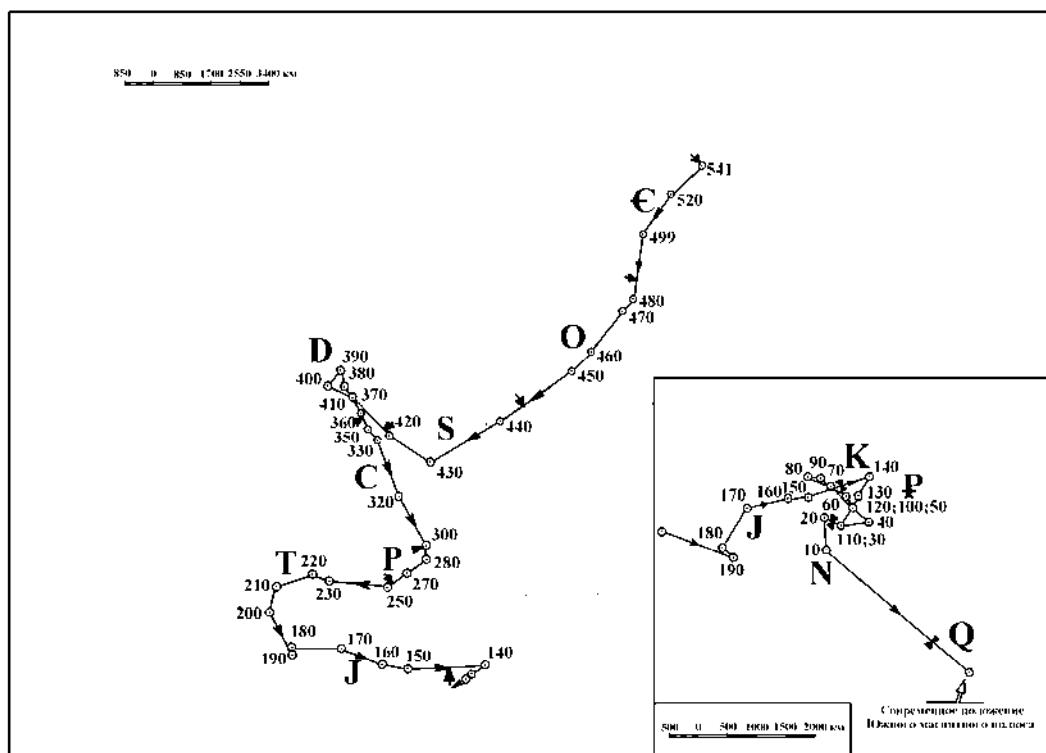
**Цель работы** – исследование взаимосвязи кинематических параметров движения Восточно-Европейской платформы (ВЕП) с основными геолого-тектоническими событиями в ее пределах, в частности – на Сарматском палеоощите, включая его последующие структурно-тектонические трансформации в фанерозое. Имеются в виду раскол палеоощита на Украинский щит и Воронежский массив, образование Припятско-Днепровско-Донецкого палеорифта, инверсия Донецкого складчатого сооружения. Это позволит внести новые представления в историю геологического развития региона и применить их в научных исследованиях и практике геолого-разведочных работ.

**Краткий обзор палеомагнитологии в части палеотектонических реконструкций.** Объектом исследования магнитологии является *естественная остаточная намагниченность* (ЕОН) горных пород, приобретенная ими под воздействием магнитного поля Земли (МПЗ). ЕОН ориентирована МПЗ той геологической эпохи, когда порода образовалась. Со временем ЕОН уменьшается, появляется вторичная (наложенная) намагниченность, вызванная изменениями МПЗ и под влиянием различных факторов. Разработаны лабораторные и статистические способы «очистки» первичной намагниченности от наложенной. После таких «чисток» из общего массива данных выделяют наиболее надежные и достоверные, позволяющие выстроить жесткий каркас для моделирования «дрейфа» литосферных плит (геоблоков), процессов их консолидации и распада, событий на их окраинах [2; 5].

При палеомагнитных исследованиях замеряют склонение и наклонение стабильной ЕОН образцов горных пород известного возраста. Затем, зная современные координаты мест отбора образцов, определяют палеошироту и угловое направление на северный полюс и по формулам сферической геометрии вычисляют местонахождение палеомагнитного полюса.

Определение палеодолготы затруднено по ряду причин, но если измерений много и все они произведены для одновозрастных пластов одного региона, путем их статистической обработки удается установить наиболее вероятное положение палеомагнитного полюса в современной системе координат [2; 5]. Сравнивая положения палеомагнитного полюса конкретного геоблока в различном геологическом времени и в возрастной последовательности соединяя точки, нанесенные на современную географическую сетку, получают линию – *траекторию кажущейся миграции магнитного полюса* (ТКМП). В действительности движется не полюс, а плита (геоблок, континент). У каждой литосферной единицы своя индивидуальная ТКМП. ТКМП является главным источником информации в палеотектонических реконструкциях, позволяя осуществить анализ перемещения плит (блоков) по поверхности геосфера, рассчитать кинематические параметры их движения [2; 5; 6]. Достоверность палеореконструкций считается высокой для последних 180–190 млн лет, довольно надежной для раннего мезозоя и позднего палеозоя и становится все менее надежной вглубь геологического времени [2]. Поэтому мы в своем исследовании ограничены фанерозойским эоном (541 млн лет).

**Методика и результаты исследования.** Для расчета скорости поступательного движения и углов поворота при вращательном движении ВЕП нами использована ТКМП Балтики – составной части ВЕП [6]. В движении виртуального магнитного полюса прослеживается некоторая поэтапность, вероятно связанная с переломными моментами в геологической истории Земли (см. рисунок). В период времени 541–430 млн лет, охватывающий кембрий, ордовик и ранний силур, виртуальный южный полюс перемещался из центра Евразии в приэкваториальную Атлантику. В середине силура (430 млн лет назад) произошел крутой право-сторонний поворот на + 56°, и азимут движения полюса сменился с юго-западного (192–244°) на северо-западный (300–310°). Резкая смена азимута движения могла вызвать «оживание» рифейского грабена вдоль Сарматско-Туранского линеамента (СТЛ). Начало активизации подвижек вдоль СТЛ относится, вероятно, к позднему неопротерозою – раннему венду (байкальская эпоха тектогенеза), когда в пределах ВЕП образовалась рифейская система грабенов. Один из них субширотного простирания протяженностью более 300 км считается родоначальной структурой Припятско-Днепровско-Донецкого авлакогена [1; 4].



Траектория кажущегося движения Южного магнитного полюса для ВЕП в фанерозое (по данным [6]). На врезке – Антарктида

Далее виртуальный полюс переместился в экваториальную зону, описал петлю и двинулся на юго-юго-восток (аз. 145–157°). Во временной интервал 400–390 млн лет произошел крутой поворот в движении полюса почти на противоположное (под углом 155–160°). К этому времени приурочен позднедевонский рифтогенез: происходит регенерация и расширение некоторых рифейских авлакогенов преимущественно в восточной и южной частях ВЕП, прилегающих к соседним активно развивающимся геосинклинальным поясам – Урало-Монгольскому и Средиземноморскому. Вдоль Сарматско-Туранского линеамента образуется Припятско-Днепровско-Донецкая рифтовая система. Позднедевонская активизация рифтогенеза предварялась и сопровождалась мощными извержениями лав траппового типа в Днепровском грабене, внедрением интрузивных тел (штоков, даек) в Донбассе.

Описываемая рифтовая система является крупной структурой типа входящих авлакогенов в тело платформы со стороны Средиземноморского герцинского эпигеосинклинального складчатого пояса под острым углом (~ 25–35°) к границе с платформой [4]. Она протягивается в северо-западном направлении (аз. 285–305°) на 1500 км и слепо затухает в бассейне р. Припять. По особенностям структуры и истории развития в нем выделяют три сегмента, сочленяющихся под углами 20° и 8–10° и с соотношениями длин 300, 650 и 550 км. Припятский грабен расширяется в западном направлении от 110 до 160 км при толщине осадочного чехла от 2,5–4 км над выступами фундамента и до 5,5–6 км над погруженными блоками. Днепровский грабен также расширяется, но в обратном, юго-восточном направлении от 75–90 км до 110–130 км, коррелируясь с увеличением осадочного чехла в прибрежных зонах от 3–4 км на западе и до 6–7 км на востоке, а вдоль осевой зоны – от 6 до 18 км в том же направлении. Донецкий бассейн шириной около 150 км на востоке погружается под мезозойские отложения и переходит в краевой прогиб, окаймляющий Прикаспийскую впадину. Существует версия о происхождении данной рифтовой системы в результате крупного правостороннего сдвига вдоль СТЛ с горизонтальным смещением 300–400 км [3, 7].

Период времени 390–300 млн лет назад в пределах ВЕП характеризуется быстрым и глубоким погружением не только самих грабенов, но и прилегающих к ним территорий. Припятско-Днепровско-Донецкая рифтовая система переходит от авлакогенной стадии к синеклизмо-миогеосинклинальной с образованием Припятского прогиба и Днепровско-Донецкой впадины (ДДВ).

В следующий временной интервал 300–210 млн лет назад виртуальный полюс в результате правосторонних поворотов приобрел устойчивое западное направление (аз. 235–290°). В это время происходит инверсия Донецкого грабена и образуется Донецкое складчатое сооружение. В последующее время (210–140 млн лет назад) виртуальный магнитный полюс сначала двигался на юг, а затем на восток. С данным интервалом связаны киммерийские фазы складчатости. Раннекиммерийскую fazу называют также донецкой, т.к. в это время (180 млн лет назад) произошла активизация тектонических процессов в Донбассе, определившая в основном его современный облик. Временной репер 140 млн лет знаменателен тем, что траектория движения виртуального полюса круто изменила направление с восточного на юго-западное. С этим временем совпадает пик активности позднекиммерийской фазы складчатости, ярко проявившаяся в пределах ВЕП началом инверсионных процессов в соседних Пачелмском и Доно-Медведицком авлакогенах [4]. В Донбассе резкий поворот КТМП инициировал дальнейший сдвиг вдоль Сарматско-Туранского линеамента и инверсионные процессы.

Временной интервал 140–10 млн лет назад характеризуется крайней неустойчивостью азимутов движения полюса, меняющихся через каждые 20–40 млн лет на 109–180°. В это время продолжается вздымаение Доно-Медведицкого вала, происходят подвижки по разломам взбросо-надвигового типа на северной окраине Донбасса [4]. Для последних десяти млн лет характерно аномальное расстояние между палео- и современным положением южного магнитного полюса – около 2500 км.

**Вывод.** Резкие изменения параметров КТМП обусловили активизацию сдвиговой зоны вдоль Сарматско-Туранского линеамента, возникновение и развитие Припятско-Днепровско-Донецкой рифтовой системы и инверсию Донецкого складчатого сооружения. По-видимому, эти геолого-геофизические события вызваны глубинными (мантийными) процессами Земли.

#### Список литературы

1. Геология и нефтегазоность Днепровско-Донецкой впадины. Глубинное строение и геотектоническое развитие (ред. В.К. Гавриш). – Киев: Наукова думка, 1989. – 208 с.
2. Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И. Палеогеодинамика. – Москва: Наука, 1993. – 192 с.
3. Куриленко В.С., Петрова Е.П., Гусынина Т.В. Генезис и строение Припятско-Днепровско-Донецкого авлакогена в связи с нефтегазоностью / Актуальные проблемы геологии Беларуси и смежных территорий. – Минск: 2008. – С. 158–163.
4. Милановский Е.Е. Рифтогенез в истории Земли. – Москва: Недра, 1983. – 280 с.
5. Палеомагнитология / ред. А.Н. Храмов. – Ленинград: Недра, 1982. – 312 с.
6. Поляченко Е.Б., Бахмутов В.Г. Балтика в системе среднепалеозойских палеотектонических реконструкций // Геоінформатика – 2014. – № 3 (51). – С. 40–46.
7. Рослий І.С. Регіональний рифтогенез, геодинаміка і нафтогазоносність Дніпровсько-Донецького авлакогену. – Київ: УкрДГРІ, 2006. – 330 с.

# ОПАСНЫЕ ЭНДОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

**А.В. Матвеев**

*Институт природопользования НАН Беларуси,  
г. Минск, Беларусь, e-mail: matveyev@ecology.basnet.by*

*Охарактеризованы особенности распространения на территории Беларуси активных разрывных структур, протекающие в их пределах геодинамические процессы, распределение скоростей вертикальных и горизонтальных движений, значений возможной сотрясаемости земной коры. Показано, что экстремальные проявления эндогенных процессов могут неблагоприятно воздействовать на геоэкологическую обстановку, наносить материальный ущерб.*

**Ключевые слова:** разрывные структуры; сейсмичность; движения земной коры; эндогенные опасности; геоэкология.

## DANGEROUS ENDOGENIC PROCESSES ON THE TERRITORY OF BELARUS

**A.V. Matveyev**

*Institute for Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus,  
Minsk, Belarus*

*The peculiarities of the spreading of the active fault structures of geodynamic processes occurring in their limits, the velocity distribution of vertical and horizontal movements, the possible values of crust concussion are characterized. It is shown that the extreme manifestations of endogenic processes can have an adversely effect on a geoecological situation or cause property damage.*

**Keywords:** fault structures; seismicity; crust movement; endogenic dangers; geoecology.

В связи с неоднородностью природных систем всегда существует вероятность того, что при определенных условиях, в том числе при вмешательстве человека, процессы, которые протекают в геосистемах, могут достигнуть критического уровня. В этих условиях начинаются существенные преобразования (вплоть до разрушения) природных комплексов, возникают угрозы для здоровья населения, нанесения ощутимого материального ущерба для хозяйственных объектов. Именно такие процессы относятся к категориям природных и природно-антропогенных опасностей. Их изучению уделяется большое внимание во всех развитых странах мира. Проводятся подобные работы и в Беларуси – в Белорусском (А.Н. Витченко, Г.И. Марцинкевич), Брестском (М.А. Богдасаров, Н.Ф. Гречаник), Гомельском (А.И. Павловский, Е.Ю. Трацевская), Витебском (А.Н. Галкин) государственных университетах, ряде институтов НАН Беларуси (М.И. Автушко, Г.И. Каратаев, В.В. Лапа, А.В. Матвеев, В.С. Хомич) и т. д.

Все опасные процессы по среде, в которой проявляются, делятся на три класса: атмосферный, гидросферный и литосферный, причем наиболее многочисленным (по видам процессов) является литосферный класс. В изучении опасностей этого класса накоплен определенный фактический материал у белорусских и украинских ученых. Для дальнейшего развития работ в этом направлении в 2015–2017 гг. выполнялись совместные исследования по проекту Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований и Национальной академии наук Украины (№ Х15УК/А–009). Полученные в рамках этого проекта результаты изучения особенностей проявления одного из наиболее распространенных типов опасностей литосферного класса – эндогенных процессов и рассматриваются в представляющей статье.

Несмотря на то, что Беларусь расположена в пределах древней платформы, проявление эндогенных геологических процессов на определенных площадях может достигать значительной интенсивности и сопровождаться формированием геохимических и геофизических аномалий, нарушением целостности зданий и других сооружений, различного рода авариями

[1–3; 6; 7; 9]. Поэтому экстремальные формы развития эндогенных процессов могут рассматриваться в качестве природных и природно-антропогеновых опасностей.

По своеобразной форме проявления эти опасности на территории Беларуси подразделяются на сейсмичность, другие геодинамические процессы в зонах активных разрывных нарушений (разломов, топо- и космолинеаментов), вертикальные и горизонтальные движения земной коры.

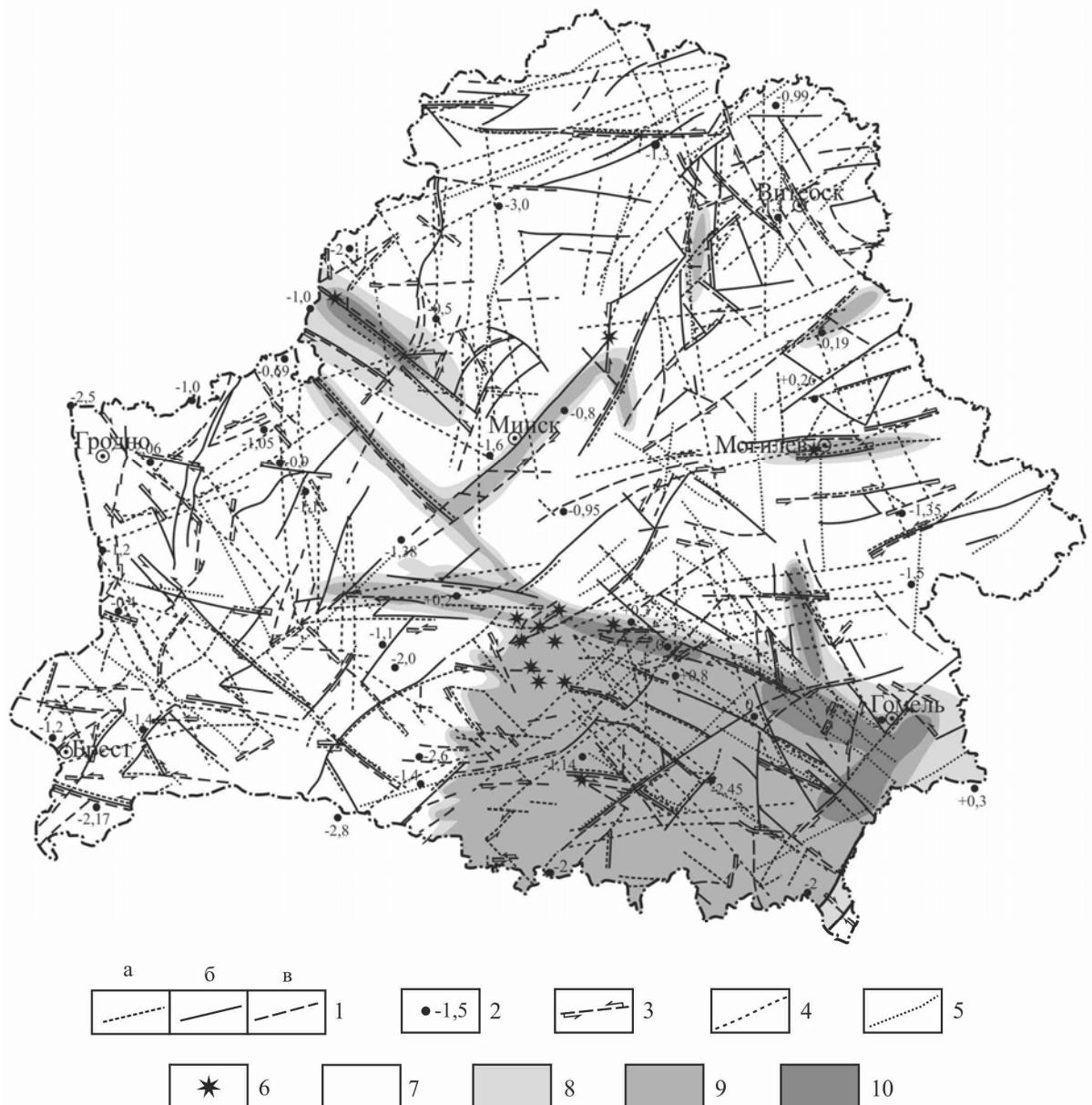
Для картирования эндогенных опасностей прежде всего по особенностям строения кровли коренных пород, условиям залегания плейстоценовых и голоценовых отложений, строению рельефа, наличию геохимических и геофизических аномалий, анализу топографических карт и космоматериалов были выделены активные в четвертичное время разломы, наиболее протяженные топо- и космолинеаменты [6; 11]. Выявление особенностей проявления сотрясаемости земной поверхности, вертикальных и горизонтальных движений земной коры проводилось по результатам измерений на полигонах, своеобразию строения покровных отложений и рельефа [2; 6; 8; 10], опубликованным картам [1; 5; 12; 13]. По перечисленным данным была построена схема опасностей эндогенного типа (рисунок). Как видно из рисунка, на площади региона выделена достаточно густая сеть разломов, в зонах которых в четвертичном периоде активно проявлялись геодинамические процессы. По простирианию среди выделенных дизъюнктивных структур четко устанавливаются три максимума: субширотный и 2 диагональных (северо-запад – юго-восточный и северо-восток – юго-западный). Отмеченные особенности ориентировки вполне объяснимы, исходя из общей геодинамической ситуации, сложившейся в западной части Восточно-Европейской платформы в четвертичное время.

В соответствии с данными Ю.Г. Гатинского и др. [4], на территорию нашего региона передаются напряжения со стороны Паннонского и Восточно-Альпийского блоков литосфера Западной Евразии, испытывающих горизонтальные смещения в близком к северо-восточному направлению, Родопо-Синопского и Западно-Кавказского блоков, вектор горизонтальных смещений которых направлен субмеридионально. Кроме того, можно утверждать, что на ход геодинамических процессов в четвертичное время повлияли и начавшиеся в конце новейшей стадии процессы формирования грабенов на акватории нынешнего Балтийского моря, напряжения от которых на территорию региона передавались примерно в юго-восточном и субмеридиональном направлениях.

Помимо этих факторов на активизацию разломов и их ориентировку повлияли неоднократные вторжения мощных ледниковых покровов.

По результатам проведенных исследований на площади региона также выделена серия наиболее протяженных линейных зон трещиноватости горных пород (космо- и тополинеаменты), которые хорошо проявляются в геофизических полях [11]. Космолинеаменты преимущественно имеют длину 80–150 км, но иногда достигают 200–220 км. В простириании этих структур четко выделяются субмеридиональные формы, на долю которых приходится около 40 %. Линеаменты субширотной и диагональной (северо-запад – юго-восточной и северо-восток – юго-западной) ориентировки встречаются примерно в равных количествах (по 20 %). При этом следует отметить, что распределение космолинеаментов по территории региона в основном равномерное при некотором увеличении субширотных форм в юго-восточной части страны.

Количество выделенных тополинеаментов значительно уступает числу форм, которые дешифрируются по материалам снимков из Космоса, что скорее всего объясняется различной длительностью этапов их формирования и перестройкой структурного плана в новейшее время. Космолинеаменты отражают особенности геодинамических напряжений неотектонического этапа, а тополинеаменты – послеледникового. С этим связаны и различия в протяженности и ориентировке выделенных линейных образований. Среди тополинеаментов преобладают формы длиной 70–130 км (до 150 км) и северо-запад – юго-восточной ориентировки (около 50 % от всего числа структур). Больше всего тополинеаментов выделено в юго-восточной части страны.



#### Схема проявления опасностей эндогенного типа на территории Беларуси:

- 1 – высокие градиенты скоростей вертикальных движений в зонах разрывных нарушений, максимальная активность которых проявлялась в предледниковое (а), ледниковое (б) и послеледниковое (в) время; 2 – отдельные значения скоростей вертикальных движений (мм/год); 3 – участки проявления горизонтальных движений;
- 4 – наиболее протяженные космолинеаменты; 5 – наиболее протяженные тополинеаменты; 6 – эпицентры землетрясений.

Территории, в пределах которых возможны проявления сейсмических процессов интенсивностью менее 5 баллов (7), 5 баллов (8), 6 баллов (9) и 7 баллов (10)

Геодинамические процессы в зонах разрывных нарушений проявляются в виде постоянно протекающих «магнитных бурь» [3], обусловили формирование повышенных концентраций ряда тяжелых металлов и радона в покровных отложениях. При этом объемная активность радона превышает фоновые значения в 2–5 раз и нередко является опасной для человека [7]. В зонах активных разрывных нарушений возрастает также загрязненность подземных вод, скорости движений земной коры и возможная сейсмическая сотрясаемость.

Что касается скоростей вертикальных движений, то на территории региона их значения в основном варьируют от минус 3 до 1мм/год. В зонах активных разломов этот показатель может достигать 10–20 мм/год и более, причем направление перемещения земной поверхности меняется от года к году и чаще. На представленной схеме наиболее распространенные

значения скоростей вертикальных движений показаны только в отдельных пунктах их измерений, а значения, которые собственно и могут относиться к категории опасных (до 20 мм/год и более) специально не выделены, так как они тяготеют к зонам активных разломов. К этим же структурам приурочены и выявленные участки проявления горизонтальных движений, измеренные скорости которых варьируют в интервале 20–50 мм/год. Знакопеременные скорости движений земной коры могут влиять на целостность зданий, трубопроводов, других сооружений.

Кроме перечисленного выше, на построенной схеме выделены участки, в пределах которых возможно проявление землетрясений до 7 баллов, которые связаны, главным образом, с зонами разломов, ограничивающих с северо-востока Воложинский грабен, с севера и частично с востока Припятский прогиб. Показаны также площади с возможной сейсмичностью до 6 баллов, которые занимают практически территорию всего Припятского прогиба и узкие полосы вдоль Ошмянского, Налибокского, Ляховичского, Минского, восточной и северной части Стоходско-Могилевского, Борисовского разломов, вдоль Оршанского грабена. Проявление сотрясаемости земной коры около 5 баллов возможно вдоль всех остальных активных разломов и структур. На основной же части страны сила вероятных сейсмических событий не превышает 5 баллов. Наиболее известные эпицентры землетрясений, обозначенные на схеме звездочками, расположены вблизи Островца, Борисова, Могилева, Турова и в районе Солигорска.

Выявленные особенности проявления на территории Беларуси опасных эндогенных процессов необходимо учитывать при обосновании схем рациональной организации территории, выборе мест строительства крупных инженерных сооружений, при оценке геоэкологических обстановок, разработке региональных и локальных мер по минимизации неблагоприятных последствий современной геодинамики, организации геодинамического мониторинга.

### Список литературы

1. Айзберг Р.Е. Аронов А.Г., Гарецкий Р.Г., Карабанов А.К., Сафонов О.Н. Сейсмотектоника Беларуси и Прибалтики // Літасфера. – 1997. – № 7. – С. 5–18.
2. Аронова Т.И. Особенности проявления сейсмотектонических процессов на территории Беларуси // Літасфера. – 2006. – № 2 (25). – С. 103–110.
3. Гарецкий Р.Г., Каракаев Г.И. О постановке геолого-геофизических исследований в геопатогенных зонах // Літасфера. – 2012. – № 2 (37). – С. 83–94.
4. Гатинский Ю.Г., Рундквист Д.В., Владова Г.Л., Прохорова Т.В., Романюк Т.В. Блоковая структура и геодинамика континентальной литосферы на границах плит // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. – 2008. – № 1. – Вып. 11. – С. 32–47.
5. Карта горизонтальных градиентов современных вертикальных движений земной поверхности территории Болгарии, Чехословакии, Венгрии, Польши, Румынии, СССР (Европейская часть). Масштаб 1:2 500 000; под ред. П. Выскочил. – М., 1990.
6. Матвеев А.В. Геоактивные зоны на территории Беларуси // Літасфера. – 2015. – № 1 (42). – С. 64–70.
7. Матвеев А.В., Бордон В.Е. Геохимия четвертичных отложений Беларуси. – Мн.: Беларуская навука, 2013. – 191 с.
8. Матвеев А.В., Ковалев А.А., Нечипоренко Л.А., Шишонок Н.А., Кононович С.И., Чибрук Ю.Н. Современные горизонтальные движения земной коры на территории Воложинского и Солигорского полигонов (Беларусь) // Літасфера. – 2002. – № 1 (16). – С. 113–117.
9. Матвеев А.В., Нечипоренко Л.А. Последствия проявления опасных геологических процессов на территории Беларуси // Природопользование. – 2016. – Вып. 29. – С. 30–37.
10. Матвеев А.В., Нечипоренко Л.А., Шишонок Н.А. Особенности современных вертикальных движений земной коры // Доклады НАН Беларуси. – 1998. – Т. 42, № 2. – С. 107–109.
11. Матвеев А.В., Нечипоренко Л.А. Линеаменты территории Беларуси. – Мн., 2001. – 124 с.
12. Мацвеёў А.В., Нечыпарэнка Л.А. Сучасныя вертыкальныя рухі зямной кары. М 1:4 000 000 // Нацыянальны атлас Беларусі. – Мінск, 2002. – С. 49.
13. Kowalczyk K. New model of the vertical crustal movements in the area of Poland // Geodesy and Cartography. – 2006. – V. XXXII, N 4. – P. 83–87.

# ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ СЕРЫ И ПРОИСХОЖДЕНИЕ ГИПСА В СИЛУРИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ БЕЛАРУСИ

А.А. Махнач<sup>1</sup>, С.А. Кручек<sup>1</sup>, Б.Г. Покровский<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт геологии, г. Минск, Беларусь,

e-mail: amahnach@geology.org.by, kruchek@geology.org.by;

<sup>2</sup>Геологический институт РАН, г. Москва, Россия, e-mail: pokrov@ginras.ru

В силурийских отложениях Беларуси впервые выявлен гипс. Он слагает гнезда-желваки и выполняет трещины и фенестры в глинисто-карбонатных породах скважины Давтюны 3к (Гродненская область). Соотношение изотопов серы в гипсе свидетельствует о его образовании на стадии диагенеза при внутригрунтовом испарении морской воды.

**Ключевые слова:** Беларусь; силур; гипс; изотопы серы; внутригрунтовое испарение.

## SULPHUR ISOTOPIC COMPOSITION AND THE ORIGIN OF GYPSUM IN SILURIAN DEPOSITS OF BELARUS

А.А. Махнач<sup>1</sup>, С.А. Кручек<sup>1</sup>, Б.Г. Покровский<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Geology, Minsk, Belarus;

<sup>2</sup>Geological Institute of the RAS, Moscow, Russia

*Gypsum has been found in the Silurian deposits within Belarus for the first time. Its composes nodules and fills cracks and fenestras in clayey and carbonate rocks revealed by the Davtyni 3k borehole (Grodno area). Sulphur isotope ratio in gypsum testifies to its formation at diagenetic stage under interground evaporation.*

**Keywords:** Belarus; Silurian; gypsum; sulphur isotopes; interground evaporation.

В разрезе скважины Давтюны 3к (Островецкий район Гродненской области) (рисунок) впервые в силурийских отложениях на территории Беларуси обнаружены проявления гипса. Расчленение отложений скважины Давтюны 3к выполнено по миоспорам, акритархам, конодонтам и ихтиофауне [4].

Силурийские отложения в скважине Давтюны 3к вскрыты на глубине 98,3 м под образованиями освейского горизонта эйфельского яруса среднего девона, представленными чередованием доломитов, мергелей, глин и алевролитов. Бурение скважины остановлено на глубине 226,6 м; из силурийской толщи она не вышла. Основная часть разреза представлена отложениями нижнего силура. В ней выделены породы телического яруса лландоверийского



Площадь распространения силурийских отложений на территории Беларуси (заштрихована) [1] и местоположение изучавшегося разреза

отдела, шейнвудского и гомерского ярусов венлокского отдела. Венчается разрез образованиями горстийского яруса лудловского отдела верхнего силура.

Силурийские породы, за исключением самой нижней части пройденного разреза, где залегают чистые известняки, сложены карбонатным и глинистым материалом в разнообразных соотношениях. Чаще всего встречаются мергели известковисто-доломитовые и доломитисто-известковые, доломиты глинистые и известковистые глинистые. Карбонатность пород, начиная с кровли и до верхней части толщи телического яруса, преимущественно доломитовая, затем вниз постепенно начинает меняться на известковую. Цвет пород серый, реже – светло-серый, иногда с бежевым или зеленоватым оттенком. Текстура обычно массивная, редко – брекчиевидная и тонкослоистая, структура – преимущественно пелитоморфно-микрозернистая и микро-мелкозернистая.

Помимо миоспор, акритарх, остатков ихтиофауны и конодонтов, по которым произведено стратиграфическое расчленение разреза, в породах присутствуют остатки иглокожих, брахиопод, остракод, мшанок, червей, другой бентосной фауны и водорослей. По всему изученному разрезу (от горсти до телича включительно) встречается гипс. Выделяются три морфологических вида его проявлений: (1) гнезда-желваки, (2) выполнение трещин, (3) выполнение фенестральных полостей.

Чаще всего встречаются гнезда-желваки. Их размер обычно от нескольких миллиметров до 2,5 см, а самое крупное из отмеченных проявлений этого типа имеет величину 3×4 см. Цвет гипсовых гнезд-желваков светло-оранжевый, оранжевый, розовый, белый, серый. Гипс сахаровидный и пластинчатый. В последнем случае, особенно когда пластины крупные, гипс бесцветный или желтоватый.

Трещины с гипсом вертикальные. Их ширина от 2 до 6 мм. Гипс в них пластинчатый и крупнопластинчатый, иногда волокнистый, бесцветный. Ориентировка гипсовых кристаллов обычно горизонтально параллельна, реже перпендикулярна стенкам трещин, иногда – под углом 30° к горизонту.

Реже всего гипс выполняет фенестральные полости (поры усыхания или очень ранние разрывы в быстро литифицирующемся осадке). Фенестры приурочены к верхней части разреза и имеют угловатую, то вытянутую, то изометричную форму; их размер от нескольких миллиметров до 1,5 см. Гипс в них бесцветный и прозрачный, монокристаллический.

Примечательны три особенности локализации гипса в породах. Во-первых, несмотря на частую встречаемость гипсовых проявлений в разрезе, не обнаружено ни пластов гипса, ни, хотя бы, его прослоек, проходящих через весь керн. Во-вторых, в разрезе, а иногда даже в одном образце керна соседствуют плотноупакованные желваки гипса, образование которых возможно в нелитифицированном субстрате, и гипс в вертикальных четко очерченных трещинах, которые могли появиться лишь в хрупкой консолидированной породе. В-третьих, отметим ассоциацию выделений гипса с остатками бентосной фауны, в т. ч. явно стеногалинной.

Изотопный состав серы в гипсе силурийских отложений (таблица) интересно сравнить с таковым для гипса из образований нижнего девона, ордовика, кембрия и верхнего протерозоя на территории Северной и Средней Беларуси. Эти гипсовые проявления (гнезда, желваки, выполнения трещин и пор в породах) по особенностям локализации и морфологии похожи на обнаруженные в силурийских отложениях скв. Давтюны Зк.

Происхождение гипса в нижнедевонских, ордовикских, кембрийских и верхнепротерозийских отложениях было объяснено влиянием нисходящих рассолов среднедевонского (эйфельского) бассейна галогенеза, продуктом которого являются пластовые гипсы, широко распространенные в Оршанской впадине, на Белорусской антеклизе, Латвийской и Жлобинской седловинах [3]. Важным аргументом этой версии стал изотопный состав серы гипса. Диапазоны и средние арифметические значения  $\delta^{34}\text{S}$  таковы: нижний девон (ЭМС) – 14,3–19,4 ( $17,7 \pm 0,3\text{‰}$ ), ордовик – 15,2–20,0 ( $18,8 \pm 0,4\text{‰}$ ), кембрий – 15,4–22,0 ( $19,4 \pm 0,9\text{‰}$ ), верхний протерозой – 16,3–19,9 ( $18,6 \pm 0,6\text{‰}$ ). Как видим, изотопные характеристики гипса в этих

**Изотопный состав серы гипса в силурийских отложениях скв. Давтюны Зк**

Глубина, м	Вмещающая порода	Форма проявления гипса	$\delta^{34}\text{S}$ , ‰ (CDT)
<b>Нижний силур, венлокский отдел, гомерский ярус</b>			
159,0	Доломит известковистый глинистый	Выполнение фенестр и гнезда-желваки	26,7
159,2	– " –	Гнезда-желваки	22,7
160,5	– " –	– " –	23,7
161,6	– " –	– " –	22,3
<b>Нижний силур, венлокский отдел, шейнвудский ярус</b>			
163,4	Доломит глинистый	Гнезда-желваки	25,7
174,0	– " –	Выполнение трещин	24,0
178,6	– " –	Гнезда-желваки	23,6
184,5	Мергель известковисто-доломитовый	– " –	21,7
188,0	Мергель доломитовый	Выполнение трещин	21,7
189,0	Мергель известковисто-доломитовый	Выполнение трещин и гнезда-желваки	21,8
194,5	Мергель известковисто-доломитовый	Выполнение трещин	21,7
<b>Нижний силур, пландоверийский отдел, телический ярус</b>			
204,0	Мергель глинистый известковисто-доломитовый	Гнезда-желваки	22,0
215,3	Мергель доломитисто-известковый	– " –	22,1
222,8	– " –	– " –	21,3

разновозрастных отложениях весьма близки между собой, но, самое главное, что они близки цифрам для пластового эйфельского гипса ( $16,9 \pm 0,3$  ‰), свойственным, в свою очередь, сульфатам среднего девона на глобальной хемостратиграфической кривой (~19 ‰) [5]. Изотопный состав серы гипса из силурийских отложений нашего разреза ощутимо более тяжелый: значения  $\delta^{34}\text{S}$  изменяются от 21,3 до 26,7, в среднем составляют  $22,9 \pm 0,4$  ‰ и близки диапазону значений (~24–28 ‰), характерному для силура на фанерозойской изотопной кривой [5; 7]. Это указывает на то, что проявления гипса в силурийских отложениях северо-запада Беларуси, в отличие от таковых в нижнем девоне, ордовике, кембрии и верхнем протерозое, образованных под влиянием нисходящих эйфельских рассолов, сформировались с участием сгущенной силурийской морской воды. Данный тезис с общегеологических позиций можно подкрепить тем, что эйфельские отложения, перекрывающие силурийские в изучавшемся разрезе и окрестностях, не содержат пластов гипса, что свидетельствует об отсутствии здесь среднедевонского эвaporитового бассейна, рассолы которого могли бы быть потенциальным агентом гипсообразования в нижележащих отложениях.

Следующий из изотопных данных вывод о том, что источником гипсообразующих рассолов, являлась силурийская морская вода, еще не раскрывает механизма гипсообразования. Для создания модели процесса этот вывод должен быть согласован со следующими двумя фактами.

(1) Образование гипса было постседиментационным, что вытекает из нахождения его в породах вместе с остатками нормально-морской фауны, форм его локализации и отсутствия в разрезе гипсовых прослоев. (2) Оно осуществлялось как в нелитифицированном (гнезда-желваки), так и литифицированном (выполнение трещин и фенестр) глинисто-карбонатном субстрате.

Нам представляется, что канвой предлагаемой модели формирования гипса в силурийских отложениях на северо-западе Беларуси может стать предположение о связанном с миграцией береговой линии частом чередовании здесь трех фациальных обстановок: мелководной подприливной, межприливной и надприливной. Данное предположение вполне вероятно для этой, самой прибрежной, части обширного Балтийского седиментационного бассейна. Важной чертой эволюции фациальных условий на этой территории было также несомненное существование нередких и, вероятно, долгих перерывов в осадконакоплении. Это вытекает

из сопоставления длительности накопления и мощности изучавшейся части силурийского разреза в скв. Давтюны Зк. Наконец, по аналогии с районами современной карбонатной седиментации можно допустить, что на фоне быстрой консолидации накапливающихся силурийских осадков, характерной для подприливной мелководной и межприливной зон, в разрезе имело место чередование литифицированных и нелитифицированных пластов [2].

С учетом сказанного выше, модель гипсообразования в силурийских отложениях Беларуси выглядит следующим образом. В связи с частыми колебаниями уровня моря глинисто-карбонатные и карбонатно-глинистые отложения, накапливавшиеся в подприливной и межприливной обстановках периодически выводились в субаэральные условия. Это были эпизоды перерывов в осадконакоплении. Территория представляла собой пляж, сложенный неравномерно литифицированными осадками, который заливался морской водой во время сильных штормов и ветровых нагонов. После них здесь, в наиболее пониженных частях рельефа плоской надприливной равнины, определенное время сохранялась морская вода. В условиях аридного климата, существование которых можно предполагать, исходя из расположения территории Беларуси в силуре вблизи экватора [6], она подвергалась интенсивному испарению и, будучи уже сконцентрированной на поверхности, просачивалась в карбонатный осадок и насыщала его. Здесь «включалось» внутригрунтовое испарение, вызывавшее формирование гнезд-желваков гипса в не успевших литифицироваться осадках и выполнение гипсом трещин и фенестр в литифицированном субстрате. Модель такого своеобразного диагенетического гипсообразования реализуется в пределах целого ряда современных надприливных равнин [8].

#### Список литературы

1. Геология Беларуси / ред. А.С. Махнach [и др.]. – Mn.: Институт геологических наук НАН Беларуси, 2001. – 815 с.
2. Махнach А.А. Стадиальный анализ литогенеза: учеб. пособие. – Минск: БГУ, 2000. – 255 с.
3. Махнach А.А., Ефремов Г.М., Иванова Т.В. Изотопный состав серы сульфатных минералов Белоруссии // Доклады АН БССР. – 1987. – Т. XXXI, № 3. – С. 260–263.
4. Плакс Д.П., Кручек С.А., Обуховская В.Ю. Новые местные стратиграфические подразделения верхнего силура и среднего девона северо-западной части Белорусской антеклизы // Літасфера. – 2016. – № 1 (44). – С. 3–25.
5. Kampschulte A., Strauss H. The sulfur isotopic evolution of Phanerozoic sea water based on the analysis of structurally substituted sulphate in carbonates // Chemical Geology. – 2004. – № 204. – P. – 255–286.
6. Nance R.D., Linnemann U. The Rheic Ocean: Origin, Evolution, and Significance // GSA Today. – 2008. – V. 18, N 12. – P. 4–12.
7. Paytan A., Gray E.T. Sulfur Isotope Stratigraphy // The Geologic Time Scale 2012. Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris, San Diego, San Francisco, Singapore, Sydney, Tokyo: Elsevier, 2012.– P. 167–180.
8. West I.M., Yehia Ali A., Hilmy M. E. Primary gypsum nodules in a modern sabkha on the Mediterranean coast of Egypt // Geology. – 1979. – V. 7, N 7. – P. 354–358.

## ОЦЕНКА ЭТАПОВ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА РАЗРАБОТКИ ТОРФЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

**А.В. Михайлов<sup>1</sup>, А.И. Жигульская<sup>2</sup>, Т.Б. Яконовская<sup>2</sup>, М.А. Жигульский<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Санкт-Петербургский горный университет,  
г. Санкт-Петербург, Россия, e-mail: erpc68@mail.ru;*  
<sup>2</sup>*Тверской государственный технический университет,  
г. Тверь, Россия, e-mail: 9051963@gmail.com*

*Рассмотрены этапы жизненного цикла торфяного месторождения с позиций традиционных технологий разработки и технологии комплексного использования его ресурсов. Предложен способ проведения вскрышных работ методом сплошного фрезерования для последующего комплексного использования торфяных ресурсов.*

**Ключевые слова:** торфяное месторождение; жизненный цикл; рациональное использование; вскрыша; сплошное фрезерование.

## THE LIFE CYCLE ASSESSMENT STUDY OF PEAT DEPOSIR

**A. Mikhailov<sup>1</sup>, A. Zhigulskaya<sup>2</sup>, T. Yaconovskaya<sup>2</sup>, M. A. Zhigulskiy<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*St. Petersburg Mining University, Saint Petersburg, Russia;*

<sup>2</sup>*Tver State Technical University, Tver, Russia*

*The stages of the life cycle of a peat deposit are considered from the standpoint of traditional technologies of development and technology of integrated use of peat deposit resources. A method for conducting stripping works by the method of continuous milling of a peat deposit for the subsequent complex use of peat resources is proposed.*

**Keywords:** peat deposit; life cycle; rational use; stripping; continuous milling.

Современный этап экономического развития России характеризуется необходимостью всесторонней модернизации промышленного производства. Особое внимание при этом уделяется отраслям горнодобывающего сектора экономики, так как именно они в настоящее время приносят свыше 50 % ВВП России. Существующие технологии добычи полезных ископаемых требуют новых подходов к проектированию, отвечающих современным требованиям экономики. Главным постулатом при разработке новых горнодобывающих технологий становится принцип рационального природопользования [1; 6]. Учитывая, что торфяные ресурсы относятся к общераспространенным полезным ископаемым и широко представлены на территориях многих субъектов РФ, возникает вопрос, как максимально эффективно и рационально их использовать, соблюдая при этом экологические, технологические, социальные и экономические принципы развития. Инженерно-экономический подход к технологии разработки торфяного месторождения основан, прежде всего, на снижении негативного антропогенного воздействия производства на окружающую среду, на учете принципов социально-экономической эффективности новой технологии производства торфяной продукции [2].

В настоящее время на территории России площадь выработанных торфяных месторождений составляет около 900 тыс. га. Из них 70 % являются полями фрезерной добычи торфа. При этом в европейской части России расположено 70 % всех выработанных торфяных месторождений, используются только 20–30 % их площадей. Например, в Тверской области в целом выработано около 6 % торфяных месторождений, а в зоне рекреации г. Твери они занимают 15 % всей территории. Большинство нарушенных торфяных месторождений представлены карьерами и полями добычи торфа, частично регенерируемых естественным путем. По эколого-геологическим условиям – это соответствует экологическому риску, а при оценке состояния только месторождений – экологическому бедствию [3; 5].

Особую тревогу вызывает отсутствие объективных данных об их современном состоянии. Это результат нерационального освоения торфяных месторождений, характера их использования до и после нарушения. Важнейшей проблемой при их эксплуатации является

угроза торфяного пожара. Негативные последствия пожаров проявляются в большом экологическом и экономическом ущербах лесному хозяйству, здоровью граждан и безопасному движению транспорта. Поэтому в качестве меры по предотвращению угрозы пожароопасной ситуации правительство РФ предлагает восстановить торфяную промышленность. Это поможет вовремя отслеживать пожароопасную ситуацию и применять меры по снижению угрозы торфяных и лесных пожаров. В связи с этим при разработке технологий подготовки и добычи торфа следует учитывать угрозу возникновения пожаров на месторождениях. Учитывая, что основным способом добычи торфа в современных условиях, считается фрезерный способ, важно отметить, что он так же является наиболее пожароопасным.

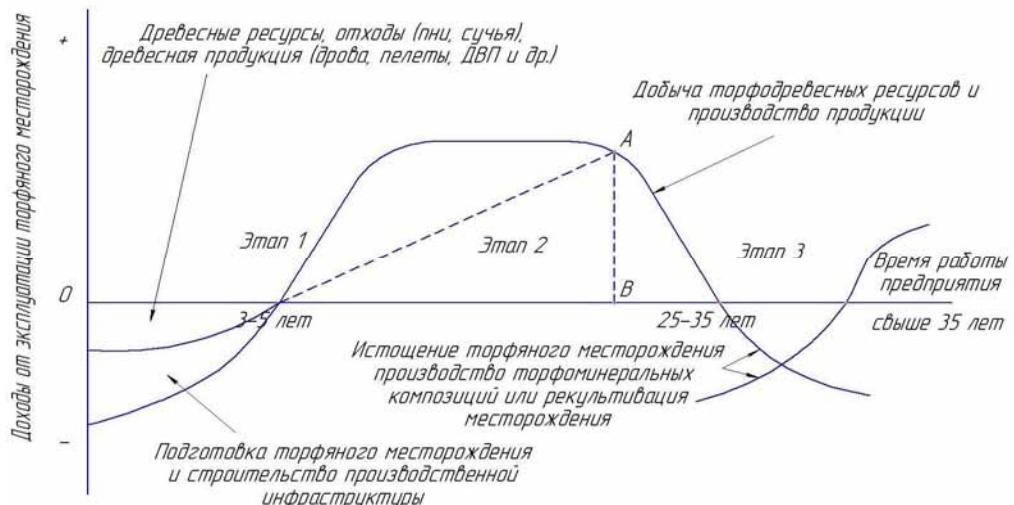
Отличительной особенностью торфяного месторождения, разрабатываемого фрезерным способом, является наиболее интенсивное осушение, формирование минимального (по регламенту) микрорельефа. Они отличаются минимальными пьезометрическими градиентами, практически полной сглаженностью поверхности и долго работающей осушительной системой. Растительный покров этих месторождений крайне однороден, как правило, это лесоболотные или лугово-болотные группировки растительности. С другой стороны, система осушения может стать достаточно просто системой водоснабжения, а повышение уровня воды в канавах способствует росту неустойчивости торфяного месторождения и его постепенному переобводнению. Однако дефицит и межгодовое колебание поступающей атмосферной и грунтовой воды длительное время будут ограничивать скорость регенерации такого месторождения. Этот процесс слабо управляемый, и поэтому восстановление неустойчиво и долгое время будет колебаться между экосистемами леса и луга, что формирует мелколесье. Это делает такие месторождения наиболее пожароопасными [1; 5].

Однако, разработка заброшенных торфяных месторождений становится экономически целесообразной в случае комплексного использования торфяных ресурсов. При этом следует разработать новый технологический подход к подготовке торфяного месторождения. Этот метод в отличие от традиционной технологии подготовки торфяного месторождения должен максимально снижать угрозу возникновения пожара, позволять производить несколько видов торфяной продукции и быть безотходным. Таким методом в условиях мелколесья является сплошное фрезерование. Из полученного сырья организуется производство различной торфодревесной продукции.

Используемые ранее способы подготовки торфяных месторождений предлагали последовательное проведение технологических операций с последующим попутным производством древесной продукции (в случае если на месторождении произрастала деловая древесина) и утилизацией древесных отходов (пней, сучьев, кустарника). И только после проведения подготовительных работ начиналась крупномасштабная добыча торфа различного промышленного назначения (рисунок 1).

Первый этап жизненного цикла освоения торфяного месторождения характеризуется значительными капитальными вложениями и возможным небольшим производством низкокачественной древесной продукции, которая в целом для предприятия убыточна, так как ее производство слишком затратное, а потребительские свойства – низкие (например, дрова, горбыль, низкокачественные доски, технологическая щепа). Если удается найти рынок сбыта, то получаемые доходы лишь ненамного уменьшают убыток от производства. В противном случае она превращается в отходы и сжигается – это прямые убытки. А так как осушение залежи до эксплуатационной влажности верхнего слоя длится не менее 3–5 лет в зависимости от типа залежи, то начать добычу раньше и покрыть убытки первых 3–5 лет существования предприятия не представляется возможным. В этой связи срок окупаемости первоначальных инвестиций увеличивается [4].

Отличительной особенностью подготовки путем вскрыши месторождения методом сплошного фрезерования торфяной залежи является совмещение операций подготовки и добычи торфяного сырья с последующим производством торфодревесной продукции (рисунок 2).

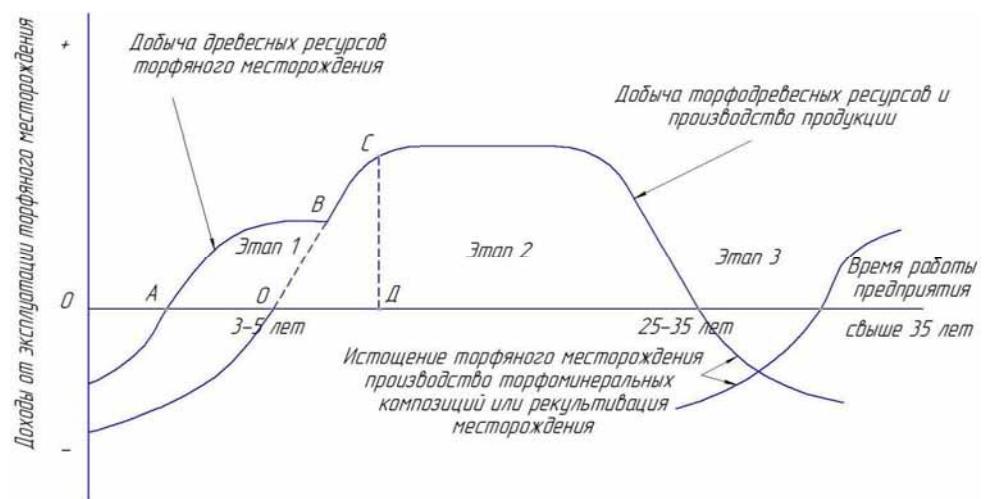


**Рисунок 1. Этапы жизненного цикла освоения торфяного производства, виды торфяной продукции и доходы (традиционные технологии подготовки и добычи):**

**1 этап** жизненного цикла освоения 3 – 5 лет – разведка, строительство и подготовка месторождения к эксплуатации (сводка леса, осушение, корчевка, профилирование – традиционные технологии подготовки);

**2 этап** жизненного цикла освоения 25 – 35 лет – эксплуатация (добыча) месторождения (срок эксплуатации торфяного месторождения зависит от величины балансовых запасов и производственной программы). Точка А – граница объема добычи, после которого доходы от эксплуатации месторождения начинают постепенно снижаться;

**3 этап** жизненного цикла освоения >35 лет – характеризуется истощением торфяной залежи (торф обладает высокой зольностью из-за близости минерального дна)



**Рисунок 2. Этапы жизненного цикла освоения торфяного производства, виды продукции и доходы (новая технология подготовки торфяного месторождения):**

**1 этап** жизненного цикла освоения 3–5 лет – подготовка торфяного месторождения путем комплексной переработки торфяных ресурсов методом сплошного фрезерования залежи, с последующим получением торфодревесного сырья и производством торфодревесной продукции (площадь АОВ);

**2 этап** жизненного цикла освоения 25–35 лет – последующий период добычи торфодревесного сырья с использованием торфа и погребенной древесины, пней (срок эксплуатации зависит от величины балансовых запасов и производственной программы). Точка В – показывает объем добычи торфодревесных ресурсов, а точка С – характеризует выход на проектную мощность;

**3 этап** жизненного цикла освоения >35 лет – истощение торфодревесных ресурсов месторождения, появление участков минерального дна залежи и производство торфоминеральных композиций. Здесь, так же возможно переведение торфяного производства в другое производство путем рекультивации залежи для нужд сельского хозяйства, прудового или лесного хозяйства

Для получения такой продукции подходит любое месторождение торфа, особых требований к качественным геологическим характеристикам торфяного сырья не требуется. Если традиционные технологии добычи торфа заведомо предъявляли жесткие требования к тор-

фяному сырью по степени разложения, пнистости, зольности и были ориентированы лишь на один вид производства торфяной продукции (топливный или сельскохозяйственный торф), то для метода комплексной разработки торфяных ресурсов подходит торф любых качественных характеристик, в том числе и некондиционный с высокой засоренностью и зольностью и низкой степенью разложения [7].

Учитывая, что в Тверской области имеется огромное количество именно верховых торфяных месторождений слабой или малой степени разложения с большим содержанием пней и торфяной древесины, с произрастающим на поверхности кустарником и тонкомерными деревьями, то технология комплексной переработки таких торфяных месторождений с совмещение этапов подготовки и добычи торфодревесного сырья становится перспективным способом вовлечения этих ресурсов в хозяйственное использование.

Так же, следует отметить, что требования к влажности такой продукции изменяются в диапазоне от 50 до 80 %. Это означает, что процесс производства торфодревесной продукции можно начать раньше, как только торфяное месторождение приобретет необходимую несущую способность. Причем влажность торфодревесного сырья выше 50 %, что исключает возможность развития процессов саморазогревания и самовозгорания продукции и торфяной залежи.

Важным экономическим аспектом технологии сплошного фрезерования является возможность получения устойчивых доходов от производства торфодревесной продукции уже в первые годы функционирования торфяного предприятия. Это, в свою очередь, приведет к сокращению сроков окупаемости первоначальных инвестиций на первом этапе жизненного цикла освоения торфяного месторождения (точка А на рисунке 2).

В заключении можно отметить, что в рамках инженерного подхода к разработке метода комплексного использования ресурсов торфяных месторождений способом сплошного фрезерования учитываются следующие аспекты: снижение природоохранных рисков, возникающих в процессе производства торфяной продукции; сокращение числа технологического оборудования; совмещение этапов подготовки залежи и добычи торфодревесного сырья; начало производства готовой продукции с первых этапов работы предприятия, то есть постепенное наращивание объемов добычи торфодревесного сырья. В рамках экономического подхода – это в первую очередь сокращение величины первоначальных инвестиций в технологический комплекс подготовительного и добывочного оборудования, а также сокращение сроков их окупаемости практически в 2 раза.

#### Список литературы

1. Комплексное использование торфяных и древесных ресурсов / Б.Ф. Зюзин, А.И. Жигульская, Т.Б. Яконовская, М.А. Жигульский, М.А. Оганисян // Проблемы рационального использования природных ресурсов и устойчивое развитие Полесья: сб. докл. Междунар. науч. конф. (Минск, 14–17 сент. 2016 г.). В 2 т. Т. 2 // Нац. акад. наук Беларусь, редкол. В.Г. Гусаков (гл. ред.). – Минск: Беларуская навука, 2016. – С. 152–156.
2. Обоснование полевой технологии получения качественного формованного торфа ненарушенной структуры // А.В. Михайлов, Э.А. Кремчеев, Д.О. Нагорнов, К.В. Епифанцев / Наука – образование, производству, экономике : матер. 8 междунар. научно-техн. конфер. Белорусский национальный технический университет, Минск, 2010, Т. 1. – С. 257.
3. Природоохранная технология добычи торфодревесного сырья/ А.И. Жигульская, О.В. Шамбер, Т.Б. Яконовская, М.А. Жигульский, И.С. Бурмистров, М.А. Оганисян // Актуальные проблемы безопасности жизнедеятельности и экологии : матер. II-й Междунар. научно-практ. конфер. –Тверь: ТвГТУ, 2016. – С. 120–122.
4. Современные направления модернизации комплексов оборудования в связи с эволюцией способов добычи торфа // П.А. Яконовский, А.И. Жигульская, Б.Ф. Зюзин, Т.Б. Яконовская, А.М. Гусева, А.С. Оганесян / Горный информационно-аналитический бюллетень. – М., 2015. № 6. – С. 67–73.
5. Торфяное производство как элемент горнопромышленной системы/ А.И. Жигульская, Т.Б. Яконовская, Е.О. Корнильев, А.С. Оганесян // Рукопись деп. в изд-ве МГГУ от 8.06.2016 г. № 1080/8-16. 4 с. // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: МГГУ, 2016. № 8. – С. 52.
6. Торфяные ресурсы Северо-западного федерального округа России и перспективы их освоения / А.В. Михайлов, С.Л. Иванов, А.В. Большунов, Э.А. Кремчеев // Записки Горного института. 2013. Т. 2. – С. 226–230.
7. Яконовская Т.Б., Жигульская А.И. Новое оборудование и технологии комплексной безотходной добычи и переработки ресурсов торфяного месторождения: учебное пособие. – Изд. 2-е, переработанное. – Тверь: ФГБОУ ВО ТвГТУ; издатель А.Н. Кондратьев, 2016. – 160 с.

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
МОРФОСТРУКТУРНО-НЕОТЕКТОНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА  
ДЛЯ ОЦЕНКИ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ И ТРАНСФОРМАЦИИ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В УКРАИНЕ**

**В.П. Палиенко**

Институт географии НАН Украины,  
г. Киев, Украина, e-mail: v\_palienko@ukr.net

*Проанализированы возможности проведения морфоструктурных и неотектонических исследований с целью изучения условий формирования месторождений полезных ископаемых разных видов.*

**Ключевые слова:** морфоструктуры; неотектоника; методолого-методическое обеспечение специализированных исследований; перспективы региональных работ.

**THE PERSPECTIVES OF MORPHOSTRUCTURAL AND NEOTECTONIC ANALYSIS  
USE FOR THE ASSESSMENT OF THE CONDITIONS OF THE FORMATION  
AND TRANSFORMATION OF MINERAL DEPOSITS IN UKRAINE**

**V.P. Palienko**

Institute of Geography of the NAS of Ukraine, Kiev, Ukraine

*The possibilities of implementation of morphostructural and neotectonic studies for the purpose of investigation of the conditions of mineral deposits formation of different types have been analyzed.*

**Keywords:** morphostructures; neotectonics; the methodology and systematic maintenance of specialized investigations; the perspectives of regional works

Проблемы освоения минерально-сырьевой базы Украины на современном этапе определяются значительным сокращением поисковых и поисково-разведочных работ в связи с существующими ограничениями бюджетного финансирования геологической отрасли, весьма слабой аргументированностью прогнозирования объектов, с которыми могут быть связаны месторождения полезных ископаемых разных видов, недостаточным методическим обеспечением проведения рационально организованных и малозатратных исследований.

В числе перспективных для использования специализированных методов научных исследований одно из приоритетных мест занимают методы морфоструктурного и неотектонического анализа, позволяющие оценить условия и факторы формирования трансформации, либо деструкции известных месторождений, а также прогнозировать перспективные поисковые объекты в районах с разными морфоструктурными и геодинамическими условиями.

Проведение малозатратных поисковых морфоструктурно-неотектонических исследований на современном этапе обусловлено острой необходимостью расширения минерально-сырьевой базы в сложившихся непростых экономических условиях Украины.

Методолого-методическая база проведения таких работ обеспечивается достаточно большим арсеналом методов морфометрического, геоморфологического, структурно-геоморфологического, морфодинамического, неогеодинамического анализа, использующихся для обоснования наиболее и эффективных направлений поисковых исследований. Такие исследования проводятся с использованием индикаторов ресурсовмещающих или ресурсоинформационных с точки зрения поисков геоморфологических (морфоструктурных) объектов [1; 2; 3; 5; 7; 9].

К числу первых относятся формы рельефа (морфоструктуры), к которым приурочены месторождения полезных ископаемых, в частности разного типа россыпи, к числу вторых – формы рельефа (морфоструктуры), с которыми непосредственно не связаны месторождения, но являющиеся индикаторами их размещения в разных условиях. Чаще всего ресурсоинформационные геоморфологические (морфоструктурные) объекты дают возможность выявить

структурные ловушки месторождений нефти и газа, каналы миграции углеводородов, флюидов и др.

В Украине морфоструктурно-неотектонические исследования наиболее широко использовались и используются в нефтегазоносных провинциях с целью выявления новых перспективных объектов или доизучения уже известных. Установлено, что месторождения углеводородов приурочены к платформенным и прилегающим к орогенам региональным морфоструктурам, которые испытывали в течение неотектонического этапа опускания, отставали в поднятиях по сравнению со смежными морфоструктурами или опережали их при опусканиях [1; 5; 6; 7].

Для проведения исследований в нефтегазоносных областях, которые испытали дифференцированные неотектонические движения земной коры используют различные методы исследований с учетом соответствия либо несоответствия структурных планов.

Установлено, что соответствие неотектонического структурного плана и более древних будет наиболее полным в районах с проявлением унаследованности направленности неотектонических движений земной коры (опусканий, поднятий). В районах проявления знакопеременных движений, там, где амплитуды послеинверсионных движений значительно превышают амплитуды доинверсионных, наблюдается несоответствие структурных планов нефтегазовмещающих толщ и неотектонического. В таких условиях эффективность использования методов морфоструктурно-неотектонического анализа для поиска перспективных объектов весьма понижается.

Большое значение для постановки поисковых морфоструктурно-неотектонических исследований в нефтегазоносных областях имеет обоснование геолого-геоморфологических признаков наличия локальных нефтегазоносных структур с преимущественно аккумулятивными, денудационными и изменяющимися во времени трендами развития. В настоящее время, когда одним из наиболее перспективных поисковых направлений упоминается выявление малых месторождений углеводородов, морфоструктурно-неотектонический анализ может способствовать расширению базы перспективных объектов в пределах всех нефтегазоносных областей Украины.

Проведение специализированных морфоструктурно-неотектонических исследований является также достаточно эффективным в районах формирования россыпных месторождений. Они ориентированы на выявление морфоструктур, благоприятных для образования россыпей, а также оценки неотектонических условий, с точки зрения влияния активизаций неотектонических движений земной коры на процессы деформации, деструкции, захоронения (консервации) месторождений на этапах после их формирования.

В районах проявления разной интенсивности неотектонических поднятий наиболее благоприятными для формирования россыпей являются долины-грабены, участки пересечения современными долинами морфоструктурно-неотектонических узлов, древних (возможно погребенных) долин, в пределах которых были выявлены россыпи на более ранних этапах развития, ловушки подпруживания в местах пересечения продольных и поперечных приразломных долин. Особое внимание следует уделять уточнению расположения активных разломов, участкам изменения плана речных долин, участкам с аномальными глубинными врезами, участкам проявления деструкции коренных месторождений и аккумуляции россыпей.

В районах проявления относительных или абсолютных опусканий наиболее перспективными для поисков россыпей являются приустьевые участки речных долин и их притоков, дельты, древние конусы выноса, озерные впадины, древние долины с комплексами погребенных террас. Комплексный анализ разновозрастного аллювия в современных и погребенных долинах позволяет выявить этапы накопления аллювиальных россыпей и, соответственно определить участки, наиболее перспективные для их поисков [2; 3; 4; 8; 9].

С точки зрения эффективности применения морфоструктурно-неотектонических методов с целью решения поисковых задач в Украине особого внимания заслуживают зоны сочленения морфоструктур с разной направленностью неотектонических движений земной коры. Такие условия характерны для предгорных прогибов и впадин, где наблюдаются слож-

ные морфоструктурные условия, определяющие формирование россыпей разных типов в ловушках разгрузки, для зон сочленения суши и морских акваторий, где формируются комбинированные аллювиально-морские россыпи.

Перспективы проведения морфоструктурно-неотектонических поисковых работ в платформенной части территории Украины наиболее реальны для западной, северо-западной и центральной части Украинского щита, северо-западной части Донецкой морфоструктуры, южной части Приазовской морфоструктуры, юго-западного склона Воронежской морфоструктуры и прилегающих к ним морфоструктур, отстающих в поднятиях, либо периодически испытывающих неотектонические опускания.

В орогенных областях Украины достаточно широко распространены россыпи золота. Благоприятными условиями их формирования в Украинских Карпатах характеризуются бассейны Белого и Черного Черемоша в Верховинском и Чивчинском районах. Повышенная золотоносность аллювия отмечается в пределах Покутского, Внешнекарпатского, Центрально-карпатского, Внутреннекарпатского, Чивчинского «морфоструктурных поясов» и «морфоструктурных узлов», а также в зонах их контактов.

Особая роль в оценивании обеспеченности территории полезными ископаемыми и в Украине перспектив расширения минерально-сырьевой базы принадлежит специализированному морфоструктурно-неотектоническому картографированию, в процессе которого важное значение приобретает определение информативных поисковых критериев, моделирование благоприятных для формирования месторождений морфоструктур, а также анализ эпигенетических трансформационных либо деструктивных факторов, проявляющихся уже после образования месторождений.

Для выявления закономерностей размещения месторождений полезных ископаемых разных видов в неоднородных морфоструктурно-неотектонических условиях целенаправленные исследования проводятся в рамках нескольких этапов, предполагающих использование специализированных методических приемов. На первом этапе выявляются особенности морфоструктурного плана территории оценивается роль глубинных площадных и линейных тектонических структур в его формировании; на втором – оцениваются морфоструктурные предпосылки формирования месторождений полезных ископаемых разных типов; на третьем – проводится анализ неогеодинамики, с чем связана дифференцированность в пространстве и во времени условий формирования и потенциальной трансформации месторождений; на четвертом – обосновываются перспективные направления прогнозирования формирования новых или переформирования уже известных месторождений в разных морфоструктурно-неотектонических условиях.

### Список литературы

1. Волков Н.Г., Палиенко В.П., Соколовский И.Л. Морфоструктурный анализ нефтегазоносных областей Украины. – Киев: Наук. думка, 1981. – 220 с.
2. Волчанская И.К., Сапожникова Е.Н. Анализ рельефа при поисках месторождений полезных ископаемых. – Москва: Недра, 1990. – 159 с.
3. Воскресенский С.С. Геоморфология россыпей. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985. – 208 с.
4. Корчуганова Н.И., Колстенко Н.П., Межеловский И.Н. Неотектонические методы поисков полезных ископаемых. – М.: МГР РФ, Геокарт МГТР, 2001. – 212 с.
5. Морфоструктурно-неотектонічний аналіх території України (концептуальні засади, методи, реалізація). (за ред. В.П. Палієнко). – Київ: Наук. думка, 2013. – 263 с.
6. Палієнко В.П. Загальні підходи та принципи морфоструктурних і неотектонічних досліджень при розв'язанні пошуково-прогнозних питань // Мінеральні ресурси України. – 2010, № 3. – С. 36–40.
7. Палієнко В.П. Основні напрями пошукових морфоструктурних і неотектонічних досліджень // УГЖ, 2014. – № 4. – С. 17–21.
8. Палиенко Э.Т. Поисковая и инженерная геоморфология. – К.: Вища школа, 1978. – 198 с.
9. Симонов Ю.Г. Принципы поисковой геоморфологии // Поисковая геоморфология. Вопр. геогр. Сб. 92. – М., 1973. – С. 8–17.

# ИДЕНТИФИКАЦИЯ СТРУКТУРНО-ВЕЩЕСТВЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ КАМЕННОЙ СОЛИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Н.С. Петрова<sup>1</sup>, Н.Ю. Денисова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, e-mail: petrova@geology.org.by;

<sup>2</sup>Государственное предприятие НПЦ по геологии филиал «Институт геологии», Минск, Беларусь

*Систематизированы и обобщены материалы по структурно-вещественной характеристике каменной соли соленосных толщ Припятского калиевоносного бассейна. Приведена последовательность описания макро- и микроскопических признаков каменной соли при изучении образцов и штуковых проб. Определены особенности структур и текстур каменной соли и факторы их формирования.*

**Ключевые слова:** галогенные породы; каменная соль; галит; структура; текстура; Припятский калиевоносный бассейн.

## THE IDENTIFICATION OF STRUCTURAL AND SUBSTANTIAL PARAMETERS FOR ROCK SALTS DURING A GEOLOGICAL EXPLORATION

N.S. Petrova<sup>1</sup>, N. J. Denisova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Belarussian State University, <sup>2</sup>The State Enterprise «SPC for Geology», Minsk, Belarus

*Materials on the structural and physical characteristics of the rock salts of salt-bearing section in the Pripyat Potassium Basin are systematized and generalized. The sequence of the descriptions of macro- and microscopic features for rock salt during ore samples studies is given. The specific features of rock salt structures and textures, the factors of their formation are defined.*

**Keywords:** Halogen rock; rock salt; halite; structure; texture; Pripyat Potassium Basin.

Систематическое изучение петрографии соляных пород было начато после открытия Старобинского месторождения. Первые исследования были проведены Я.Я. Яржемским, М.Л. Вороновой и В.А. Литвиненко в 1950–1951 гг. Результаты были опубликованы Я.Я. Яржемским [10; 11]. В те же годы петрографическую характеристику каменной соли для всего прогиба осуществил В.Н. Щербина [9]. Позднее петрографическая характеристика каменной соли соленосных формаций Припятского прогиба проведена В.П. Кириковым [6]. Большая работа по характеристике каменной соли проведена специалистами сектора минеральных солей Белорусского научно-исследовательского геологоразведочного института [2; 3; 5].

До настоящего времени в Беларуси, несмотря на проведенные детальные и комплексные минералого-петрографические исследования соленосных формаций Припятского прогиба, отсутствует исчерпывающее пособие и иллюстративный материал по структурным и текстурным особенностям собственно соляных пород, а также региональной характеристике специфических особенностей их структур и текстур.

*Принципы и критерии, использованные при систематике и обобщении материалов по структурно-вещественной характеристике каменной соли соленосных толщ Припятского калиевоносного бассейна.* Подготовка базовой классификации – систематики галогенных пород, и в особенности каменной соли, в связи с ее воздесущностью, должна дополняться более специализированными классификациями (по химическому составу, генетическим различиям). Это в полной мере становится ясно, когда сравниваются соленосные толщи Припятского бассейна разного возраста, в основном характеризующиеся близкими структурно-текстурными особенностями. Понимая всю сложность такого разделения, мы исходим из последующей вторичной оценки генезиса на основе корреляции с петротипами. В определенной степени для устранения классификационного петрографического парадокса мы пытаемся произвести деление строго по петрографическим признакам, а именно по минеральному составу и структуре. Галогенные породы являются одним из главных типов отложений осадочного выполнения платформенного чехла территории Беларуси. Элементарной единицей

строения разрезов являются прослои каменной соли, которые нередко чередуются с прослойями галопелитов, группируются в пакеты, затем в слои и пласти.

Галит-эвтонический минерал, позволяющий оценивать стадии сгущения рассолов и генетические особенности формирования отложений и характеризующий процессы и механизмы соляной седиментации. На основании этих исследований составлена коллекция из различных разновидностей каменной соли.

В основе типизации и классификации соляных пород лежат понятия: структура (размещение, величина и форма минеральных зерен или кристаллов) и текстура (особенности пространственного расположения минеральных агрегатов, различных по структуре и составу).

Терминология, используемая по отношению к структурам соляных пород, в значительной мере производна от терминологии, разработанной для пород изверженных [7]. Это вполне закономерно, учитывая принадлежность структур этих столь различных типов пород к группе кристаллически-зернистых и принципиальное сходство большинства характерных для них структурных соотношений. Рассмотрение текстур проведено с учетом микротекстур и макротекстур прослоев и слоев.

Ряд других показателей строения соляных отложений, их текстура, морфология тел и др., хотя и рассматриваются как весьма важные параметры, но в базовой классификации не учитываются.

Разнообразие генетических и морфологических структур и текстур, их сочетаний в конкретных породах определяет создание в них достаточно сложных морфоструктурных особенностей. Неоднозначность строения прослоев обусловлена, с одной стороны, многообразием форм осаждения материала, а с другой – такими особенностями пород как ранняя литификация осадка, химическая подвижность минералов, высокая способность к растворению, условия диагенеза и катагенеза. В свою очередь строение обуславливает тип и свойства соляных пород.

В рамках разработки базовой многоцелевой классификации галогенных образований Припятского калийносного бассейна использован единый принцип деления по структурно-вещественному составу, в котором учтены минеральный состав и структурная композиция элементов строения.

Своеобразие и разнообразие соляных пород Припятского калийносного бассейна с точки зрения их структурно-вещественной характеристики, поведения примесных и рассеянных галофильных компонентов определены процессами седиментогенеза, диагенеза и гипергенеза. Современный облик и состав напрямую зависят от степени изменения седиментационных особенностей отложений последующими процессами. Распознавание элементов исходных седиментационных особенностей пород, систематизация первичных и вторичных признаков и на их основе типизация пород по их петрохимическим параметрам являются целью настоящей работы.

*Последовательность описания макро- и микроскопических признаков каменной соли.* При литологическом описании керна могут быть выделены первичноседиментационные и постседиментационные разности каменной соли, характер стадийности преобразований в которых уточняется при микроскопических исследованиях в шлифах с целью дополнительной оценки микрофациальных обстановок литогенеза.

При макроописании основное внимание уделяется цветовому разнообразию, оценке гранулометрического спектра зерен, наблюдающейся ритмичности слоев каменной соли, наличию прослойков и включений несоляных примесей.

#### *Визуальные признаки*

1. окраска: бесцветные; окрашенные (белые, молочно-белые, зеленовато-оливковые, оттенки серого, синего, красного цветов);
2. характер распространения окраски: равномерная; неравномерная (окрашенные потоки, каемчатая, пламеневидная)
3. прозрачность
4. гранулометрический спектр
5. включения
6. распространение несоляных примесей

Каменная соль разноокрашенная разнозернистой структуры формировалась в процессе седиментации и позже до полного уплотнения породы, и в дальнейшем не испытывала существенных изменений. Наблюдаются структуры, возникшие в результате преобразования первично-седиментационных структур соли и сохраняющие их реликты (частичная перекристаллизация) или полностью утерявшие первоначальный облик (шпатовая соль). Среди типично постседиментационных структур выделяются флюидальные, в том числе специфическая структура течения, обусловленная процессами сжатия и деформации соли при тектогенезе, и волокнистая, образующаяся в трещинах.

Структура темноокрашенной и пестроокрашенной каменной соли преимущественно среднезернистая. На участках, загрязненных примесями, встречаются мелкие зерна. Даже в темных разновидностях каменной соли очень часто и в значительном количестве присутствуют зерна галита с хорошо сложившимися «лодочками» и «ёлочками». Обычно каменная соль в большей или меньшей степени загрязнена рассеянным глинистым (зеленовато-серым) или глинисто-ангидритовым (светло-серым) материалом то равномерно рассеянным в массе соли, то образующим гнезда и скопления значительных размеров (до 3–4 мм). Нередко загрязняющий материал собирается в полосы, ориентированные согласно слоистости.

Темноокрашенные разности каменной соли постоянно находятся в сочетании с более светлыми серыми и яркоокрашенными её разностями. Переход от серых и бурых разностей каменной соли к окрашенным – постепенный через желтовато-серую и желтую каменную соль.

Среди остальных разновидностей при макроскопическом описании отмечаются и легко выделяются мелко-микрозернистые (сахаровидная – чистая, песчаниковидная – загрязненная), шпатовая (гигантокристаллическая), флюидальная разных типов.

Изучение штуфной пробы в общем случае должно включать последовательный комплекс исследований, среди которых важнейшей составляющей является изучение в прозрачных шлифах (структурно-текстурная характеристика).

#### *Микроскопические признаки*

1. *соотношение зерен*: зернистые; кристаллически-зернистые; зонально-зернистые
2. *гранулометрический спектр*: микрозернистые; мелкозернистые; среднезернистые; крупнозернистые; гигантозернистые
3. *соотношение зерен по размеру*: равнозернистые; разнозернистые
4. *распространение зерен в пространстве*: дифференцированное; недифференцированное
5. *степень кристаллографической огранки*: изометрические; идиоморфные; гипидиоморфные; ксеноморфные
6. *характер контуров зерен*: отчетливые (ровные, прямолинейные); слаборазличимые; неотчетливые
7. *форма зерен*: округлая; овальная; линзовидная; вытянутая; угловатая; игольчатая; волокнистая
8. *примеси и включения*: характер распространения (в межслоевом пространстве, в межзерновом пространстве, внутри зерен (гнезда), внутри трещин, по вторичным трещинам, прожилки); состав (соляные – сильвин, карналлит), несолевые – органическое вещество, карбонаты, ангидрит, кварц, полевой шпат).

*Структуры и текстуры каменной соли.* Особенности структур и текстур каменной соли определяются процессами и механизмами кристаллизации. По генетическому признаку выделяются первично-седиментационные и постседиментационные группы структур. Кристаллизация из раствора ответственна за формирование первичных структур. Вторичные структуры связаны с процессами перекристаллизации, возрастанием крупности зерен (кристаллов), явлениями растворного метасоматоза и т. д.

В структурах каменной соли отражается размещение, величина и форма минеральных зерен/кристаллов, а в текстурах наблюдаются особенности пространственного расположения минеральных агрегатов, различных по структуре и, нередко, по составу. В основу выделения текстур соляных пород положены пространственные взаимоотношения отдельных компонентов и их ориентировка, мощность элементов слоистости, степень выдержанности элемен-

та в пространстве, а также способ выполнения пространства. Описание текстурных признаков наиболее тесно примыкает к макроскопическому изучению.

В основу выделения структур соляных пород положены размер и форма зерен соляных минералов, их взаимное расположение, степень кристалличности, включения, наличие минералов-примесей и их расположение. При микроскопическом исследовании соляных пород в описании структур обычно придерживаются последовательности: величина зерен → форма зерен → распространение (взаимоотношение) зерен в пространстве → внутреннее строение зерен → наличие несоляных примесей и их идентификация. Для характеристики структурных особенностей соляных пород соленосных толщ Припятского калиевого бассейна по величине зерен используется шкала размерности [9], которая несколько отличается от классификаций по размерности других авторов (таблица). Следует уточнить, что очень важным показателем является указание пределов изменения и преобладающего значения величины зерен.

#### **Основные классификации соляных пород по размерности зерен**

Структура	По В.Н. Щербине, 1961 [9]	По Я.Я. Яржемскому, 1971 [10]	По Т.М. Жарковой, 1981 [4]
Микрозернистая	до 1 мм	0,001–0,01 мм	Менее 0,5 мм
Тонкозернистая	Не выделена	Не выделена	0,5–1 мм
Мелкозернистая	1–3 мм	0,01–0,1 мм	1–2,5 мм
Среднезернистая	3–5 мм	0,1–0,25 мм	2,5–5 мм
Крупнозернистая	5–10 мм	0,25–5,0 мм	5–10 мм
Весьма крупнозернистая	Не выделена	5,0–10,0 мм	Не выделена
Гигантозернистая	> 10 мм	> 10 мм	Не выделена

Определены факторы литогенеза соленосных формаций и основные процессы, характерные для различных его стадий. Охарактеризованы литотипы и породные компоненты на разных уровнях организации вещества – минеральном (породные компоненты), породно-слоевом, фациальном, формационном, надформационном.

На минеральном уровне (зерна, или кристаллы галита) соленосных формаций идентифицируется аутигенное минералообразование, перекристаллизация, растворение-переотложение вещества, дегидратация, механическая деформация и некоторые другие. На породно-слоевом уровне (литотип) оцениваются цементация, перекристаллизация, бластез, уплотнение, процессы микроскладчатости, будинажа и развитие субгоризонтальной трещиноватости; на формационном уровне – влияние элизионных, инфильтрационных, гравитационно-рассольных, дислокационных (образование соляных структур в результате галотектонизма), метаморфогенных, а также рудо-, газогенерационных процессов.

#### **Список литературы**

1. Атлас структур и текстур галогенных пород СССР / Я.Я. Яржемский, А.Л. Протопопов, В.В. Лобанова и др. – Л.: Недра. – 1974. – 232 с.
2. Геология и петрография калийных солей Белоруссии. – Минск: Наука и техника, 1969. – 367 с.
3. Девонские соленосные формации Припятского прогиба / Р.Г. Гарецкий, В.З. Кислик, Э.А. Высоцкий [и др.]. – Минск: Наука и техника, 1982. – 208 с.
4. Жаркова Т. М. Классификация пород соленосных формаций // Основные проблемы соленакопления. – Новосибирск: Наука, 1981. – С. 168–186.
5. Калийные соли Припятского прогиба. – Минск: Наука и техника, 1984. – 182 с.
6. Кириков В.П. Основные этапы формирования галогенных отложений девона в Припятском прогибе и Днепровско-Донецкой впадине // Тр. ВСЕГЕИ, т. 91. 1963.
7. Классификация магматических (изверженных) пород и словарь терминов: Рекомендации Подкомис. по систематике изверженных пород Междунар. союза геол. наук / под ред. С.В. Ефремова – М.: Недра, 1997. – 248 с.
8. Шванов Ю.Н. Систематика и классификация осадочных пород и их аналогов. – Санкт-Петербург: Недра, 1998. – 352 с.
9. Щербина В.Н. Общая характеристика галитовых пород Припятского соляного бассейна // Тр. Ин-та геол. наук АН БССР, 1961, вып. 3. – С. 259–269.
10. Яржемский Я.Я. Микроскопическое изучение галогенных пород. – Новосибирск: Наука, 1966. – 63 с.
11. Яржемский Я.Я. Калийные и калиево-галогенные породы. – Новосибирск: Наука, СО АН СССР, 1967. – 134 с.

# МЕТАЛЛОГЕНИЯ ТИТАНА ЮГО-ЗАПАДА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

**Е.А. Ремезова, Т.В. Охолина, С.П. Василенко, У.З. Науменко, О.В. Яременко**

*Институт геологических наук НАН Украины,  
г. Киев, Украина, e-mail: titania2305@i.ua*

*В статье рассматриваются металлогенический потенциал титана юго-западной части Восточно-Европейской платформы и прогноз новых объектов. Разработана новая геолого-генетическая модель Коростенского plutона, рассмотрены геолого-geoхимические модели расслоенных титаноносных интрузий. Проанализированы факторы концентрации тяжелых минералов в остаточных и россыпных месторождениях.*

**Ключевые слова:** металлогенез титана; расслоенные интрузии; суффозионно-остаточный тип месторождений; россыпи.

## THE METALLOGENY OF THE SOUTH-WEST OF EAST-EUROPEAN PLATFORM

**E. Remezova, T. Okholina, S. Vasylenko, U. Naumenko, O. Yaremenko**

*Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine,  
Kyiv, Ukraine*

*The metallogenic potential of South-Western part of East-European platform and the prognosis of new objects are examined in the article. The new geological-genetic model of Korosten pluton is elaborated and the geological-geochemical models of layered intrusions were discussed. The factors of heavy minerals in residual and placer deposits were analyzed.*

**Keywords:** the metallogeny of titanium; layered intrusions; the subsurface erosional-residual type of deposits; placers.

Большинство месторождений титана в пределах Восточно-Европейской платформы расположено в Украине, где сосредоточено 20 % мировых ресурсов и производства концентратов минералов титана. Уникальность такой ситуации связана с существованием больших геологических структур Украинского щита (УЩ) – Коростенского (КП) и Корсунь-Новомиргородского plutонов (КНП). Нами впервые разработана модель образования КП с позиций эволюции плотности магматического расплава и появления кумулятивного плагиоклаза и обоснована металлогеническая специализация plutона на титан. Подобные структуры связаны с проявлениями плюм-тектоники в палео-мезопротерозое.

Механизм запуска формирования плюма начинался с коллизионных явлений, когда материал от разрушения контактирующих между собой блоков земной коры попадал в круговорот вещества мантии, а потом, нагреваясь на границе мантия-ядро, двигался вверх, обогащаясь при этом железом. Именно повышенная железистость пород Коростенского plutона указывает на развитие плюма. Происходило формирование диапира и его поднятие; при этом образовывались серия магматических камер. В каждой из них формировались породы габбродиодных серий. В магматической камере происходила дифференциация вещества, и образовывались слои по схеме расслоенных интрузий: анортозитов, габбро и наиболее меланократовых разностей, образованных из остаточного расплава после всплытия плагиоклаза. Формируется зональность plutона: магнезиально-железистый тренд очень слабо начинает проявляться лишь в габбро-анортозитах, где он постепенно сменяет «кумулятивно-плагиоклазовый», и далее, к лейкогаббро и габбро, усиливается.

Бимодальность коростенского комплекса указывает на два разных типа магмы – кислого и основного состава. Материнский расплав для габбро-анортозитовой формации коростенского комплекса по составу должен быть высокоглиноземистым (с содержанием глиноzemа 17–23 %). При продвижении магмы вверх снижается давление, а излишок плагиоклаза сбрасывается в кумулят, образуются серии основных пород. В результате направленного фракционирования магмы происходит накопление Ti и P в остаточных расплавах совместно

с Mg и Fe в процессе отхода из расплава кристаллизующегося плагиоклаза; и это явление названо нами динамической специализацией на титан.

Формирование плутонов приурочено к определенным геологическим структурам Восточно-Европейской платформы. КП расположен в зоне влияния Волыно-Двинского вулкано-плутонического пояса, между двумя мощными широтными зонами тектономагматической активизации (ТМА) (Северо-Украинской и Центрально-Украинской), в зоне главных разломов северо-западного простирания ( $310\text{--}330^\circ$ ), на пересечении которых формировались мощные рудоносные объекты. Кроме того, в КП выявлены не менее четырех кольцевых структур, которые выражаются в неоднородно-зональном строении габбро-анортозитовых массивов, в дугообразных зонах ощелачивания и окварцевания и в зональном размещении гранитов вокруг них. В КП наблюдается приуроченность габбро-анортозитовых массивов к субширотной зоне, которая является элементом системы Центрально-Украинской ТМА. Отдельные дуговые структуры выделяют и здесь.

Для образования коренных месторождений титана необходимо развитие особенных рудоносных структур – расслоенных интрузий. Они возникли в связи с событиями ТМА 1950–1750 млн лет. В дальнейшем происходило увеличение концентрации Ti, P в расслоенных интрузиях и перераспределение рудных минералов по слоям. Эти массивы характеризуются макро- и микрорасслоенностью. Наиболее рудоносными макроритмами являются меланократовые, где выявлены прослои, более обогащенные и менее обогащенные на титаном и фосфором (микроритмы). В Стремигородской, Федоровской интрузиях, где нами выделено до 10–12 микроритмов, наблюдается оруденение с содержанием на уровне 6–10 %  $\text{TiO}_2$  и 2–4 %  $\text{P}_2\text{O}_5$  в зависимости от составляющей расслоенной толщи, меняется также и состав рудных минералов. Руды коренных месторождений являются комплексными (Ti, P, V, Sc), ильменит практически неизмененный, что позволяет использовать ильменитовый концентрат как для металлургии, так и для химической промышленности. Поскольку в некоторых месторождениях (Крапивенковское, Давидковское) содержится в значительных количествах титаномагнетит с содержанием  $\text{TiO}_2 > 4\%$  и  $\text{V}_2\text{O}_5 > 0,6\%$ , то такие руды можно эффективно перерабатывать для получения ванадиевых шлаков.

В целом, насколько богатым является оруденение, зависит от характера динамики межпоровой жидкости и фильтрационно-емкостных свойств кристаллического осадка. При условии достаточного динамического и длительного проявления течений в кумулятивных слоях создаются предпосылки для дифференциации двух жидкостей после стадии ликвации. В результате это приводит к образованию весьма богатых руд. Такие руды с содержанием  $\text{TiO}_2$  13–20 % известны в Носачевском месторождении в КП, Пенязевичском проявлении в КП. В иных случаях образуются лишь бедные, преимущественно тонковрапленные руды с минерализацией  $\text{TiO}_2$  на уровне 2–7 %. В связи с этим, поиски богатых коренных руд титана следует проводить на участках крутого падения расслоенных магматических серий габбро-анортозитовых массивов, где создавались условия для перемещения под воздействием гравитации отделенной тяжелой и текучей рудной жидкости в места рудоотложения вниз по падению расслоенной серии.

Разработаны геолого-геохимические модели титаноносных интрузий габбро: 1) тип, где проявлена преимущественно кислотно-основная тенденция (характерный для большинства массивов); 2) тип с «плотностной тенденцией» (Федоровский, Крапивенковский массивы); 3) сложный тип, где сочетаются черты типа 1, цикличность процесса и влияние флюидов (Юровский массив). Исходя из этих моделей, нами оценен вероятный прирост запасов в этих объектах. Прирост запасов на 25–30 % прогнозируется на Федоровском месторождении за счет флангов (боковая краевая группа) и коры выветривания. В пределах Крапивенковского месторождения вероятен прирост запасов на глубинах свыше 250 м за счет существования еще одного тела габроидов.

Резервом пополнения титанорудного потенциала Украины являются другие расслоенные интрузии габбро, с которыми связана фосфор-титановая минерализация: Паромовская,

Грабы-Меленевская, Тишевская (КП), Аврамовский, Канижский, Покровский участки (КНП).

В корах выветривания также формировались богатые месторождения титана. Часто наблюдается несоответствие высоких содержаний ильменита в коре и сравнительно низкого его содержания в коренных рудах. Пример – Торчинское месторождение. Наблюдаются четко выраженная зональность продуктивности коры выветривания; особенно выразительно это проявлено в ее самой богатой (каолинитовой) части. Содержание ильменита в западной части месторождения значительно выше, чем в восточной его части. Обогащение коры ильменитом на краю поднятия и его склонах, а иногда и над зонами тектонических нарушений за пределами поднятия связано с интенсивностью корообразующих процессов. Обогащение коры титаном происходило не только благодаря химическому выносу соединений железа, но и остаточным путем, при механическом удалении глинистых частиц из толщи породы подземными водными потоками (т. е. за счет суффозионных процессов). Этот тип месторождений титана нами выделен впервые и назван остаточно-суффозионным.

Коры выветривания играли роль промежуточных коллекторов при формировании россыпей. В Волынском и Корсунь-Новомиргородском титаноносных районах наиболее благоприятными для формирования россыпей были эрозийные формы рельефа и отложения, связанные с формированием мезозойского и мел-палеогенового пенеплена. Здесь преобладают россыпи ближнего сноса. В дальнейшем коры выветривания размывались в зависимости от гидродинамических условий в палеодолине: наиболее интенсивно накапливались рудные минералы на пойме и в микrozападинах в русле. Благодаря наличию долгоживущего канализированного потока материала в бассейновых геоморфосистемах, ильменит выносился также в прибрежные участки морского бассейна, где образовывались россыпи дальнего переноса. Формирование Мотроно-Анновского месторождения и других россыпей Правобережного россыпного района происходило за счет перемыва отложений палеогена, (коллектор II порядка), а они, в свою очередь, были продуктом переотложения материала коры выветривания.

Основными факторами концентрации тяжелых минералов в прибрежно-морских россыпях являются гидродинамический, характеризующийся преобладающей ролью вдольбереговых течений, и структурно-седиментационный, который охватывает два иерархических уровня масштабности (более высокий – это изгиб береговой линии, предопределяющий соответствующие изменения гидродинамических параметров и более низкий – перегибы дна седиментационного бассейна, определявшие действие структурно-седиментационного фактора подчиненной масштабности).

Наиболее благоприятными эпохами для образования россыпей минералов титана в мезозое и кайнозое являются раннемеловая, средне- и позднеэоценовая, позднеолигоцен-среднемиоценовая и четвертичная. Важнейшими промышленными типами россыпей УЩ являются среднеюрские и раннемеловые континентального происхождения, образованные в результате переработки химической коры выветривания массивов основных пород. Они приурочены преимущественно к соответствующим фрагментам палеодолин. Кайнозойские россыпи возникли за счет разрушения коры выветривания и более древних россыпей. Они приурочены чаще всего к древним и современным речным долинам. Кайнозойские палеодолины дренировали меньшую по размерам площадь массивов титаноносных коренных пород и их коры выветривания.

В условиях морского бассейна, который существовал в пределах ДДВ и восточных склонов УЩ в период накопления осадков новопетровской свиты в результате неоднократного перемыва обломочного материала сформировались богатые прибрежно-морские комплексные титан-циркониевые россыпи. Проведенными палеогеоморфологическими и палеотектоническими исследованиями в раннем-среднем миоцене здесь установлены значительные перестройки древних орогидрографических и структурно-тектонических планов, что вызвано активизацией различных разломно-блочных структур.

С целью выяснения особенностей распределения рудной минерализации в разнообразных по составу породах россыпей нами был разработан ряд компьютерных моделей россып-

ных и остаточных месторождений. Моделирование Злобичской россыпи показало, что в фациальном отношении повышенные концентрации полезных компонентов наблюдаются в пойменной и, частично, пристрежневой фациях. Источники поступления ильменита в россыпь находились на северо-востоке и северо-западе (массивы габброидов с корами выветривания), а циркона – на юго-западе в пределах гранитных тел и жильных образований зоны Злобичского разлома. На основании изучения распределения литологических разностей пород в разрезах, концентраций рудных минералов и распределения вредных примесей в месторождении, разработана геолого-технологическая модель.

Путем анализа другой модели, разработанной для Мотроно-Анновского месторождения, оценена комплексная россыпная металлоносность этого объекта. Повышенные концентрации полезных компонентов (ильменита, рутила, циркона, условного ильменита и коллектического концентрата) тяготеют к двум зонам северо-западного простираия, отвечающим неоднородностям рельефа дна бассейна и повышенным мощностям рудоносной толщи.

В результате построения модели Торчинского месторождения установлены границы блоков с экономически и экологически обоснованными характеристиками. Одним из элементов модели является карта распределения значений вертикального запаса ильменита, который показывает его количество на 1 м<sup>2</sup> площади месторождения. Максимальные значения 1621–3843 кг/м<sup>2</sup> зафиксированы на северо-западе месторождения. Другими важными параметрами являются мощности пласта и вскрыши. В результате анализа модели месторождение было разделено на блоки в зависимости от геолого-экономических показателей и по очередности для освоения. Применение данного подхода позволило уменьшить период окупаемости месторождения с 12,1 до 3 лет, а рентабельность повысить с 8 до 15 %.

Таким образом, благодаря соединению многоэтапной дифференциации рудного вещества и развитию специфических рудоносных структур, выполнивших роль ловушек, создавались условия для формирования месторождений титана различного генезиса. С помощью многофакторного компьютерного моделирования конкретных объектов возможна разработка основ для рационального освоения месторождений титана.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ СЛАНЦЕВ БЕЛАРУСИ В ПОЛЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

**В.В. Сасковец, Г.В. Макаревич, Л.И. Сальников, И.А. Сальникова**

*ГНУ «Объединенный институт энергетических и  
ядерных исследований – Сосны» НАН Беларуси,  
г. Минск, Беларусь, e-mail: salirina@mail.ru*

*Исследован пиролиз горючих сланцев Беларуси в поле гамма-излучения и без него. Анализ полученных данных позволяет сделать заключение о наличии катализитического эффекта в минеральной части сланцев под действием ионизирующего излучения, вследствие чего увеличивается выход смолы и газовой фазы, а также снижается содержание углеродсодержащих соединений в золе.*

**Ключевые слова:** горючие сланцы; способы переработки; радиационно-термическое разложение; ионизирующее излучение; анализ продуктов разложения.

## THE INVESTIGATION PROCESS OF THERMAL DECOMPOSITION SHALES OF BELARUS IN THE FIELD OF RADIATION

**V. Saskovets, G. Makarevich, L. Salnikov, I. Salnikova**

*SSI ‘Joint Institute for Power and Nuclear Research – Sosny’, the NAS of Belarus,  
Minsk, Belarus*

*The pyrolysis of oil shale in Belarus in the field of gamma radiation and without it is investigated. The analysis of findings allows to make a conclusion about the presence of a catalytic effect in the mineral part of shales by ionizing radiation, thereby increasing the yield of tar and gas phase, and the content of carbonaceous compounds is reduced to ash.*

**Keywords:** shale; processing methods; the thermal decomposition of radiation; ionizing radiation; the analysis of degradation products.

**Введение.** Рациональное использование минерально-сырьевой базы Беларуси является важным элементом планирования экономического развития страны. Особенно важным это представляется в отношении углеводородного сырья, к которому относятся горючие сланцы. Республика Беларусь обладает значительными запасами горючих сланцев, сосредоточенными в основном в Припятском сланцевом бассейне площадью 20 тыс. кв. км с прогнозными запасами порядка 8,83 млрд тонн. По мере обострения энергетического дефицита интерес и актуальность темы по переработке горючих сланцев возрастает. В настоящее время в мире сланец используют как местное топливо (теплота сгорания 6–10 МДж/кг).

Однако горючие сланцы месторождений Беларуси не соответствуют по своим показателям качеству топлива для сжигания на электростанциях в исходном виде [1]. Прочная связь органического вещества с минеральной составляющей не позволяет применять существующие методы обогащения горючих сланцев для получения концентратов с высоким содержанием керогена. С другой стороны, использование энергетического, а также химического потенциалов органической части горючих сланцев было бы крайне выгодным для нашей республики. Для этого требуется разработать специальные технологии, которые позволили бы получать из сланцев с невысоким содержанием керогена сланцевую смолу, сланцевый газ и другие полезные продукты.

Одним из возможных путей при решении данных задач может быть использование радиационных технологий.

Имеются работы, в которых для интенсификации процесса термолиза в сланцы вводятся катализитические добавки в виде индивидуальных соединений и их природных минералов [2].

Алюмосиликатные соединения, содержащие окислы железа, никеля и других металлов и некоторые изоляторы [3; 4] в поле ионизирующего излучения способны проявлять катализитические свойства в процессах пиролиза веществ, содержащих углеводороды. Сланцы Беларуси имеют тонкодисперсную структуру и состоят на 70 % из минералов с сильно развитой поверхностью и имеющих состав схожий с соединениями, способными проявлять катализитические

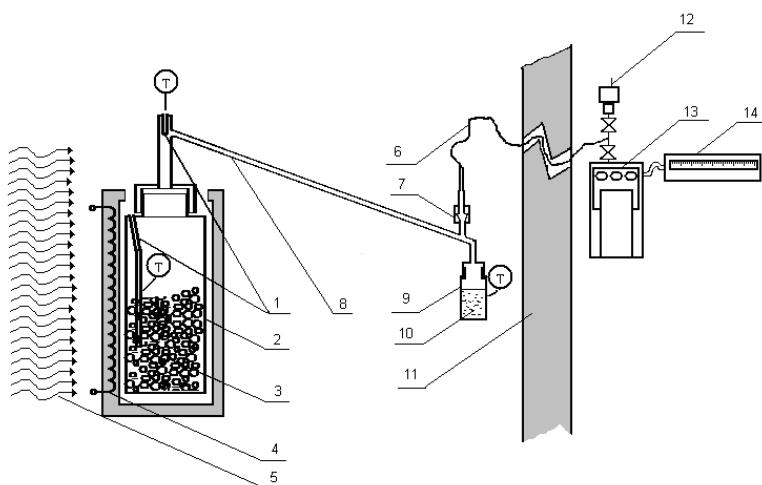
свойства при воздействии ионизирующего излучения [5]. Это позволяет предположить наличие данного эффекта при терморадиационном разложении сланцев туровского месторождения.

Мы предположили, так как при пиролизе керогенной составляющей сланцев затруднен выход образующихся жидкых и газообразных продуктов из пористых структур минеральной части, могут образоваться локальные очаги повышенного давления, и при облучении возможно проявление механизма катализа. Проведя сравнительные эксперименты с одинаковыми графиками нагрева при нормальном давлении с облучением и без него, по изменению выхода и состава конечных продуктов можно судить об обоснованности предположений о катализитических способностях минеральной составляющей горючих сланцев.

**Методика эксперимента.** Экспериментальные исследования влияния гамма-излучения на процесс пиролиза сланцев проводились методом сравнительного анализа продуктов разложения, полученных при облучении и без облучения на лабораторной установке радиационно-термического разложения горючих сланцев (рисунок 1).

Сланец измельчался до размеров зерна 1–3 мм. Навеска 3 (100 г) помещалась в реактор 2. Для определения материального баланса реактор 2, холодильник 8 и сборник смолы 9 взвешивались перед проведением эксперимента. При помощи шар-конусных соединений холодильник присоединялся по месту к реактору и сборнику смолы. Электронагреватель, изготовленный в виде цилиндрической емкости 4, предварительно нагревался до 400 °C, после чего в него помещался реактор 2 и происходил его разогрев. Начиная с 350 °C, через каждый подогрев на 50 °C проводился отбор газовой пробы. Расход газа, температура реактора и отходящих продуктов разложения, а также температура сборника смолы регистрировались в процессе проведения всего эксперимента. Погрешность измерения указанных параметров не превышала 1 %. Повышение температуры реактора осуществлялось с различными темпами нагрева. При достижении температуры в реакторе 600 °C нагрев прекращался, после охлаждения холодильник отсоединялся, проводилось взвешивание сборника смолы, холодильника и реактора. Проводился анализ газовых проб и анализ всего полученного газа, определялась плотность смолы, плотность газа и количество образовавшегося сажеобразного продукта, осевшего в холодильнике, составлялся материальный баланс.

Эксперименты с облучением проводились по этой же методике при одинаковых параметрах в камере гамма-установки УГУ-420. Реактор и сборник конденсата находились в поле гамма-излучения с мощностью дозы 0,1 кГр/с. Мощность дозы определялась ферро-сульфатным методом непосредственно в объеме экспериментального участка.



**Рисунок 1. Лабораторная установка радиационно-термического разложения горючих сланцев:**  
1 – термокарманы; 2 – корпус реактора; 3 – гранулы сланца; 4 – электронагреватель; 5 – поле гамма-излучения; 6 – капилляр отвода газа; 7 – узел сепарации; 8 – холодильник-конденсатор продуктов деструкции; 9 – сборник смолы; 10 – смола пиролиза; 11 – стена гамма установки УГУ 420;  
12 – узел отбора газовой пробы; 13 – датчик расхода газа; 14 – регистрирующий прибор

Экспериментальный участок (рисунок 2) представляет собой цилиндр толщиной стенки 2 мм, диаметром 50 мм и длиной 320 мм, изготовленный из нержавеющей стали X18H10T, оборудованный термокарманом. В верхней части имеет элемент шар-конусного соединения с термокарманом и патрубком отвода продуктов пиролиза.

*Обсуждение полученных результатов.* Скорость нагрева влияет на динамику процесса пиролиза, выход и состав продуктов разложения, поэтому исследования проводились попарно (с облучением и без), но с одинаковой скоростью нагрева. На рисунке 3 представлены две пары температурных зависимостей для экспериментов 1, 6 и 2, 5. Эксперименты 5 и 6 (зависимости 5, 6) проводились в поле ионизирующего излучения  $\text{Co}^{60}$  с мощностью дозы 0,1 кГр/с. Время пиролиза в экспериментах 1 и 6 составило 65 мин, а для 2 и 5 соответственно 45 мин. Идентичность динамики нагрева в представленных парах позволило выделить влияние ионизирующего излучения на процесс пиролиза.

Облучение изменяет характер протекания деструкционных процессов. Так при терморадиолизе мазута [6] происходит снижение температуры начала деструкции и увеличение выхода светлых нефтепродуктов без видимого изменения их состава. В процессах радиационно-термической деструкции сланцев общий выход газовой составляющей и смолы увеличился, и снизилось содержание углерода в твердом остатке (рисунок 4).

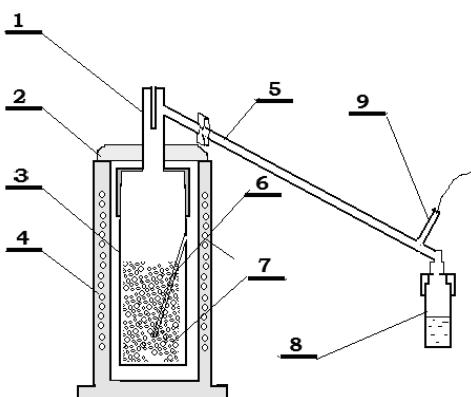


Рисунок 2. Экспериментальный участок:

1 – тройник с термокарманом; 2 – теплоизоляция; 3 – корпус; 4 – электронагреватель;  
5 – воздушный холодильник; 6 – термокарман экспериментального участка; 7 – гранулы сланца;  
8 – сборник конденсата; 9 – патрубок отвода газа

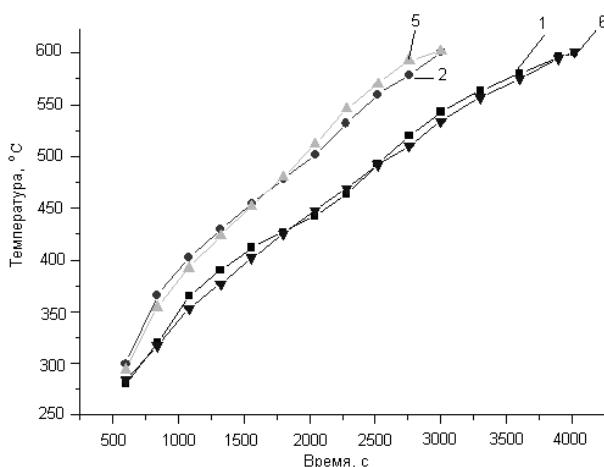
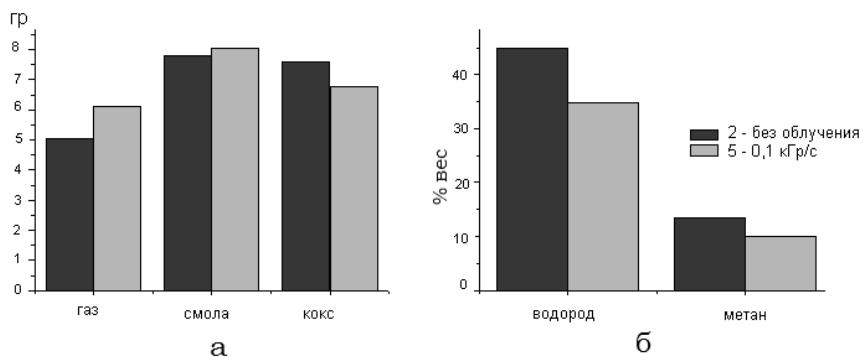


Рисунок 3. Зависимость температуры нагрева сланца от времени:

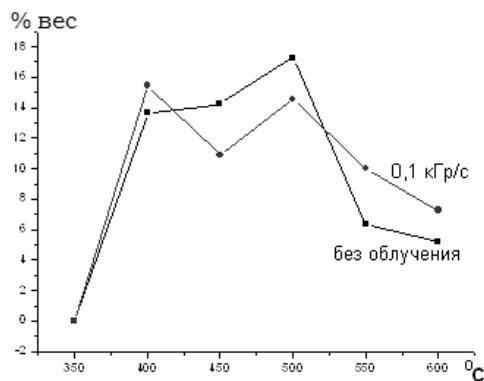
1, 2 – без облучения; 5, 6 – мощность дозы 0,1 кГр/с



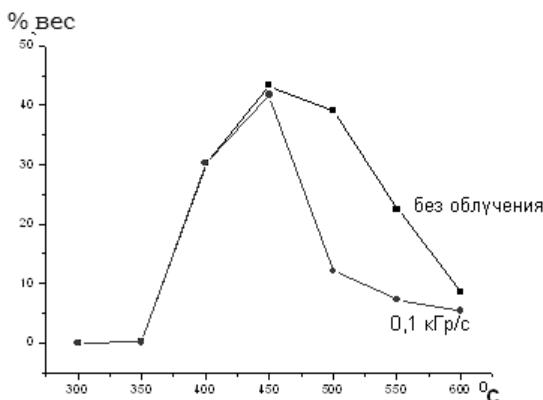
**Рисунок 4. Выход продуктов деструкции сланца:**  
а – массовые доли продуктов деструкции;  
б – концентрация водорода и метана в образовавшемся газе

Зафиксировано также изменение состава газовой фазы продуктов деструкции (рисунки 4, 5). При общем увеличении выхода газовой фазы наблюдается снижение выхода водорода и метана (рисунки 4, 6), что вызвано изменением механизма деструкции и увеличением выхода непредельных газов и газов с более высоким молекулярным весом. Для определения изменения состава газа пиролиза в процессе нагрева через каждые 50 °C начиная с 350 °C проводился отбор проб и их хроматографический анализ.

В ходе проведения экспериментальных работ отмечено, что излучение наиболее существенно влияет на динамику протекания процесса деструкции в диапазоне температур 400–500 °C. Об этом свидетельствует изменение количественного выхода газа и его состав. Это проиллюстрировано на зависимостях выхода непредельных газов (рисунок 5).



**Рисунок 5. Массовое содержание непредельных углеводородов в газовых пробах**



**Рисунок 6. Массовое содержание водорода в газовых пробах**

Образцы полученной смолы детальному анализу не подвергались, однако отмечено различие по цвету, плотности, вязкости и различной растворимости в растворителях разной полярности (вода, этанол, гексан). Отмечено увеличение веществ растворимых в воде и этаноле для смол, полученных при пиролизе сланцев в поле ионизирующего излучения. Так же отмечено уменьшение вязкости смолы пиролиза сланцев и плотности получаемого газа при термическом разложении и воздействии гамма-излучения.

Гамма-облучение в сочетании с пиролизом приводит к изменению молекулярно-массового распределения состава смолы. Молекулярная масса полученных при пиролизе и облучении образцов уменьшилась, а содержание в смоле соединений с массой в диапазоне 300 – 350 а. е. м. заметно возросло. Это говорит о различном химическом составе смол радиационно-термического разложения и пиролиза без облучения.

Так как механизмы образования конечных продуктов в процессе радиационно-термической деструкции весьма сложны, определяются рядом конкурирующих и противоположных реакций и зависят от многих факторов, возможен подбор таких параметров протекания процесса, которые обеспечат выход наиболее ценных или специфических соединений.

Выводы:

1. Проведенные экспериментальные работы показали наличие изменений в составе продуктов пиролиза и механизмах деструкции, вызванные ионизирующим излучением.
2. Отмечено уменьшение количества остаточного углерода в сухом остатке и увеличение выхода смолы и газа с изменением его состава, вследствие влияния ионизирующего излучения в процессе термического разложения горючих сланцев.
3. Отмечено влияние излучения на динамику выхода непредельных газов и водорода в области 400–500 °C, что свидетельствует о наличии процессов гидрирования непредельных.
4. Минеральная составляющая сланцев представляет собой мергелиевые глины, состоящие, в основном, из алюмосиликатов, оксидов железа и других форм металлов, каталитически активных в поле ионизирующего излучения. Поэтому эффективным способом переработки углеводородного сырья может быть радиационно-термический крекинг.
5. Оставшаяся после радиационно-термической деструкции минеральная часть сланцев схожа с цеолитами и обладает хорошими сорбционными свойствами и может применяться для очистки сточных вод и отходов гальванического производства.
6. Поиск оптимальных параметров процесса радиационно-термической деструкции сланцев позволит проводить более полную переработку керогена с увеличением выходов ценных конечных продуктов.

#### Список литературы

1. Лиштван, И.И. Качественные показатели горючих сланцев и бурых углей Беларуси и направления их использования / И.И. Лиштван, П.Л. Фалюшин, В. М. Дударчик, В.М. Крайко // Природопользование. – 2012. – Вып. 22. – С. 219–228.
2. Морзак, Г.И. Разработка методов интенсификации термического разложения высокозольных горючих сланцев: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Г.И. Морзак. – Минск, 1992.
3. Жаброва Г.М., Владимира В.И. и др. В сб. « Электронные явления в адсорбции и катализе на полупроводниках». – М.: Мир, 1969.
4. Барцу В.Г., Волькинштейн Ф.Ф. Влияние облучения на поверхностные свойства полупроводников. – М.: Наука, 1978.
5. Лиштван И.И., Фалюшин П.Л., Крайко В.М., Коврик С.И., Ануфриева Е.В. // Химия твердого топлива. – 2009. – № 2. – С. 3–6.
6. Сасковец, В.В. Исследование радиационно-термического разложения высокомолекулярной части нефти / Сасковец В.В., Макаревич Г.В., Сальникова И.А. [и др.] // Весці НАН Беларуси. Сер. фіз.-тэхн. науک. – 2010. – № 4. – С. 66–69.

# **СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КАОЛИНОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**О.А. Сергиевич, Е.М. Дятлова, С.Е. Баранцева, Р.Ю. Попов**

Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет»,  
г. Минск, Беларусь, e-mail: keramika@belstu.by

*Получены новые научные сведения о первичных каолинах месторождений «Ситница» и «Дедовка» и установлены особенности их строения, определяющие взаимосвязь химико-минерального, гранулометрического состава, а также фракционный состав основных и примесных минеральных фаз, исследованы основные физико-химические и технологические свойства каолинового сырья.*

**Ключевые слова:** каолин; структурные особенности; фазовый состав; физико-химические свойства.

## **STRUCTURAL FEATURES AND THE PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF THE KAOLIN DEPOSITS OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

**O. Sergievich, E. Dyatlova, S. Baranceva, R. Popov**

*EE 'Belarusian State Technological University', Minsk, Belarus*

*New scientific data on the primary kaolins of the Sitnitsa and Dedovka deposits were obtained, and the features of their structure determining the interrelation of the chemical-mineral and granulometric compositions, as well as the fractional composition of the main mineral phases and impurities, were studied. The main physicochemical and technological properties of kaolin raw materials were investigated.*

**Keywords:** kaolin; structural features; phase composition; physical and chemical properties.

Актуальность работы связана с обеспечением промышленности Республики Беларусь собственным каолиновым сырьем и освоением перспективных технологий по его переработке с целью получения керамических материалов различного назначения, что будет существенно снижать себестоимость изделий и позволит внести вклад в решение вопросов ресурсосбережения и импортозамещения. Цель работы заключается в комплексном исследовании первичных каолинов «Ситница» и «Дедовка» для установления химического, минерального, гранулометрического состава и выявления особенностей структуры во взаимосвязи с их физико-химическими и технологическими характеристиками.

При выполнении работы использованы : рентгенофазовый анализ с помощью дифрактометра D8 ADVANCE, сканирующая электронная микроскопия с микрозондовым локальным химическим анализом, выполненная на микроскопе JEOL JSM-5610 LV, дифференциальная сканирующая калориметрия – на приборе DSC 404 F1 Pegasus, гранулометрия – на лазерном микроанализаторе Analysette 22.

Результаты комплексного исследования природных каолинов месторождений «Ситница» и «Дедовка» Республики Беларусь, качественный фазовый состав которых согласно рентгенофазовому анализу представлен каолинитом, кварцем, полевыми шпатами (в основном микроклином) и гидрослюдами с незначительными различиями интенсивности характеристических максимумов присутствующих минеральных фаз, приведены на рисунке 1.

В каолине «Ситница» максимальное количество свободного кварца приходится на фракцию 1–0,1 мм, микроклина на фракцию более 1 мм, в каолине «Дедовка» присутствует кварц крупноразмерный с повышенным содержанием во фракции более 1 мм, наибольшая интенсивность дифракционного максимума микроклина характерна для фракции 0,063–0,1 мм.

В частицах с размерами менее 0,005 мм в каолинах «Ситница» и «Дедовка» примесные минералы отсутствуют и фазовый состав представлен каолинитом и гидрослюдами с их максимальным содержанием во фракции 0,063–0,1 мм. Анализ данных фракционного химического состава каолинов месторождений «Ситница» и «Дедовка», представленных в таблице 1, свидетельствует о том, что максимальное количество  $\text{Al}_2\text{O}_3$  присутствует во фракции

менее 0,063 мм с содержанием каолинита выше 90 %\* (здесь и далее по тексту, если не оговорено особо, приведено массовое содержание).

В каолине «Ситница» количество  $\text{Al}_2\text{O}_3$  по мере снижения размеров частиц до 0,5 мм сначала уменьшается в связи с удалением крупноразмерного микроклина, а далее в пробах обоих каолинов количество  $\text{Al}_2\text{O}_3$  увеличивается и достигает 33–34 % во фракциях меньше 0,063 мм, которые в основном представлены каолинитовыми минералами [3].

Примесные минералы кварца и полевых шпатов удаляются с крупными частицами породы, что подтверждается результатами определения количества  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  в различных фракциях для природных каолинов месторождений «Ситница» и «Дедовка». Содержание  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  увеличивается при переходе к мелким фракциям (менее 0,063 мм) в обоих каолинах, что может быть обусловлено его присутствием в тонкодисперсных глинистых минералах при возможном изоморфном замещении ионов алюминия ионами железа в октаэдрическом слое каолинита.

Рассчитанный минеральный состав природных каолинов «Ситница» и «Дедовка» по методике Ю.Г. Дудерова [1] показал, что их полевошпатовая часть помимо микроклина представлена альбитом в количестве 1 и 0,8 % соответственно, присутствуют также кварц и

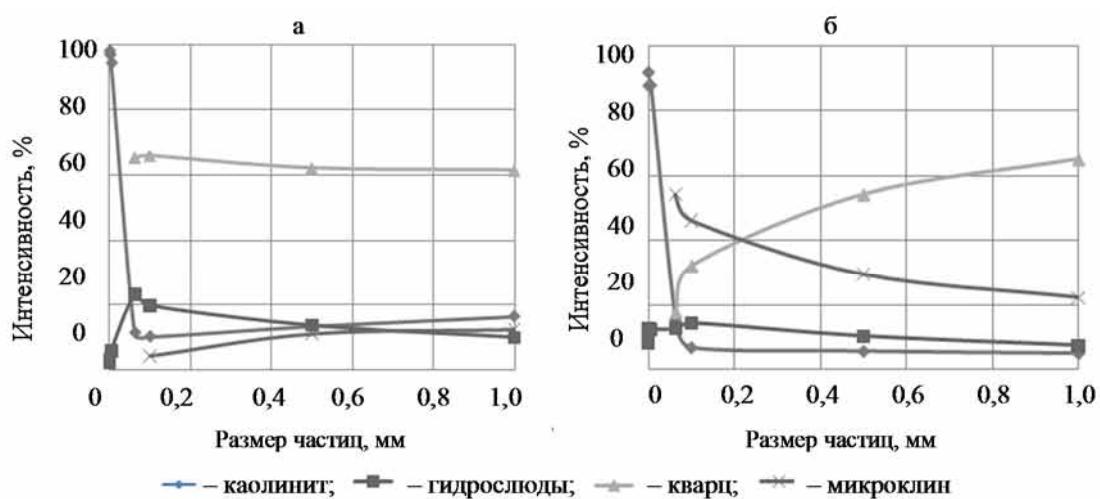


Рисунок 1. Зависимость интенсивности дифракционных максимумов кристаллических фаз от размера частиц каолина. Месторождение: а – «Ситница», б – «Дедовка»

**Таблица 1**  
Пофракционный оксидный химический состав каолинового сырья

Месторождение каолинов	Размер частиц, мм	Содержание оксидов, %									
		$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{TiO}_2$	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{SO}_3$	$\text{Na}_2\text{O}$	ппп
Ситница	Более 1	78,4	12,0	0,58	0,21	0,04	0,06	0,12	0,10	0,32	6,02
	1–0,5	84,9	7,94	0,57	0,19	–	0,06	0,15	0,11	0,22	4,60
	0,5–0,1	81,5	9,66	1,26	0,50	0,04	0,06	0,35	0,12	0,19	4,58
	0,1–0,063	71,2	15,2	2,69	0,93	0,06	0,06	0,68	0,25	0,15	5,28
	Менее 0,063	46,1	34,6	2,53	0,94	–	0,23	0,42	0,81	0,47	2,00
	Средняя проба	61,7	25,1	1,56	0,68	–	0,19	0,45	0,71	0,12	3,85
Дедовка	Более 1	86,3	7,17	0,24	0,08	–	0,05	–	–	0,10	5,48
	1–0,5	83,6	8,65	0,19	0,07	–	0,04	–	–	0,12	6,55
	0,5–0,1	76,9	12,6	0,20	0,16	–	0,03	–	–	0,13	8,82
	0,1–0,063	72,2	15,6	0,25	0,18	–	0,04	–	–	0,15	9,47
	Менее 0,063	50,7	33,4	1,05	0,63	0,11	0,21	0,11	–	0,01	10,54
	Средняя проба	70,3	19,0	0,46	0,26	0,06	0,09	0,06	0,02	0,10	3,63

рутит (0,3 и 0,7 %). В качестве глинообразующих минералов содержатся каолинит, гидрослюды (иллит, гидромусковит) и монтмориллонит (0,01 и 0,02 %).

На рисунке 2 приведены электронно-микроскопические снимки природных и обогащенных каолинов месторождений Республики Беларусь, где частицы каолинита представлены в виде крупных сростков, состоящих из наложенных друг на друга искаженных пластинчатых частиц различной толщины, близких к шестиугранной форме.

Размеры частиц каолинита, различимых на приведенных снимках, составляют для природного каолина «Ситница» 0,16–3,41 мкм, обогащенного – 0,14–2,11 мкм, для природного каолина «Дедовка» – 0,27–2,47 мкм, обогащенного – 0,19–2,03 мкм.

В таблице 2 приведены рассчитанные по методу Б. Б. Звягина [2] структурные химические формулы каолинита первичных обогащенных каолинов месторождений «Ситница» и «Дедовка». В сравнении с формулой каолинита  $\text{Al}_4(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8$  в исследованных каолинах определяется избыток Si, связанный с незначительной примесью кремнезема, а также недостаток Al и гидроксид-ионов ( $\text{OH}^-$ ), обусловленный наличием гидрослюд. Выявлено, что в тетраэдрическом и октаэдрическом слое могут присутствовать катионы  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{Ti}^{4+}$ . Ионы  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , вероятно, находятся только в межслоевом пространстве в виде обменных катионов, а в основном их содержание будет определяться тонкодисперсными примесными минералами материнской породы каолинов.

Анализ ИК-спектров природных каолинов в высокочастотной области позволил установить наличие OH-групп в межслоевом пространстве, внутри и на поверхности октаэдрического слоя, а также адсорбированных молекул воды. В низкочастотной области на ИК-спектрах сосредоточены полосы поглощения силикатных структур каолинов, а также интенсивные полосы деформационных колебаний связей Si–O–Si, характерные для необогащенных каолинов. Выявлено возможное наличие в природных каолинах белорусских месторождений минерала каолинитовой группы – диккита. Определены значения показателя индекса кристалличности (по Хинкли) для природных и обогащенных каолинов «Ситница» (0,94 и 1,11) и «Дедовка» (0,98 и 1,04) в сравнении с известным просяновским каолином (1,31).

Установлено, что процесс обогащения каолинов обоих месторождений с целью максимального выхода каолинита необходимо проводить с выделением фракций менее 0,063 мм с

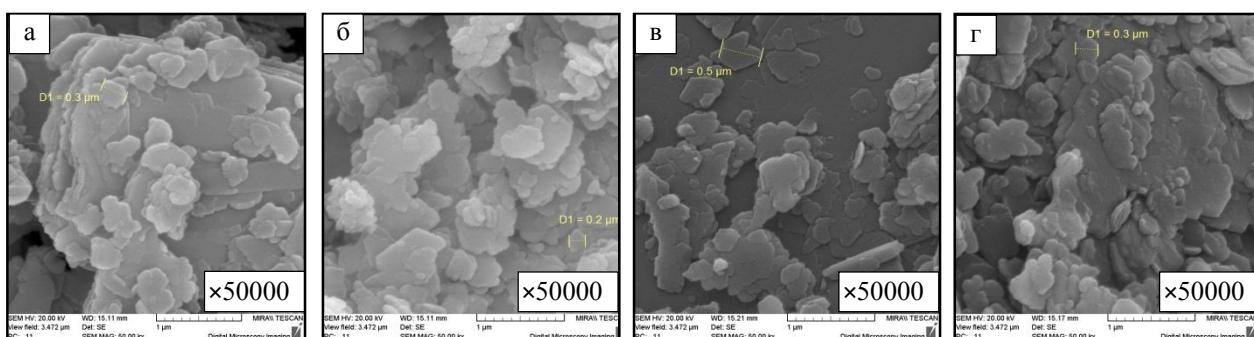


Рисунок 2. Электронно-микроскопические снимки каолинового сырья.

Каолин «Ситница»: а – природный, б – обогащенный, «Дедовка»: в – природный, г – обогащенный

Таблица 2

Структурные химические формулы каолинита обогащенных каолинов белорусских месторождений

Наименование месторождения	Эмпирическая химическая формула
Ситница	$\text{K}_{0,223}\text{Na}_{0,08}\text{Ca}_{0,022}(\text{Mg}_{0,055}\text{Fe}_{0,166}\text{Al}_{3,563})[\text{Ti}_{0,062}\text{Si}_{4,027}\text{O}_{10,668}](\text{OH})_{6,942}$
Дедовка	$\text{K}_{0,361}\text{Na}_{0,002}\text{Ca}_{0,02}(\text{Mg}_{0,014}\text{Fe}_{0,069}\text{Al}_{3,439})[\text{Ti}_{0,041}\text{Si}_{4,429}\text{O}_{10,986}](\text{OH})_{6,148}$

учетом минерального, химического и гранулометрического составов, а также индивидуальных особенностей конкретного месторождения.

Физико-химические и технологические свойства природных и обогащенных гидравлическим ситовым способом каолинов приведены в таблице 3.

**Таблица 3**  
**Физико-химические и технологические свойства каолинов**

Наименование показателя	Наименование месторождения			
	каолин «Ситница»		каолин «Дедовка»	
	природный	обогащенный	природный	обогащенный
Коэффициент чувствительности к сушке	0,13	0,29	0,10	0,16
Воздушная усадка, %	4,1	5,7	3,9	4,8
Запесоченность, %	65,2	1,8	60,4	2,7
Показатель упругости, кг/м <sup>3</sup>	49	1320	60	1440
Порог структурообразования, кг/м <sup>3</sup>	1175	1120	1355	1300
Число пластичности	6,9	18,5	2,9	12,6
Адсорбция метиленового голубого, мг/г	9,5	14,3	6,4	9,0
Концентрация водородных ионов (рН)	5,7	4,8	6,6	7,9
Огнеупорность, °C	1620	1710	1750	1780
Водопоглощение ( $T_{обж} = 1400$ °C), %	4,17	2,44	4,83	1,52
ТКЛР образцов ( $T_{обж} = 1400$ °C), $\cdot 10^{-6}$ , К <sup>-1</sup>	6,74	6,21	6,51	5,95

Анализ полученных данных позволил установить существенные отличия природных и обогащенных каолинов «Ситница» и «Дедовка» по запесоченности, показателю упругости, пластичности и адсорбции метиленового голубого, связанные с удалением кварцевых и полевошпатовых примесей в процессе их обогащения.

Все термические эффекты при нагревании каолинов Республики Беларусь в обогащенном виде выражены более интенсивно по сравнению с природными из-за отсутствия в них примесных минералов, поскольку их дериватограммы приближаются к кривым ДСК чистого каолинита. В интервале температур 20–1100 °C на кривой ДСК отмечены два наиболее значимых термоэффекта: образование метакаолинита (минимум эндоэффекта соответствует температурному интервалу 520–540 °C с небольшим смещением для каолина «Дедовка» на 5–38 °C) и процесс муллитизации (максимум экзоэффекта при 970–1010 °C). Для обогащенных белорусских каолинов следует отметить отсутствие раздвоения пика в виде ступеньки в температурном интервале 570–580 °C, связанного с полиморфным превращением кварца, по сравнению с природными каолинами «Ситница» и «Дедовка».

На дилатометрических кривых каолинов белорусских месторождений фиксируется значительная общая усадка при температурах удаления кристаллизационной воды и начала муллитизации каолинита. Спекание для каолина «Ситница» фиксируется при следующих температурах, °C: природный – 1361, обогащенный – 1225, для каолина «Дедовка», °C: природный – выше 1400, обогащенный – 1257. Процесс размягчения за счет образования жидкой фазы соответствует температуре 1362 °C для обогащенного каолина «Ситница» с общей усадкой 15,70 % и 1343 °C – для обогащенного каолина «Дедовка» с усадкой 10,45 %.

Таким образом, природные каолины месторождений «Ситница» и «Дедовка» по большинству показателей не соответствуют требованиям ГОСТ 21286–82 на обогащенное каолиновое сырье: значительное количество кварцевых, полевошпатовых и железосодержащих

примесей ограничивает их применение для производства беложгущихся изделий. Вместе с тем, проведенные исследования показали возможность использования природных каолинов белорусских месторождений для производства некоторых видов огнеупорных и строительных керамических материалов, что позволит расширить минерально-сырьевую базу керамической промышленности.

#### **Список литературы**

1. Дудеров Ю. Г., Дудеров И. Г. Расчеты по технологии керамики : справ. пособие. – М. : Стройиздат, 1973. – 80 с.
2. Методическое руководство по петрографо-минералогическому изучению глин / Всесоюз. науч.-исслед. геол. ин-т , сост.: коллектив авт. под рук. М. Ф. Викуловой , гл. ред. П. М. Татаринов. – М. : Госгеолтехиздат, 1957. – 448 с.
3. Сергиевич О. А., Дятлова Е. М., Малиновский Г. Н., Баранцева С. Е., Р. Ю. Попов. Особенности химико-минералогического состава и свойства каолинов белорусских месторождений // Стекло и керамика. 2012. № 3. – С. 25–31.

# О СТРУКТУРЕ ПОВЕРХНОСТИ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ФУНДАМЕНТА ЛУЧИНСКОГО ГРАБЕНА ЖЛОБИНСКОЙ СЕДЛОВИНЫ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

**В.И. Толстошев, С.А. Кручек, М.Г. Левый, П.О. Сахарук**

*Научно-производственный центр по геологии, филиал «Институт геологии»,  
г. Минск, Беларусь, e-mail: kruchek@geology.org.by*

*В результате исследований построена структурная карта поверхности кристаллического фундамента Лучинского грабена Жлобинской седловины и сопредельных территорий, охарактеризовано их мелкоблоковое строение, в составе грабена выделены две новые локальные структуры: Еленецкий структурный нос и Западно-Еленецкая мульда, составлен геологический разрез вкрест простирания грабена.*

**Ключевые слова:** Беларусь; Жлобинская седловина; тектоника; поверхность кристаллического фундамента.

## ABOUT THE STRUCTURE OF THE SURFACE OF CRYSTALLINE BASEMENT OF THE LUCHIN GRABEN OF ZHLOBIN SADDLE AND ADJACENT TERRITORIES

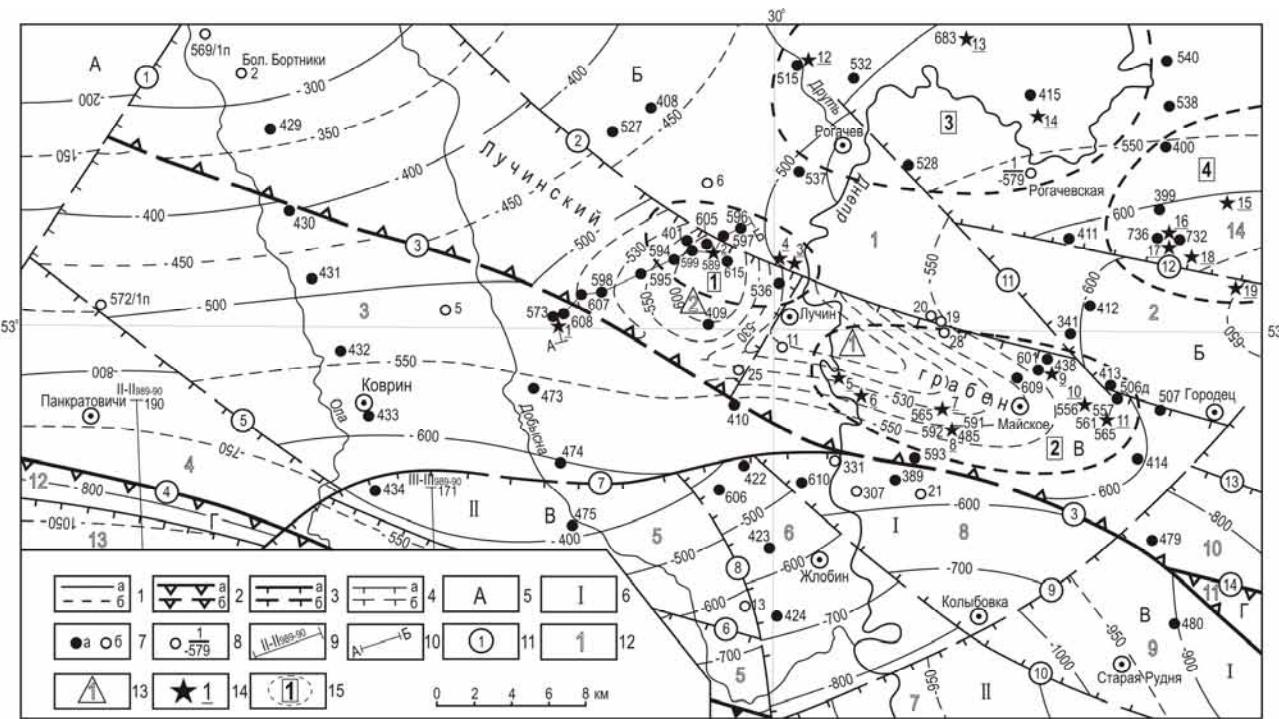
**V.I. Tolstosheev, S.A. Kruchek, M.G. Leviy, P.O. Sakharuk**

*RIC "RPC for Geology", Branch "Institute of Geology", Minsk, Belarus*

*As the result of the research, the structural map of the surface of the crystalline basement of the Luchin graben of Zhlobin saddle and adjacent territories is built, their small-block structure is described, two new local structures are determined: Elenec structural nose and the West-Elenec syncline (mould), the geological cross-section of the graben is given.*

**Keywords:** Belarus; Zhlobin saddle; tectonics; the surface of crystalline basement.

Материалы по тектонике и палеогеографии Жлобинской седловины и сопредельным структурам рассматривались в ряде публикаций [2; 3; 4; 7; 8; 9; 10; 11; 12]. Согласно полученным данным наибольший интерес представляет южная часть Жлобинской седловины, где в конце 1980-х годов были выявлены первые в Беларуси вулкано-магматические проявления в виде трубок взрыва, перспективных на обнаружение алмазов. Эта площадь выделена под название Жлобинского поля диатрем [14]. В 2001 году Т.А. Старчик на карте [4, с. 523] показала современное строение поверхности фундамента для всей территории Припятского прогиба (включая Северо-Припятское плечо), южной части Жлобинской седловины и, частично, сопредельных структур (Бобруйского погребенного выступа, Клинцовского грабена и др.). На юге Жлобинской седловины было выделено несколько разломов и блоков (без названия), но особенности мелкоблоковой структуры поверхности кристаллического фундамента здесь не нашли отражения. Более полно сведения по тектонике названной территории представлены в статье В.И. Толстошева, С.А. Кручека, И.Д. Кудрявца и М.Г. Левого [13], в которой авторы на основании изучения структурной поверхности отложений франского яруса верхнего девона Северо-Припятского плеча и сопредельных структур рассмотрели разломно-блочную тектонику большой территории с выделением новой структуры – Лучинского грабена. В этой публикации отмечено, что в строении франских образований отразилась разломно-блочная тектоника кристаллического фундамента, рассмотрению которой и посвящена данная статья. В ней представлена детальная структурная карта поверхности кристаллического фундамента Жлобинской седловины и ее Лучинского грабена, а также, частично, отдельных участков сопредельных структур: Бобруйского погребенного выступа, Северо-Припятского плеча и Клинцовского грабена (рисунок 1).



**Рисунок 1. Структурная карта поверхности кристаллического фундамента Лучинского грабена и сопредельных структур. Составили В.И. Толстоеев, С.А. Кручен, М.Г. Левый по материалам ГП «НПЦ по геологии».** 1 – изогипсы поверхности кристаллического фундамента (а – основные, б – дополнительные); 2-4 – разломы: 2 – региональные (а – установленные, б – предполагаемые), 3 – ступенеобразующие (а – установленные, б – предполагаемые), 4 – локальные (а – установленные, б – предполагаемые); 5 – тектонические структуры: А – Бобруйский погребенный выступ, Б – Жлобинская седловина, В – Северо-Припятское плечо, Г – Клинцовский грабен; 6 – тектонические ступени Северо-Припятского плеча: I – Буда-Кошелевская, II – Медведовская; 7 – скважины: а – на обнаружение трубок взрыва, б – гидрогеологические; 8 – скважина: в числителе ее номер, в знаменателе абсолютная отметка поверхности кристаллического фундамента, м; 9 – сейсмические профили; 10 – линии геологического профиля; 11 – номера разломов (цифры в кружках): 1 – Ковчицкий, 2 – Марусиновский, 3 – Жлобинский, 4 – Малиновско-Глазовский, 5 – Панкратовичский, 6 – Лесаньский, 7 – Щедринский, 8 – Западно-Жлобинский, 9 – Колыбовский, 10 – Кошелевский, 11 – Майский, 12 – Княжинский, 13 – Лозовский, 14 – Суражский; 12 – номера блоков кристаллического фундамента: 1 – Рогачевский, 2 – Городецкий, 3 – Ковринский, 4 – Панкратовичский, 5 – Лесаньский, 6 – Жлобинский, 7 – Пиревичский, 8 – Колыбовский, 9 – Староруднинский, 10 – Неговский, 11 – Липиничский, 12 – Брусовский, 13 – Щедринский; 14 – Шиловичская гемисинклиналь; 15 – номера локальных структур: 1 – Еленецкий структурный нос, 2 – Западно-Еленецкая мульда; 14 – трубы взрыва и их номера: 1 – Сеножатка, 2 – Марусино, 3 – Лучин, 4 – Лучин-2, 5 – Еленец-2, 6 – Еленец-3, 7 – Антоновская, 8 – Цупер, 9 – Асоя, 10 – Денисковичи, 11 – Веточка, 12 – Близнецовая, 13 – Мадорская-2, 14 – Мадорская, 15 – Красницкая, 16 – Олейниковская, 17 – Мостковская, 18 – Княжинская, 19 – Случайная; 15 – условные границы кустов диатрем Жлобинского поля и их номера: 1 – Лучинский, 2 – Антоновский, 3 – Рогачевский, 4 – Гадиловичский

Лучинский грабен расположен на юго-западном склоне Жлобинской седловины и с двух сторон ограничен субширотными Жлобинским региональным и Марусиновским ступенеобразующим разломами. Он граничит с двумя сопредельными структурами: на западе Ковчицкий разлом отделяет его от Бобруйского погребенного выступа, а на юго-востоке грабен примыкает по Жлобинскому разлому к Колыбовскому блоку Северо-Припятского плеча Припятского прогиба. В пределах Жлобинской седловины Лучинский грабен непосредственно граничит с Ковринским, Рогачевским, Городецким и Неговским блоками. От Неговского блока он отделен Колыбовским разломом, который является его восточным ограничением. Лучинский грабен протягивается в диагональном направлении с северо-запада на юго-восток до 58 км при ширине 6,6-17 км. В его строении преобладают отложения девонской системы, в основном нижнего и среднего отделов, которые с крупным стратиграфическим несогласием залегают на нижневендских (вильчанская серия) образованиях верхнего протерозоя, а также со значительным перерывом в осадконакоплении перекрываются песчано-

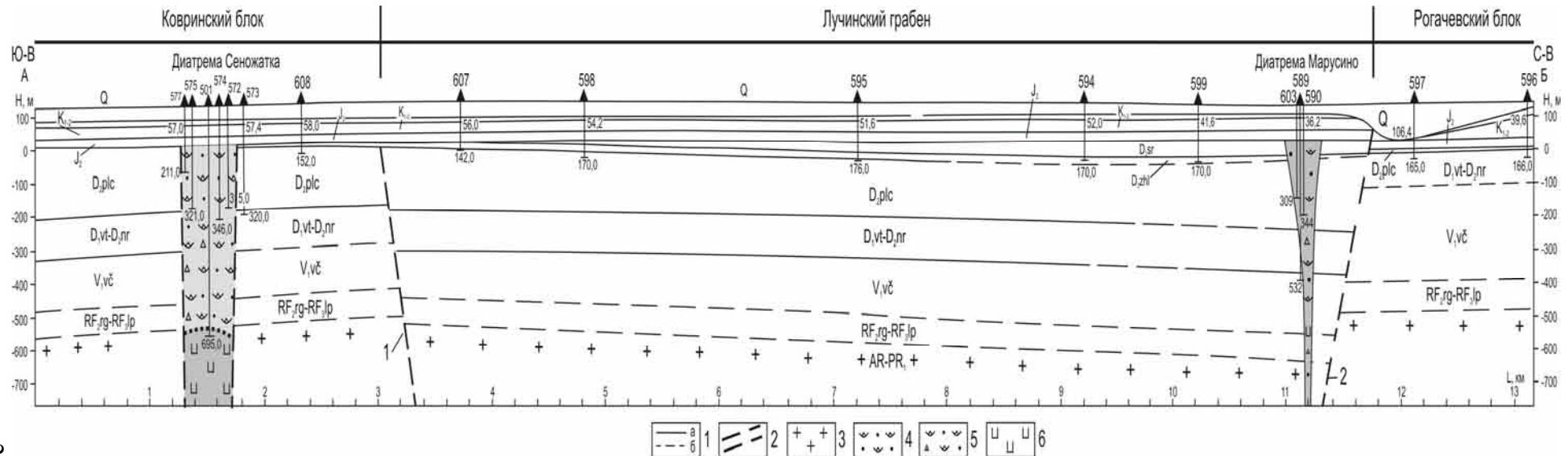
глинистыми отложениями батского яруса среднего отдела юрской системы. В юго-восточной части грабена разрез девона нарашивается за счет отложений франского яруса верхнего девона, которые в его северо-западной части отсутствуют, по-видимому из-за размыва в предсреднеюрское время. Разрез девона здесь завершается образованиями полоцкого горизонта среднего девона.

В Лучинском грабене поверхность фундамента имеет различное строение. Северо-западная часть данной структуры моноклинально погружается на юго-восток от отметок изолиний -300 до -500 м. На центральном участке грабена обособилась Западно-Еленецкая мульда с отметками изогипс от -500 до -600 м и амплитудой 100 м, ограниченная локальным разломом от его юго-восточного фланга. На северном участке мульды образовалась трубка взрыва Марусино, которая показана на геологическом разрезе по линии А–Б (рисунок 2). На нем видно, что грабен ограничен с двух сторон Жлобинским и Марусиновским разломами, а породы фундамента и рифейско-девонского осадочного чехла моноклинально наклонены с юга на север. Марусиновский разлом ограничивает распространение образований верхнего франа, а Жлобинский разлом перекрывают породы желонского горизонта. По Марусиновскому разлому амплитуда смещения отложений осадочного чехла оказалась значительно больше, чем по Жлобинскому. Интересно отметить, что по Марусиновскому разрыву в мезокайнозое произошла инверсия (подъем) опущенного крыла разлома и возле него образовался четвертичный речной врез с мощностью четвертичных осадков до 106,4 м (скважина Еленецкая 597). Подобная инверсия установлена в окраинной части Северо-Припятского краевого разлома на месте сочленения Припятского грабена и Брагинско-Лоевской седловины с Гремячским погребенным выступом Воронежской антеклизы. Смена знака движения по разлому здесь произошла в мезозое [1; 6].

В юго-восточной части Лучинского грабена выделился малоамплитудный Еленецкий структурный нос с отметками изогипс от -510 до -530 м и амплитудой 20 м. Его западная пе-риклиналь нарушена локальным разрывом. В целом поверхность фундамента в данной части грабена погружается от -510 до -600 м и глубже. В отличие от прежней модели грабена [13] на представленной карте уточнен юго-восточный фланг Марусиновского разлома с учетом скважин Еленецкие 438 и 507, вскрывших франские образования. Юго-восточная часть грабена выделяется еще и тем, что в ней проявилось семь трубок взрыва (см. рисунок 1). Колыбовский разлом отделяет грабен от Неговского блока седловины. В блоке поверхность фундамента наклонена на юго-запад от отметки изолинии -800 м и глубже. Такое же погружение отмечено и в Липиничском блоке Клинцовского грабена.

В Рогачевском блоке седловины поверхность кристаллического фундамента погружается от отметок изолиний -350 до -550 м. На его южном участке образовались трубы взрыва Лучин и Лучин-2. В Городецком блоке поверхность фундамента имеет небольшой юго-восточный наклон от отметок изогипс -600 до -650 м. В названном блоке возле Княжинского (вместо прежнего названия Городецкий) разлома образовалась трубка взрыва Случайная. В Шиловичской гемисинклинали поверхность фундамента наклонена с севера на юг от отметок изолиний -500 до -800 м (за рамкой карты). Гемисинклиналь примыкает на юге к Май-скому и Княжинскому разломам. Трубы взрыва Рогачевского и Гадиловичского кустов в основном расположены на западном окончании гемисинклинали и, частично, на Городецком блоке.

Ковринский блок седловины ограничен на западе Ковчицким, а на севере и юге Жлобинским, Панкратовичским и Щедринским разломами. Поверхность фундамента здесь погружается с севера на юг от отметок -400 до -600 м. На северном участке блока образовалась трубка взрыва Сеножатка (см. рисунок 2). Панкратовичский южный блок седловины ограничен четырьмя разломами: Ковчицким, Панкратовичским, Малиновско-Глазовским и Щедринским. В отличие от других блоков поверхность фундамента в нем наклонена с юга на север от отметок изолиний -750 до -850 м.



224

Рисунок 2. Геологический разрез по линии А-Б через Лучинский грабен. Составили В.И. Толстоеев, С.А. Кручек, М.Г. Левый, П.О. Сахарук с использованием материалов Государственного предприятия «НПЦ по геологии». 1 – границы стратиграфических подразделений: а – установленные, б – предполагаемые; 2 – разломы (1 – Жлобинский, 2 – Марусиновский); 3 – кристаллический фундамент; 4 – туфобрекчия мелкообломочная; 5 – туфобрекчия разнообломочная; 6 – пикриты; архей–нижний протерозой (AR-PR<sub>1</sub>), рифей средний–верхний (свиты: rg – рогачевская, lp – лапичская); нижний венд (vc – вильчанская серия); девон: нижний (vt – витебский горизонт), средний (nr – наровский надгоризонт, plc – полоцкий горизонт), верхний (горизонты: zh<sub>1</sub> – желонский, sr – саргаевский); мезозой (J<sub>2</sub> – средняя юра; K<sub>1-2</sub> – нижний–верхний мел); кайнозой (N<sub>1</sub> – нижний неоген; Q – квартер)

Северо-Припятское плечо на карте исследуемой территории (см. рисунок 1) представлено только северными участками Буда-Кошелевской (Колыбовский и Староруднинский блоки) и Медведовской (Лесаньский, Жлобинский и Пиревичский блоки) ступеней, отделенных от седловины Щедринским и Жлобинским разломами, и, частично, здесь показана Городокско-Хатецкая зона ступеней (Брусовский и Щедринский блоки), расположенная к югу от Малиновско-Глазовского разлома.

Буда-Кошелевская ступень плеча представлена на карте Колыбовским и Староруднинским блоками, разграниченными Колыбовским разломом. В Колыбовском блоке поверхность фундамента погружается с севера на юг от отметок изогипс -600 до -700 м, а в Староруднинском блоке наклон происходит в юго-западном направлении от отметок изолиний -900 до -1000 м.

В Медведовской ступени плеча выделено несколько блоков, разделенных Малиновско-Глазовским региональным и несколькими локальными разрывами. В Лесанском блоке фундамент нарушен локальным Лесанским разломом, и поверхность фундамента здесь в целом наклонена с северо-запада на юго-восток от отметок изолиний -400 до -700 м. Жлобинский блок ограничен четырьмя локальными разломами, и в нем поверхность фундамента также погружается на юго-восток от отметок изогипс -400 до -800 м. В Пиревичском блоке данная поверхность погружается с запада на восток от отметок изолиний -900 до -1000 м.

На западном участке Северо-Припятского плеча частично отрисованы Брусовский и Щедринский блоки, входящие в состав Китинско-Хатецкой зоны ступеней. Брусовский блок расположен между субширотными Малиновско-Глазовским региональным и локальным разрывами и граничит с Панкратовичским блоком седловины. Поверхность фундамента в нем слегка наклонена с севера на юг от отметки изолинии -800 м и глубже. Субширотный локальный разлом служит границей между Брусовским и Щедринским блоками. В последнем изучаемая поверхность фундамента погружается с юга на север от отметок изогипс -1000 до -1050 м.

Таким образом, полученные материалы геологического и геофизического изучения позволили построить структурную карту поверхности кристаллического фундамента Лучинского грабена Жлобинской седловины и сопредельных структур, уточнить их мелкоблоковое строение, выделить в составе грабена две новые локальные структуры: Еленецкий структурный нос и Западно-Еленецкую мульду, построить геологический разрез вкрест простирания грабена.

Результаты данных исследований будут использованы при проведении на территории Жлобинской седловины и сопредельных структур геологической съемки и поисковых работ на полезные ископаемые (алмазы, пресные и минеральные подземные воды и др.).

#### Список литературы

1. Антипов М.П., Коженов В.Я., Шаяхметов Ф.Ш. О строении и истории развития восточной части Северо-Припятского краевого разлома по данным сейсморазведки // Докл. АН БССР. 1989. Т. 33, № 6. – С. 553–556.
2. Гарецкий Р.Г., Давидюк В.Ф., Некрасов Г.А. К тектонике Жлобинской седловины и северного борта Припятского прогиба // Докл. АН БССР. 1975. Т. 19, № 6. – С. 563–566.
3. Гарэцкі Р.Г., Канішчаў В.С., Каўхута А.М., Стэфэнсан Р.А. Тэкtonіка Паўночна-Прыпяцкага пляча // Літасфера. 1997. № 6. – С. 34–48.
4. Геология Беларуси / под ред. А.С. Махнача, Р.Г. Гарецкого, А.В. Матвеева и др. – Минск: Ин-т геологических наук НАН Беларуси, 2001. – 815 с.
5. Махнач А.С., Веретенников Н.В., Шкуратов В.И. и др. Вендская система // Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси: объяснительная записка / С.А. Кручек, А.В. Матвеев, Т.В. Якубовская и др. – Минск: БелНИГРИ, 2010. – С. 67–75.
6. Муллаева Н.А. О развитии северо-восточной части Северо-Припятского краевого разлома в мезокайнозое // Докл. АН БССР. 1991. Т. 35, № 3. – С. 274–277.
7. Осадконакопление и палеогеография запада Восточно-Европейской платформы в мезозое (А.А. Гриляс, К.Н. Монкевич, И.Б. Вишняков и др.) / под ред. Р.Г. Гарецкого. – Минск: Наука и техника, 1985. – 216 с.
8. Палеотектоника Белоруссии / под ред. Р.Г. Гарецкого. – Минск: Наука и техника, 1983. – 182 с.

9. Рифей и венд Белоруссии / А.С. Махнач, Н.В. Веретенников, В.И. Шкуратов, В.Е. Бордон. – Минск: Наука и техника, 1976. – 360 с.
10. Тектоническая карта Белоруссии и сопредельных территорий. Масштаб 1:500 000 / гл. ред. Р.Г. Гарецкий. – М., 1977.
11. Тэктанічна карта. Маштаб 1:250 000 / Р.Г. Гарэцкі і інш. // Нацыянальны атлас Беларусі – Мінск: РУП «Белкартаграфія», 2002. – С. 46–47.
12. Тектоническая карта Республики Беларусь масштаба 1:500 000. Учебное пособие. Отв. редактор В.Н. Губин. – Минск: РУП «Белкартография», 2013. Авторы: Айзберг Р.Е., Гарецкий Р.Г., Губин В.Н., Карабанов А.К. и др.
13. Толстошеев В.И., Крученко С.А., Кудрявец И.Д., Левый М.Г. Геологическое строение отложений франского яруса верхнего девона Северо-Припятского плеча и сопредельных структур // Літасфера. 2015. № 2 (43). – С. 76–99.
14. Хомич П.З., Никитин Е.А., Гришко А.И. и др. Новая область развития кимберлитового магматизма на западе Восточно-Европейской платформы // Докл. НАН Беларуси. 1993. Т. 37, № 1. – С. 83–86.

**К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ГЛИНИСТОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД  
МЕТОДОМ ЕСТЕСТВЕННОЙ РАДИОАКТИВНОСТИ  
(НА ПРИМЕРЕ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)**

**В.В. Турышев**

*ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»,  
г. Тюмень, Россия, e-mail vvturyshev@yandex.ru*

*Установлены прямые корреляционные взаимосвязи содержаний ЕРЭ с объемной глинистостью юрских пород основных нефтегазоносных районов Широтного Приобья. Показано, что эффективность количественной оценки содержания пелитовой фракции находится в зависимости от минерального состава скелета и глинистого цемента, особенностей распределения ЕРЭ по весовым фракциям и литологическим типам пород.*

**Ключевые слова:** глинистость; ЕРЭ; гамма-метод; каолинит; хлорит; гидрослюдя.

**TO THE QUESTION OF THE EVALUATION OF ARGILLACEOUS ROCKS  
BY NATURAL RADIOACTIVITY  
(ON THE EXAMPLE OF DEPOSITS OF THE WESTERN SIBERIA)**

**V. Turyshev**

*Tyumen industrial University, Tyumen, Russia*

*A direct correlations in the contents of natural radioactive elements with volumetric clay content on the Jurassic rocks of the main oil and gas regions of Latitudinal Ob. It is shown that the efficiency of quantitative assessment of a content peliculas fraction is dependent on the mineral composition of the skeleton and clay cement, characteristics of the distribution of natural radioactive elements in weight fractions and the lithological types of rocks.*

**Key words:** clay content on; NRE; the gamma method; kaolinite; chlorite; and hydromica.

В течение 70-90-х гг. в ядерно-физической лаборатории института ФГБУ «ЗапСибНИИГГ» (г. Тюмень) проводились гамма-спектрометрические исследования образцов горных пород с целью петрофизического обеспечения интерпретации материалов радиоактивных методов ГИС, в частности, для количественной оценки глинистости отложений методом естественной радиоактивности. Ниже приводятся некоторые полученные результаты.

**Юрские отложения.** Породы тюменской свиты *Вартовского свода*, изученные на Самотлорском, Новогоднем, Нивагальском, Мысхайском и Аганском месторождениях углеводородов, характеризуются следующим усредненным минералогическим составом.

Песчаники состоят из кварца (в среднем 24,3 %), полевых шпатов (32 %), слюд (5,6 %), обломков пород (37 %); среднее содержание глинистого цемента – 9,2 %, составленного из каолинита с примесью гидрослюды и хлорита. Аргиллиты, как правило, имеют гидрослюдисто-хлоритовый (К – 11 %, Х – 30 %, Г – 52 %) состав.

В рассматриваемых отложениях отмечаются умеренные обратные зависимости содержания фракции 0,5–0,25 мм с содержанием всех ЕРЭ. Сильные отрицательные соотношения характеризуют присутствие в породах частиц размера 0,25–0,1 мм, урана, тория и общей радиоактивности ( $r = -0,82$ ;  $-0,85$  для  $Q_{u+th}$  и  $Q_y$  соответственно). Количество мелкоалевритовых зерен ( $D_{0,05-0,01}$ ) в большой мере контролируется концентрация К, U, Th и уран-ториевая радиоактивность ( $r = 0,83$  для Th;  $0,82$  для  $Q_{u+th}$ ).

Проведенные исследования на образцах, изученных рентгеноструктурным и гамма-спектрометрическим анализом, позволяют констатировать преобладание обратных корреляционных взаимосвязей ЕРЭ с содержанием каолинита ( $r = (-0,46)–(-0,77)$ ) и положительных – с гидрослюдистыми минералами. Выявлены сильные положительные корреляционные связи хлоритового компонента с содержанием урана, тория и общей радиоактивностью ( $r = 0,72–0,83$ ).

Распределение радиоэлементов по литологическим типам пород Вартовского свода упорядочено и возрастает в сторону более мелкозернистых разностей. Вклады ЕРЭ в общую радиоактивность слабо зависят от литологического состава и составляют в среднем для калия 37 %, урана 24 %, тория 39 %.

Наблюдаются выраженные корреляционные зависимости  $U$ ,  $Th$ ,  $Q_{u+th}$  и  $Q_\gamma$  от глинистости для выборки образцов, представленных песчано-алевритовыми и аргиллитовыми разностями. Взаимосвязь пелитового материала с содержанием калия выражена менее отчетливо. Характер связей прямолинейный, что указывает на незначительное содержание радиоизотопов в скелетной части и приуроченность их к тонкодисперсным фракциям.

Установленные закономерности для юрских коллекторов Нижневартовского района вытекают из особенностей их минералогического состава и условий осадконакопления. Для рассматриваемых отложений характерно наличие взаимосвязей уранового и ториевого компонента с содержанием гидрослюдистой и хлоритовой минеральной ассоциации, преобладающей в аргиллитах, в то время как для калия корреляция неустойчива. Такое распределение естественно-радиоактивных элементов по типам глинистых минералов предположительно объясняется присутствием в разрезе высокодисперсных аллотигенных глинистых разностей, аккумулировавших на стадии седиментогенеза уран и торий, и относительно равномерным распределением калия по гранулометрическому спектру, связанному с повышенной активностью калиевых минералов скелетной части.

Полученные зависимости рекомендуются для оценки глинистости юрских пород Нижневартовского нефтегазоносного района спектрометрической и интегральной модификациями гамма-метода.

Интервал залегания пород тюменской и васюганской свит *Вэнгапуровского типа разреза* исследован на Новогоднем месторождении. Минеральный состав пород-коллекторов и глин близок к составу пластов ЮВ<sub>2-3</sub> Нижневартовского района.

Породы тюменской свиты Вэнгапуровского района отмечены значительными обратными связями всех ЕРЭ, общей и уран-ториевой радиоактивности с песчаной фракцией 0,5–0,25 мм. Коэффициенты корреляции содержания урана и тория с количеством частиц 0,1–0,05 мм составляют 0,68 и 0,62. Интенсивные положительные взаимосвязи выявлены для содержаний фракции D<sub>0,05-0,01</sub>, калия, урана, тория, общей и уран-ториевой радиоактивности – соответственно  $r = 0,79; 0,83; 0,84; 0,89; 0,84$ .

По типам глинистых минералов радиоэлементы распределяются традиционно: калий присутствует в гидрослюдце и хлорите, торий связан с хлоритовыми минералами, уран рассеян равномерно во всех типах глин.

Выборка была составлена из песчаных и алевролитовых проб, сцементированных гидрослюдисто-каолинитовым материалом с преобладанием первого компонента. Отмечается умеренная положительная взаимосвязь урана и тория с глинистостью. Значимая корреляционная связь имеет вид  $C_K, Q_\gamma = f(C_{gl})$ , что является характерной особенностью данных отложений. Графики сопоставлений характеризуются прямолинейной формой зависимости.

Тюменская свита *Красноленинского свода* представлена образцами пород Ем-Еговского и Талинского месторождений углеводородов. Названный свод входит в состав Фроловской нефтегазоносной области; источники сноса терригенного материала, питавшие его, располагались в пределах Уральского горного хребта, что обусловило иной (преимущественно кварцевый) минеральный состав осадочных пород этого района.

Песчаники месторождений Красноленинского свода состоят из трех разновидностей: мономинеральных кварцевых, олигомиктовых и полимиктовых. Состав обломочной части полимиктовых песчаников следующий: кварца 20–60 %, полевых шпатов 10–25 %, слюд 3–4 %, обломков пород 15–60 %; цемент состоит из гидрослюдисто-каолинитового (поровый) и карбонатного (базальный) материала. Аргиллиты сложены в основном гидрослюдистыми и хлоритовыми минералами ( $K - 10 \%, X - 25 \%, \Gamma - 54 \%$ ).

Для отложений района характерны слабые обратные взаимосвязи песчаных фракций размером 0,5–0,25 и 0,25–0,1 мм с содержанием ЕРЭ и  $Q_\gamma$ . С алевритовой фракцией  $D_{0,1-0,05}$  положительно связаны умеренные количества радиоэлементов ( $r = 0,49$  для  $Q_{u+th}$ ). Тонкая алевритовая фракция  $D_{0,05-0,01}$  обнаруживает значительные содержания урана, тория и положительную корреляцию с калием:  $r = 0,65; 0,63; 0,25$  соответственно.

Наблюдаются умеренные отрицательные связи калия и тория с каолинитовым компонентом цемента и аналогичные положительные с содержанием хлорита и гидрослюды ( $r = 0,32-0,60$ ). Распределение урана по типам глинистых минералов более индифферентно.

Значимыми взаимосвязями с содержанием пелитового компонента обладают торий, калий и соответственно калий-ториевая ( $r = 0,83$ ) и общая ( $r = 0,79$ ) радиоактивность. Линия регрессии уравнения  $Q_\gamma = f(C_{gl})$  имеет небольшой наклон в области, соответствующей алевролитовым породам.

Обусловленность содержания радионуклидов степенью заглинизированности отложений Красноленинского свода объясняется особенностями минералогического состава рассматриваемых пород. В обломочной части песчаников, представленной кварцевым, кварцполевошпатовым и кремнисто-кварцевым материалом, радиоактивные элементы присутствуют в небольших количествах. Для алевролитов и аргиллитов характерны калийсодержащие гидрослюдистые минералы, обеспечивающие, кроме того, нахождение в них урана и тория в сорбированной форме.

Из проведенного анализа следует, что для решения задачи оценки глинистости осадков тюменской свиты Красноленинского района использование интегрального либо спектрального вариантов гамма-метода будет примерно равноценным.

Отложения тюменской и васюганской свит *Сургутского нефтегазодобывающего района* изучены на выборке песчано-алевролитовых образцов Федоровского, Омбинского, Восточно-Сургутского, Мамонтовского, Майского и Ягунского месторождений с преобладанием каолинитового (до 50 %) состава глинистого цемента. Аргиллиты сложены гидрослюдой (48 %), хлоритом (32 %), каолинитом (12 %) и примесью смешаннослоистых минералов. В коллекторах вышеназванных месторождений отмечаются незначительные обратные взаимосвязи содержаний ЕРЭ с грубозернистой фракцией  $D_{0,5-0,25}$  и  $D_{0,25-0,1}$  ( $r = -(0,26)-(-0,37)$ ). С алевритовой составляющей  $D_{0,1-0,05}$  связь содержаний ЕРЭ практически отсутствует. Теснота взаимосвязей количества фракции  $D_{0,05-0,01}$  с содержанием ЕРЭ характеризуется умеренной силой ( $r = 0,45-0,54$ ).

Несмотря на то, что общая тенденция к увеличению количества ЕРЭ по петрографическому ряду пород сохраняется, распределение радиоактивных элементов по весовым фракциям носит более сглаженный характер. Рассмотренные особенности пород сургутских месторождений нефти и газа препятствуют получению уверенных корреляционных взаимосвязей между содержанием объемной глинистости и естественных радиоактивных элементов. В случае ограничения статистической выборки какой-либо одной площадью теснота связи несколько возрастает (Мамонтовское месторождение,  $r = 0,56-0,64$ ). Взаимосвязи радиоактивности юрских пород Сургутского района с содержанием пелитовой фракции требуют дальнейшего изучения.

**Нижнемеловые отложения.** Изучены породы пластов БС<sub>10-14</sub> Ягунского, Северо-Ягунского, Родникового и Кечимовского месторождений.

В литологическом отношении изучаемый разрез сложен песчаниками с подчиненными прослойями аргиллитов и алевролитов. Песчаники состоят из кварца (в среднем 30,6 %), полевых шпатов (37,8 %), слюд (6,3 %), обломков пород (29,5 %). Цемент коллекторов глинистый (5–15 %) с преобладанием хлоритовых и каолинитовых минералов. Аргиллиты сложены хлоритовыми и смешаннослоистыми образованиями.

Наблюдается увеличение содержания ЕРЭ в более дисперсных разностях; вклад калия в суммарную радиоактивность песчаников достигает в среднем 47 % и 80 % в отдельных образцах.

Корреляционно-регрессионные связи имеют умеренную тесноту, не обеспечивающую достаточной точности оценки параметра  $C_{\text{гл}}$  по данным гамма-метрии (корреляция взаимосвязей  $Q_{\gamma} - C_{\text{гл}}$ :  $r = 0,47$  для Ягунского и  $0,72$  для Родникового месторождений). Взаимосвязи радиоактивных элементов  $U$  и  $Th$  с объемной глинистостью на Родниковом месторождении отмечаются общим подъемом в области песчаников, достигающим максимума в алевролитах, затем следует спад к глинистым разностям.

Недостаточное количество образцов алевритовых и глинистых пород не позволяет делать уверенные заключения, однако можно предположить, что нехарактерное понижение графических кривых в правой части обусловлено среднеактивным (хлорито-смешаннослоистым) составом аргиллитов, по своей гамма-излучающей способности сопоставимым с песчаными петрофизическими типами пород. Для калия найденная закономерность выражена слабее.

**Заключение.** Выполненные исследования подтверждают сделанные ранее выводы о неоднозначности использования в разрезах Западно-Сибирской низменности гамма-метода при оценке степени заглинизированности пород. Для различных районов и стратиграфических комплексов в зависимости от специфики условий осадконакопления, диагенеза и последующих изменений пород, их минерального состава желательно применение спектральной или интегральной модификации метода. Проведению скважинных измерений должно предшествовать детальное петрофизическое и петрографическое изучение образцов керна конкретных отложений по определению  $C_U$ ,  $C_{Th}$ ,  $C_K$ ,  $Q_{\gamma}$  и взаимосвязей перечисленных параметров с содержанием пелитовой фракции с учетом распределения ЕРЭ по типам пород, гранулометрическим фракциям и зависимости их содержания от различных типов глинистых минералов.

# ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ

**В.В. Турышев**

*ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»,  
г. Тюмень, Россия, e-mail: vvturyshev@yandex.ru*

Выполнен предварительный анализ распределения ЕРЭ на площади бассейнов седиментации нижнемелового возраста ЗСП. Подтверждена взаимосвязь  $U$ ,  $Th$ ,  $K$  и  $Th/U$ -отношения с содержанием и типом органического вещества, величиной  $Eh$ -потенциала, глинистостью (мелкодисперсностью) отложений, положением источников сноса обломочного материала, минералогическим составом глин, фациальными условиями.

**Ключевые слова:** бассейн седиментации; органическое вещество; фациальная область.

## THE MAIN REGULARITIES OF THE DISTRIBUTION OF RADIOACTIVE ELEMENTS IN THE LOWER CRETACEOUS SEDIMENTS OF THE WEST SIBERIAN PLATE

**V. Turyshev**

*Tuymen industrial University, Tuymen, Russia*

*The preliminary analysis of the distribution of natural radioactive elements of the basins of sedimentation of the lower Cretaceous age of the West Siberian plate is done. The relationship of  $U$ ,  $Th$ ,  $K$  and  $Th/U$  relations with the content and type of organic matter, the value of  $Eh$ -potential of the clay content on deposits, the position of the provenances of the clastic material mineralogical composition of clay facies conditions is confirmed.*

**Key words:** sedimentation; organic matter; facies area.

**Уран,  $K_1br - K_1v_1$ .** Содержания урана в песчано-алевритовых породах возрастают с 1,2 г/т в восточной, относительно глубоководной области плиты до 5,7 г/т в западной глубоководной (Красноленинский свод), литологически представленной битуминозными глинами. Аналогично распределяется уран в аргиллитах, возрастая в западном направлении с 3–4 до 10 г/т. Наблюдается хорошее совпадение зон максимальных концентраций урана и органического углерода на западе региона. На это указывает и схема расположения геохимических фаций того же времени [1] указывает на преобладание в западной части плиты восстановительных условий, что представляется закономерным в битуминозных глинистых породах. Анализ содержания в песчано-алевритовых разностях тонкодисперсной фракции размером < 0,05 мм показывает такое же увеличение с востока (17 %) на запад (32–35 %).

Имеющийся материал иллюстрирует однозначную обусловленность содержания урана в аргиллитах содержанием органического вещества; уран в песчано-алевритовых периодах может быть также связан с содержанием мелкодисперсной фракции. Для обоих типов пород уран выступает в роли индикатора относительно глубоководных (пониженные содержания) и глубоководных (повышенные содержания) условий осадконакопления.

**$K_1v_2$ .** Особенностью этого века является снижение содержания  $C_{org}$  в западной части низменности до 1,5–3 %. Уран в песчаниках и глинистых породах ведет себя различно. В аргиллитах прежняя тенденция роста урана с востока на запад в целом сохраняется (1,7–2,9 г/т). В песчаных разностях уран с органическим веществом не коррелирует и распределяется более сложно: максимальные содержания (2–2,5 г/т) приходятся на восточную область (равнина низменная и мелководная часть шельфа, частично относительно глубоководная часть шельфа), далее на запад в сторону относительно глубоководной части содержания уменьшаются до 1 г/т и затем снова возрастают на Красноленинском своде (глубоководная часть шельфа) до 2 г/т. Описанная схема не обусловлена также содержанием

мелкодисперсной фракции с размером зерен менее 0,05 мм; лучше согласуется она с распределением на площади пелитовой фракции, хотя сделать уверенный вывод затруднительно вследствие недостаточности данных. Распределение урана по фациям не обладает выраженной контрастностью [2]. Таким образом, уран песчано-алевритовых пород в обстановке среднекорового содержания органического углерода снижает свои индикаторные свойства.

*K<sub>1</sub>h.* На западе локализуется относительно глубоководная зона, последовательно сменяющаяся в восточном направлении мелководной зоной, пресноводными озерами (внутренним морем) и прибрежной равниной. В песчаных породах последняя фациальная зона окаймляется повышенными содержаниями урана – более 2 г/т, мелководная часть характеризуется низкими содержаниями (1,2–1,7 г/т) и относительно глубоководная часть вновь обнаруживает повышенные показания (1,8 г/т). Схожим распределением отмечается уран и в аргиллитах. Рассмотрение схемы содержания органического углерода в отложениях позднего валанжина показывает, что в области прибрежной равнины величина  $C_{\text{орг}}$  характеризовалась среднекоровыми значениями (0,3–0,5 %), а окислительно-восстановительная среда осадконакопления была нейтральной [1]. Следовательно, повышенные содержания урана в восточной части широтного Приобья трудно объяснить присутствием органического вещества. Лучше соотносится этот радиоэлемент с содержанием пелитовой фракции в песчано-алевролитовых разностях, на схеме распространения которой также выделяются два максимума: в относительно глубоководной части и в отложениях прибрежной равнины. Распределение мелкодисперсной фракции размером < 0,05 мм имеет только один максимум – в относительно глубоководных фациях. Для более уверенного решения о принадлежности урана к определенному компоненту пород необходимы дополнительные исследования.

*K<sub>1</sub>b.* Отложения представлены с востока на запад областью равнины низменной аккумулятивной, равнины прибрежной и внутреннего моря. В отмеченном направлении наблюдается увеличение содержаний урана в песчаных и более выражено – глинистых породах. Во втором случае, по-видимому, можно говорить о влиянии органического углерода, в первом – о связи содержания урана с содержанием тонкодисперсной фракции  $C < 0,05$  мм. В западном направлении увеличивается также валовое содержание железа, поэтому не исключено, что на распределении U в какой-то мере сказывается и этот фактор.

*K<sub>1</sub>ар<sub>2</sub>.* В позднем апте количества ОВ в отложениях на территории Западно-Сибирской равнины вновь несколько возрастает и достигает максимума (1,5–3 мас.%) в центральной и северной частях, то есть на площадях распространения внутреннего пресноводного моря и прибрежной равнины. Аналогично распределяется уран, содержание которого возрастает от равнины низменной аккумулятивной на востоке до внутреннего моря в центральной части низменности.

**Калий,  $K_{1br} - K_{1v_1}$ .** В песчано-алевритовых и глинистых породах калий обнаруживает одну и ту же тенденцию уменьшения содержания с востока на запад по фациальному профилю «мелководная – относительно глубоководная – глубоководная часть». Сопоставление схемы распространения K со схемой распределения содержания обломков в песчаных породах свидетельствует об одинаковой направленности изменения этих величин. По-видимому, калий песчаников имеет кластогенное происхождение и может служить показателем направлений сноса обломочного материала. Подтверждением служит обратное распределение на площади мелкодисперсной фракции размером менее 0,05 мм, имеющее выраженный характер возрастания в сторону западной глубоководной зоны. Сравнение распределения калия в аргиллитах с распределением в них гидрослюд указывает на тесную обусловленность калия названными глинистыми минералами: содержание последних также уменьшается с востока на запад с 56 % до 35 %.

*K<sub>1v\_2</sub>.* Распределение калия в песчано-алевритовых литотипах отмечается возрастанием содержаний от севера и юга плиты к ее центру (широтному Приобью) и не обусловлено фациальными условиями, содержанием обломков в породах и их тонкодисперсной

составляющей. Также трудно выявить какую-либо закономерность в поведении калия в глинистых породах. На фоне регрессии моря и усиления тектонической мобильности обрамлений плиты содержание калия в широтном Приобье увеличивается по сравнению с предыдущими волжским и берриасским веками (превышает 2 % мас.) и несколько повышается в глубоководной зоне западной части плиты, за счет изменения состава битуминозных аргиллитов (понижение  $C_{\text{org}}$  до 1,5–3 %). Усиление тектонической активности и изменение содержания органического углерода приводят к общему росту калия в конечном водоеме стока, а его роль индикатора минерального состава отложений и направлений выноса существенно нивелируется.

*K<sub>1</sub>h.* Содержание калия в песчано-алевритовых породах превышает 2 % мас. в области моря внутреннего (Пурпейский, Ноябрьский и Нижневартовский районы) и постепенно снижается в сторону относительно глубоководного шельфа на запад до 1,6 % мас. на Салымском поднятии. Вышеназванная закономерность согласуется с распределением обломков в породах вартовской свиты, указывающим на влияние северных источников сноса увеличением на Нижневартовском и Александровском сводах и снижением содержания обломков в западном направлении. В глинистых породах тренд уменьшения калия в сторону глубоких фаций сохраняется, но имеет менее выраженный характер (2,2–1,9 % мас.). С содержанием гидрослюд в глинах калий явным образом не взаимосвязан.

*K<sub>1</sub>b.* В песчаниках и глинистых разностях распределение калия не позволяет говорить о какой-либо проявленной закономерности.

*K<sub>1</sub>ap<sub>2</sub>.* В песчаниках и алевролитах наблюдается снижение содержания К от равнины низменной аккумулятивной до моря внутреннего с 2,1 (увеличение тектонической активности?) до 1,3 (% мас.). Возможно также, это является отражением общего возрастания содержания органического углерода в центральной части плиты и, соответственно, снижения терригенного компонента, с которым соотносится калий.

**Торий, K<sub>1</sub>br – K<sub>1</sub>v<sub>1</sub>.** Содержание тория в песчано-алевритовых породах уменьшается с севера на юг и не связано явно с содержанием обломков в породах, содержанием мелкодисперсной и пелитовой фракций. В глинистых породах содержание тория понижается с востока на запад и минимально в глубоководной зоне битуминозных сланцев – 8,5 г/т; в последнем случае торий выступает в роли спутника калия в кластогенном компоненте, разубоженном органическим веществом.

*K<sub>1</sub>v<sub>2</sub>.* В песчаниках максимумами содержаний (до 9 г/т) характеризуются мелководная и глубоководная части шельфа, в относительно глубоководной части наблюдается минимум до 6,5 г/т. Неоднородность распределения скорее всего обусловлена возросшей тектонической мобильностью внутренних районов низменности и повышенной эрозией областей размыва [1]. Возрастание Th в глубоководной зоне может частично объясняться снижением в черных сланцах содержания ОВ до 1,5–3 %.

*K<sub>1</sub>h.* Распределение тория в песчаниках указывает на некоторый тренд уменьшения содержаний с востока на запад, от отложений равнины к относительно глубоководному шельфу. Север и юг плиты отмечаются пониженными содержаниями Th (4,5–5 г/т). Рассмотренная схема удовлетворительно согласуется со схемой распределения обломков в породах вартовской свиты. Отличительной особенностью глинистых пород готеривского века является наличие локального минимума в мелководной части шельфа.

*K<sub>1</sub>b.* Содержание тория по площади не дифференцировано.

*K<sub>1</sub>ap<sub>2</sub>.* В глинистых породах содержание тория уменьшается от равнины низменной аккумулятивной (9 г/т) до моря внутреннего (6,6 г/т), что, возможно, отражает увеличение содержания органического углерода в западной части плиты (см. анализ распределения урана и калия).

**Th/U-отношение, K<sub>1</sub>br – K<sub>1</sub>v<sub>1</sub>.** Th/U-отношение, так же как содержание урана и тория, контролируется содержанием органического углерода и снижается от высоких значений в относительно глубоководной части шельфа до низких (< 1) в глубоководной части. Высокие

значения показателя в Уренгойском районе (до 7 в песчаниках и 12 в глинах), по-видимому, свидетельствуют о процессах постседиментационного перераспределения урана.

$K_1v_2$ ,  $K_1h$ . Снижение содержания ОВ в позднем валанжине приводит к индифферентности распределения торий-уранового отношения на площади поименованных бассейнов седиментации.

$K_1b$ . Отношение Th/U несколько понижается на запад в аргиллитах, отражая увеличение в названном направлении содержаний урана.

$K_1ap_2$ . В песчаных и глинистых породах наблюдается понижение Th/U-отношения от равнины низменной к внутреннему морю в соответствии с повышением содержания органического углерода и урана.

#### **Выводы.**

1. Распределение урана в нижнемеловых отложениях Западно-Сибирской плиты контролируется количеством и типом органического углерода, величиной окислительно-восстановительного потенциала среды (берриас–ранний валанжин, поздний апт), фациальной принадлежностью отложений (берриас–ранний валанжин, готерив) и степенью дисперсности осадков (берриас–ранний валанжин, готерив, баррем).

2. Калий является индикатором положения источников сноса обломочного материала (берриас–ранний валанжин, готерив), минерального состава глин (берриас–ранний валанжин), повышения тектонической активности (поздний валанжин, поздний апт), показателем терригенного компонента пород (берриас–ранний валанжин, поздний апт).

3. Торий обусловлен положением источников сноса и отдельных литолого-фациальных зон (поздний валанжин, готерив), тектонической активностью областей сноса (поздний валанжин), кластогенной составляющей битуминозных сланцев (берриас–ранний валанжин, поздний апт).

4. Th/U-отношение отражает аномальное содержание  $C_{org}$  и существование резко восстановительной обстановки при осадконакоплении и последующих процессах диагенеза (берриас–ранний валанжин), явления постседиментационного перераспределения урана (берриас–ранний валанжин).

#### **Список литературы**

1. Конторович А.Э., Берман Е.Л., Богородская Л.И., Винокур Б.Г., Колганова М.М., Липницкая Л.Ф., Мельникова В.М., Стасова О.Ф., Фомичев А.С. Геохимия юрских и нижнемеловых отложений Западно-Сибирской низменности. – М.: Недра, 1971. – 250 с.
2. Турышев В.В. Особенности пространственно-временного и литолого-фациального распределения естественных радиоактивных элементов в юрских и нижнемеловых отложениях Западно-Сибирской плиты // Геохимия. – 2017. – № 1. – С. 26–40.

# ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПО СТРАТИГРАФИЧЕСКОМУ РАЗРЕЗУ МЕЗОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

В.В. Турышев

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»,  
г. Тюмень, Россия, e-mail vvturyshев@yandex.ru

Выявлена индикаторная роль  $K$ ,  $U$ ,  $Th$  и  $Th/U$ -отношения при идентификации отдельных стратиграфических горизонтов и их корреляции. Особенности распространения ЕРЭ обусловлены тектонической активностью плиты (калий, торий), количеством и типом ОВ (уран) и степенью дисперсности осадков (уран, торий). Подтвержден упорядоченный тип распределения ЕРЭ в ряду «песчаники – алевролиты – аргиллиты».

**Ключевые слова:** уран; торий; стратиграфический комплекс; группа пластов.

## THE PECULIARITIES OF DISTRIBUTION OF NATURAL RADIOACTIVE ELEMENTS IN THE STRATIGRAPHIC SECTION OF MESOZOIC DEPOSITS OF THE WEST SIBERIAN LOWLAND

V. Turyshev

Tyumen industrial University, Tyumen, Russia

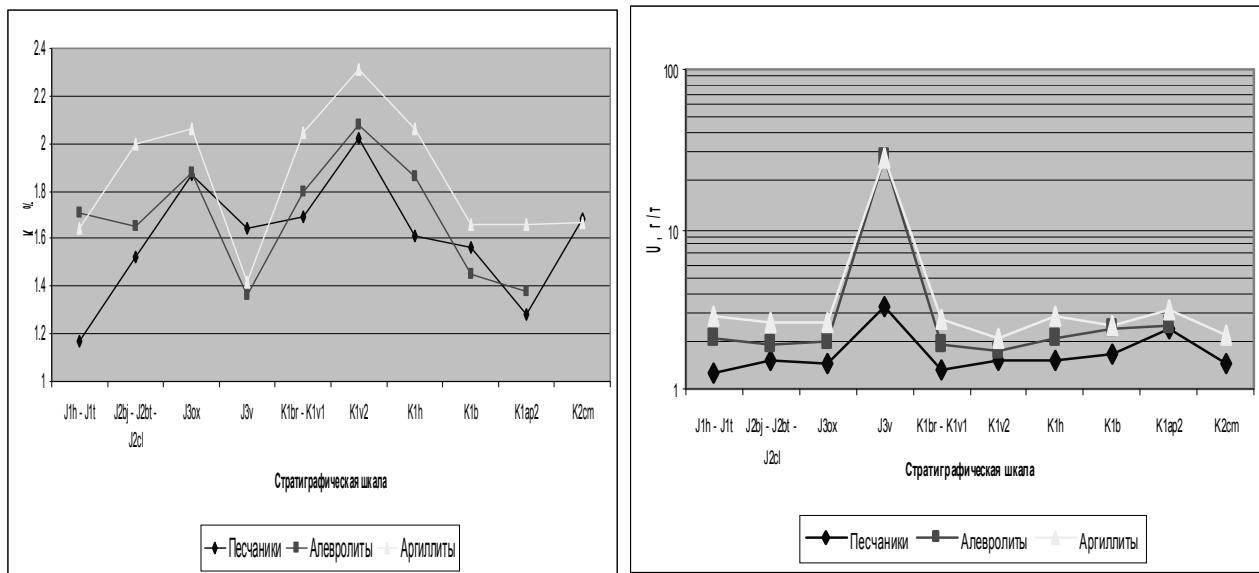
The indicator identified the role of  $K$ ,  $U$ ,  $Th$  and  $Th/U$  relations, identification of individual stratigraphic horizons and their correlation. The propagation characteristics of NRE ratios due to tectonic plate activity (potassium, thorium), quantity, and S type of the environment (uranium) and the degree of the dispersion of precipitation (uranium, thorium). Confirmed a ordered distribution type normally in a series of "sandstones – siltstones – mudstones".

**Key words:** uranium; thorium; the stratigraphic complex; group formations.

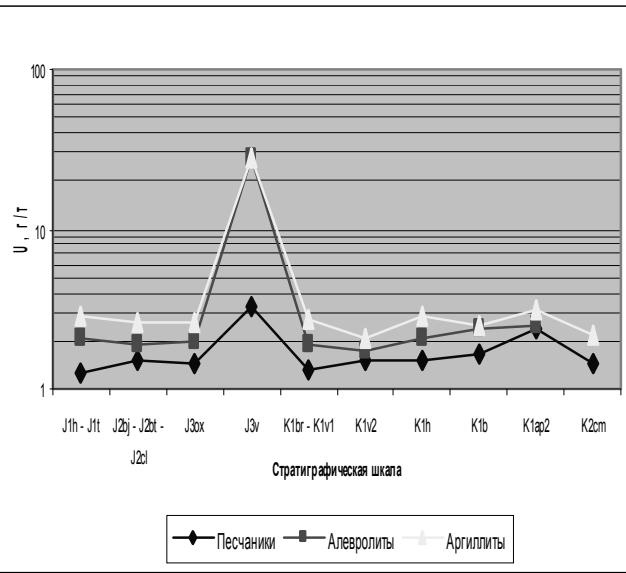
Наиболее общие закономерности распределения естественных радиоактивных элементов (ЕРЭ) по стратиграфическому разрезу отложений Западной Сибири с учетом литологии пород отражают данные рисунка. Из них следует, что содержание калия диагностирует в основном повышенную тектоническую мобильность обрамлений плиты и уровень полевошпатности осадков (возрастание в оксфордском и поздневаланжинском веках); содержание урана контролируется количеством и типом органического вещества, а также доминировавшей окислительно-восстановительной обстановкой (максимумы в волжском и позднеантском времени); торий распределяется равномерно в песчаниках и образует в аргиллитах минимум в волжском веке и максимум в берриасе – готериве, по-видимому, отражая увеличение содержания мелкодисперсной составляющей пород и тектонической подвижности питающих областей.

Приведенный график изменения средних содержаний элементов не отражает степени варьирования их частных значений. С целью изучения этого фактора построены гистограммы распределений ЕРЭ в песчаниках, аргиллитах и алевролитах по пяти временным интервалам: апт-альб-сеноман, готерив-баррем, берриас-валанжин, келловей-оксфорд, геттанг-ранний келловей. Диапазон изменений содержаний ЕРЭ в осадках Западно-Сибирской низменности достаточно широк и достигает у калия 0,1 – 6–8 % (мас.), урана 1 – 10 г/т, тория 1 – 16–18 г/т, торий-уранового отношения 2 – 20–24 (исключая породы баженовской свиты), причем диапазоны радиоэлементов различных стратиграфических комплексов перекрываются. Такой пестрый характер распределения свидетельствует о достаточно активной тектонической истории эпигерцинской Западно-Сибирской платформы и слабой степени сортировки материала внутри каждой литологической группы пород; модальные же значения распределения элементов в целом близки к средним из графика рисунка.

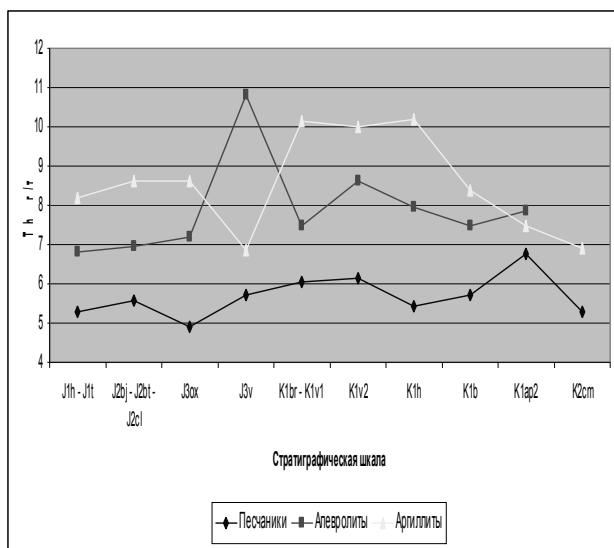
Рассмотрим усредненное распределение ЕРЭ по группам пластов (районам) также с учетом петрографического состава пород.



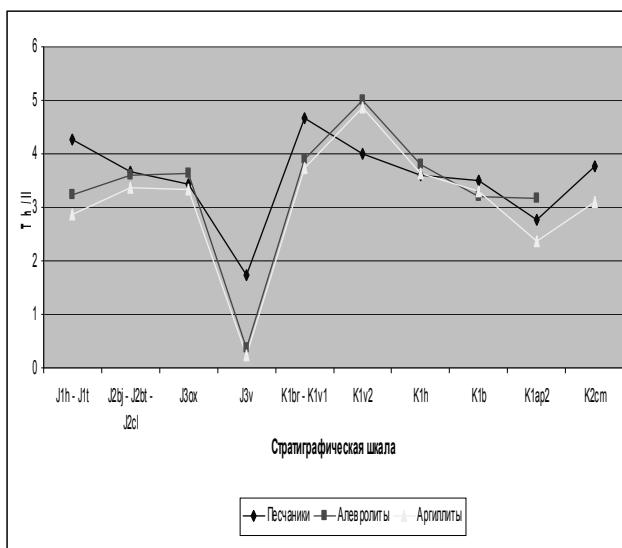
а



б



в



г

**Распределение ЕРЭ по основным стратиграфическим комплексам Западной Сибири с учетом литологической принадлежности пород:**  
а) калия (%), б) урана (г/т), в) тория (г/т), г) Th/U-отношения

Сопоставляя содержания ЕРЭ в пластах группы С и В, можно отметить следующую особенность: при относительно одинаковом уровне накопления элементов распределение в пластах С носит сглаженный характер, в то время как в пластах В – более неупорядоченный и «ломаный». Указанная тенденция выдерживается при рассмотрении районов с востока на запад от Александровского до Ханты-Мансийского. Объяснение этому, видимо, следует искать в различии источников сноса для центральных и восточных частей плиты: для последних значительно большую роль играли северные (северо-восточные) области питания, поставлявшие в конечный водоем стока сфен-эпидотовую и апатитовую ассоциацию минералов.

Содержание калия несколько понижается от меловых отложений к юрским, отражая уменьшение в указанном направлении полевошпатности пород. Различно поведение урана: в пластах АВ песчано-алевритовые породы готерива обладают максимальными концентрациями по сравнению с нижележащей частью разреза, в породах Сургутского свода наблюдается скорее противоположная тенденция. Аргиллитовые разности пластов В в готериве и юрских породах обладают более высокими содержаниями U (до 4 г/т), чем аналогичные породы пластов С. Отмечается повышение содержаний тория в аргиллитах в отложениях ачимовской

пачки (пласти БС<sub>16-22</sub>). Th/U-отношение повышенено по сравнению со среднекоровыми значениями (3-4) в меловых породах, максимально в ачимовской пачке (кроме аргиллитов) и снижается до среднего в юрских пластах.

Красноленинский свод (пласти группы К) расположен в западной части провинции и в большей степени подвергался воздействию западных и юго-западных источников сноса с более кислым составом разрушающихся пород. Продуктивных пластов здесь существенно меньше, чем на месторождениях широтного течения р.Оби. Содержание калия понижено по сравнению с центральными районами; уран и торий отличаются большей амплитудой изменения содержаний в аргиллитовых разностях по сравнению с песчаными, как и в выше рассмотренных районах. Обращает на себя внимание резко отличная от покрывающих отложений характеристика пластов ЮК<sub>8-12</sub>, на кривых содержаний всех радиоэлементов отмечается их уменьшение в песчаниках и увеличение в алевритах и аргиллитах, что говорит, видимо, об изменении минерального состава этих пород. Значения торий-уранового отношения понижены и не выходят за пределы 2–4.

Для всех рассмотренных районов (пластов) расположение петротипов пород по содержанию в них радиоактивных элементов выстраивается в ряд «гравелиты – карбонатные породы – угли – песчаники – алевролиты – хлидолиты – аргиллиты» в соответствии с законами дифференциации ЕРЭ на стадиях выветривания, переноса и седиментации (диагенеза) вещества.

Севернее территории широтного Приобья располагается Вэнгапуровский район, в настоящей работе рассматриваются данные по Новогоднему месторождению. При этом измерения проводились лишь в юрской и доюрской части отложений, тем не менее полученные материалы хорошо иллюстрируют индикаторные возможности радиоактивных элементов при стратиграфической разбивке сложных осадочных и магматогенных толщ. По совокупности трех ЕРЭ и Th/U-отношения уверенно идентифицируются основные стратиграфические единицы нижней части разреза Новогоднего месторождения – васюганская свита (пласт ЮВ<sub>1</sub>), тюменская свита (пласти ЮВ<sub>2-6</sub>), котухтинская свита (пласт ЮВ<sub>12</sub>), кора выветривания и палеозойский фундамент, в то время как по кривой интегральной радиоактивности (аналог гамма-каротажа) такого разделения провести не удается.

Далее на север плиты располагаются Пурпейский и Уренгойский районы, объединенные на одном графике и представленные пятью группами пластов: ПК<sub>1</sub>, БУ<sub>10</sub>, ачимовской пачкой, Ю<sub>1</sub> и Ю<sub>2-6</sub>. Пласти БУ<sub>10</sub> и Ю<sub>1</sub> отражаются повышениями содержаний калия, тория и удельной радиоактивности в песчано-алевролитовых разностях (Ю<sub>1</sub> также максимумом в аргиллитах), остальные пласти характеризуются минимальными значениями. В случае с калием, как представляется, мы имеем дело с более ярко выраженным проявлением полевошпатности осадков вышеназванных пластов и эпейрогенических движений поздневаланжинского времени. В целом содержания калия и тория несколько повышены по сравнению с их содержаниями в Среднем Приобье. Необходимо также обратить внимание на высокое значение Th/U-отношения в песчаниках ачимовской пачки района (8,5).

«Нормальным» диапазоном изменения для отношения тория к урану обычно считается 2,5–5, что и было отражено в усредненном по региону графике рисунка. Однако более подробное рассмотрение отдельных территорий Западно-Сибирской низменности выявляет некоторые отклонения от средних величин. Повышение Th/U-отношения может иметь место в основном в трех случаях: 1) в условиях резко окислительной обстановки; 2) в породах специфического вещественного состава (например, обогащенных пирокластическим материалом); 3) как следствие процессов постседиментационного перераспределения урана. В данном случае наиболее вероятна последняя причина, так как для рассматриваемых отложений не характерны ни экстремальное значение окислительно-восстановительного потенциала, ни особый минералогический состав слагающих пород. Высказанное предположение подтверждается аномально низкими (< 1 г/т) содержаниями урана в песчано-алевролитовых разностях ачимовской пачки Уренгойского месторождения, на что раньше уже обращалось внимание [1].

Одним из наиболее северных добывающих районов Западно-Сибирского мегабассейна является Южно-Ямальский. Разрез этой части региона представлен сверху вниз следующими свитами (пластами): уватская ( $\text{ПК}_1$ ), ханты-Манская (ХМ), покурская, танопчинская ( $\text{ТП}_{18-23}$ ;  $\text{Б}_{1-8}$ ), яротинская ( $\text{НП}_1$ ;  $\text{Б}_{9-13}$ ), ачимовская пачка, тюменская свита, палеозойский фундамент. Породы, слагающие указанные горизонты, вследствие неравномерности анализов не разделялись на отдельные петротипы и представлены обобщенным массивом. Кривые распределения радиоэлементов имеют «пилообразную» форму с небольшим диапазоном изменения в меловой системе и увеличением амплитуды в ачимовской пачке – тюменской свите – палеозойском фундаменте. Содержания урана (1–1,5 г/т) и тория (4–6 г/т) понижены относительно среднекоровых;  $\text{Th}/\text{U}$ -отношение близко к среднему в меловых породах и достигает аномальных величин в нижней части разреза. Экстремальными содержаниями ЕРЭ выделяются пласт  $\text{ПК}_1$  (максимумы на кривых K, U, Th и удельной радиоактивности), ачимовская толща (минимумы калия, урана, удельной радиоактивности и максимум  $\text{Th}/\text{U}$ -отношения), тюменская свита (максимумы K, U, Th и удельной радиоактивности, минимум  $\text{Th}/\text{U}$ -отношения), палеозойский фундамент (самые глубокие минимумы калия, тория, удельной радиоактивности,  $\text{Th}/\text{U}$ -отношения, максимум урана).

Отдельно рассмотрены отложения баженовской свиты (без разделения на типы пород) в 10-ти основных нефтегазодобывающих районах Западной Сибири. Подтверждены известные закономерности распределения ЕРЭ на площади бассейна волжского века: содержания урана максимальны в центральной части плиты и уменьшаются к ее краям и в северной части; содержания тория, калия и  $\text{Th}/\text{U}$ -отношение распределены противоположно урану.

Рассматривая стратиграфические разрезы отдельных месторождений углеводородов, можно заключить, что основные установленные ранее черты распределения ЕРЭ для различных районов сохраняются и здесь, однако они осложнены местными вариациями условий осадкообразования. При этом во многих случаях индикаторные возможности отдельных элементов (например, тория) существенно возрастают по сравнению с обобщенными по районам данными.

#### Список литературы

1. Турышев В.В. Особенности пространственно-временного и литолого-фациального распределения естественных радиоактивных элементов в юрских и нижнемеловых отложениях Западно-Сибирской плиты // Геохимия. – 2017. – №1. – С. 26–40.

# **НОВЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О РУДОНОСНЫХ СТРУКТУРАХ, ГЕНЕЗИСЕ РУД И УСЛОВИЯХ РУДОКОНЦЕНТРАЦИИ**

**Н.М. Черниенко, У.З. Науменко, А.Л. Александров**

*Институт геологических наук НАН Украины, г. Киев, Украина,  
e-mail: nataly.kiev@i.ua, uliana\_naumentko@mail.ru, alex2ce@gmail.com*

*Генезис полезных ископаемых тесно связан с процессом глобальной эволюции земной коры. Эволюционное развитие имеет необратимый характер, контролируемый степенью дифференциации первичного вещества, происходит в синергетическом режиме. Главным условием появления эндогенных месторождений является проницаемость среды, наличие термальной флюидной фазы и анизотропного поля напряжений.*

**Ключевые слова:** шовные зоны; мегазоны; узлы пересечения; рудоконцентрация; дифференциация вещества.

## **NEW OPINIONS ABOUT ORE STRUCTURES, ORE GENESIS AND THE CONDITIONNS OF ORE CONCENTRATION**

**N.M. Cherniyenko, U.Z. Naumenko, A.L. Alexandrov**

*Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev, Ukraine*

*Genesis of minerals is closely related to the Earth's crust global evolution. Evolutionary development has an irreversible character, controlled by the degree of primary substance differentiation, occurred in a synergetic mode. The main condition for the formation of endogenous deposits is the permeability of rocks environment, the presence of a thermal fluid phase and anisotropic stress field.*

**Keywords:** suture zones; megazones; tectonic knots; ore concentration; substance differentiation.

*Светлой памяти нашего Учителя  
профессора Л.С. Галецкого посвящается*

Природные ресурсы, в первую очередь минерально-сырьевые, составляют основу существования человечества и определяют будущее мировой цивилизации. Геология и металлогения – науки не только о полезных ископаемых, они дают возможность обоснованно взглянуть на эволюционное развитие планеты.

Современный этап тектонических и металлогенических исследований характеризуется многообразием научно-методических подходов и поиском новых путей их развития. Учение о полезных ископаемых базируется на индуктивном принципе «от частного к общему». В металлогении доминирует дедуктивный принцип «от общего к частному». Реализация этих принципов осуществляется двумя основными путями. Один отдает приоритет коровым процессам, другой – мантийным. В первом подходе возникновение месторождений определяется как один из результатов сложного процесса геологического развития земной коры. Во втором подходе появление большинства эндогенных месторождений связывается с подкоровыми источниками, которые проявляются мантийными струями, плюмами, флюидными колоннами.

Главные закономерности концентрации рудного вещества в земной коре и само происхождение полезных ископаемых тесно связаны с процессом глобальной эволюции земной коры. Эволюционное развитие носит необратимый характер, контролируется степенью дифференциации первичного вещества и протекает в синергетическом режиме.

Рудоносные структуры возникают в тектонически активных зонах (глубинных и коровых разломов) и центрах рудно-магматической активности, где развиваются деформационные процессы, проявляются динамические эффекты и формируется термоградиентная система массопереноса флюидных компонентов.

Области уплотнения и сжатия пород воспроизводят действия аккумуляции и трансформации механической энергии, служат своеобразными реакторами с повышенной геохимической активностью и интенсивностью массопереноса вещества. Участки растяжения и разуп-

лотнения – конечный пункт массопереноса, где в благоприятном пространстве среды образуются накопления тех или иных полезных ископаемых.

Таким образом, важнейшими условиями появления эндогенных месторождений являются: проницаемость среды, наличие термальной флюидной фазы, существование анизотропного поля напряжений и высокий градиент падения главных тангенциальных напряжений.

Долгоживущими генераторами рудной минерализации являются: 1) зоны субдукции и ассоциирующие с ними орогенные пояса; 2) области и зоны тектоно-магматической активизации с рифтовыми системами и вулканическими поясами; 3) зоны глубинных разломов; 4) орогенные области, приуроченные к зонам столкновения континентальных плит.

К новым позициям следует отнести толкование, что рудо- и нефтеобразование – это единый закономерно развитый процесс, обусловленный объективными природными процессами. Он заключается в переходе исходного твердого вещества, содержащего в рассеянном состоянии рудные и углеводородные компоненты, к флюидному состоянию и в миграции этого природного породного раствора или расплава преимущественно вверх по разрезу из зон высокого давления и температуры в зоны с низким давлением и температурой; в переходе рудных и углеводородных компонентов из рассеянного флюидного состояния в концентрированное твердое, жидкое или газовое.

В основе общности механизма рудо- и нефтеобразования в последние годы лежат два открытия: признание нелинейности развития отдельных природных процессов и установление тектоно-петрологической расслоенности литосферы и мантии, которая выражается в чередовании зон уплотнения и разуплотнения.

Формирование продуктивных систем осуществляется стадийно. Сначала породы, которые погружаются в недра земли, разогреваются эндогенными тепловыми полями и обогащаются восстановленными мантийными флюидами. Далее под воздействием высокого давления возникает прорыв и миграция флюидов к земной поверхности через многокилометровые толщи литосферы. Взаимодействие мантийных и коровых флюидов с обогащенными органикой породами способствуют формированию широкого спектра месторождений полезных ископаемых, в том числе и углеводородных. Заключительная стадия связана с механизмом накопления рудных и углеводородных компонентов в зонах пониженных температур и давления, или на поверхности Земли.

На пути движения флюидов возникают ореолы метасоматической переработки пород. Размеры месторождений зависят от масштаба флюидных систем и продолжительности их существования. Крупные уникальные объекты создают системы, которые функционируют десятки и даже сотни миллионов лет. Они обычно полигенные и полихронны.

Особое значение в последнее время уделяется определению роли синергетических явлений в геологии, в частности в металлогении.

Изложенные выше современные тенденции развития металлогении учитывались в нашей работе. В качестве основных прогрессивных концепций применялись: эволюция земной коры, расслоенность литосферы, концепция геоблоковой делимости и георазделов (шовных зон), сквозных мегазон активизации, металлогенической зональности.

Основная цель наших исследований заключалась в выяснении условий рудообразования и рудоконцентрации на территории Украины с определением приоритетных рудных районов (объектов), которые отвечают современным условиям рыночной экономики.

В процессе исследований авторами определялись и учитывались приведенные выше современные мировые тенденции развития металлогении и главных рудоносных структур Украины. Анализ фактического материала по металлогении и изучение главных структур в Украине дали авторам возможность определить закономерность связи рудоносных тектонических структур и генетических типов месторождений. Исследования металлогенических особенностей конкретных рудных структур показали, что одной из главных причин формационно-генетического разнообразия месторождений является геодинамическая природа этих структур.

Основное внимание уделялось определению источников и путей миграции рудного вещества, выделению рудоносных структур и определению условий рудоконцентрации.

В результате комплексных геолого-структурных и прогнозно-металлогенических исследований были выделены наиболее перспективные рудоносные структуры. К ним, прежде всего, были отнесены главные рудоконцентрирующие структуры, которые имеют принципиально разное генетическое значение: 1 – шовные зоны, как структуры направленного эволюционного развития – являются межблочными; 2 – мегазоны активизации – наложенные деструктивные сквозные трансблочные структуры. Именно с этими структурами связаны продуктивное оруденение и богатые и качественные месторождения, прежде всего редких, благородных и цветных металлов, урана, флюорита, а также нефти и газа. Это открывает новые перспективы для поисков крупных месторождений, конкурентоспособных в современных экономических условиях и показывает, что Украина имеет мощную минерально-сырьевую базу и относится к наикрупнейшим минерально-ресурсным странам мира.

Актуальность подобных работ обусловлена тем, что их материалы отражают комплексные данные о геологическом строении, минеральных ресурсах и экологическом состоянии территории Украины. При их создании использованы многочисленные данные геологического изучения страны за прошедшие и текущий века. Предложен новый комплексный подход к изучению геологии и рудоносности древних платформ, основанный на современных концепциях эволюции земной коры, геоблоковой делимости и металлогенической зональности. Для территории Украины выделены новые типы рудоносных структур: межблочные шовные зоны и трансблочные мегазоны активизации. Важную роль играют участки пересечения субширотных линейных зон активизации с субмеридиональными шовными зонами, где протекают знакопеременные процессы растяжения и сжатия (вибрирующая тектоника). Высокоградиентное тектоническое поле напряжений направляет и фокусирует минерализованные флюидные потоки и создает своеобразные «ловушки» – геодинамические, геохимические и геоэлектрические барьеры для рудо-, нефте- и газонакопления. Соответственно показаны новые возможности прогнозирования и поисков богатых и качественных месторождений: редких, благородных и цветных металлов, урана, флюорита, нефти и газа.

Авторы предлагают новый комплексный подход к изучению геологии и рудоносности древних платформ, который синтезирует конструктивные положения существующих концепций и базируется на следующих положениях:

1. Изучение эволюции земной коры от ее зарождения до становления зрелой континентальной коры.
2. Использование концепции геоблоковой делимости на современном эрозионном срезе, но с типизацией блочных структур по их формационно-вещественному составу и характеру расслоенности земной коры в их пределах.
3. Изучение эволюции блочных структур во времени; изменение их морфологии, вещественного состава, характера расслоенности в течение геологического времени архей-протерозой.
4. Учет наличия разного рода шовных зон как структур направленного эволюционного развития (шовных межблочных) и наложенных трансрегиональных (трансблочных) зон активизации.
5. Определение того, что металлогеническая зональность обусловлена формационным составом геоблоковых структур, геодинамикой развития шовных зон и их сочетанием с наложенными трансблочными (сквозными) мегазонами активизации, многофакторными условиями рудоконцентрации.

Таким образом, важнейшими условиями появления эндогенных месторождений являются проницаемость среды, наличие термальной флюидной фазы и анизотропного поля напряжений. Формирование геологических структур месторождений было длительным и происходило в дорудное время, период рудообразования и послерудное время. Дорудные структуры и структурные элементы, определяющие пути движения рудоносных растворов (рудоконтролирующие структуры) и места их разгрузки (рудоконцентрирующие структуры), обуславливают закономерности размещения и структурно-геологическую позицию месторождений.

### **Список литературы**

1. Галецький Л.С., Войновський А.С., Науменко У.З. Геохимические особенности рудоконцентрующих мегазон активизации / Вестник Киевского нац. университета им. Т.Г. Шевченко, 31–32. – 2004. – С 53-58.
2. Галецкий Л.С., Шевченко Т.П., Черниенко Н.Н. Новые представления о геологической структуре и металлогении территории Украины // Геологический журнал. – 2008. – № 3. – С. 74-83.
3. Галецький Л.С., Орлинська О.В., Пікареня Д.С., Дем'янець С.Н., Науменко, У.З. Причины размещения месторождений и рудопроявів в шовных зонах Українського щита // Геологический журнал. – 2010. – № 2. – С. 14-20.
4. Галецький Л.С., Науменко У.З., Чернієнко Н.М. Геолого-структурні умови рудоконцентрації на території України // Научные основы геолого-экономічної оценки мінерально-сировинної базы України и міра: тезиси міжнародної наукової конференції. – 2011. – С. 14–14.
5. Атлас «Геология и полезные ископаемые Украины» / под ред. Л.С. Галецького. – К.: ДП «Такие Дела», 2001. – 168 с.

# **В.И. ВЕРНАДСКИЙ О МИНЕРАЛОГИЧЕСКОМ ТВОРЧЕСТВЕ ИГНАТА ДОМЕЙКО**

**Е.П. Янин**

*Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН,  
г. Москва, Россия, e-mail: yanin@geokhi.ru*

*В статье анализируются взгляды и высказывания В.И. Вернадского о минералогическом творчестве Игната Домейко.*

**Ключевые слова:** Вернадский; Домейко; научное творчество; минералогия.

## **W.I. VERNADSKY ABOUT THE MINERALOGICAL ART OF IGNACY DOMEYKO**

**E. Yanin**

*Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry named after W.I. Vernadsky of the RAS,  
Moscow, Russia*

*The views and statements of W.I. Vernadsky about the mineralogical art of Ignacy Domeyko are shown in the article.*

**Keywords:** Vernadsky; Domeyko; scientific creativity; mineralogy.

Имя белоруса и национального героя Чили Игната Домейко (1802–1889) навсегда вошло в мировую минералогическую науку. Свидетельством этого является его многолетняя исследовательская, преподавательская и организаторская деятельность в области минералогии и минералогического образования. С минералогическими работами Домейко был хорошо знаком и очень высоко их оценивал В.И. Вернадский, начинавший свою научную деятельность, прежде всего, как минералог, создавший серию выдающихся трудов в этой области знания, воспитавший не одно поколение минералогов, обладавший в этой науке огромной эрудицией, хорошо ориентирующийся в минералогической литературе прошлого и своего времени и способный адекватно оценивать ее значимость.

Работы Домейко широко используются Вернадским в лекциях, которые он начал читать в Московском университете в конце 1890 г. Так, в «Лекциях описательной минералогии» (1899 г.) имеется 16 ссылок на «Основы минералогии» Домейко (Вернадский пользуется 3-м изданием этой книги – 1879 г.). Для Вернадского данная работа Домейко является авторитетом, а сведения, приводимые в ней, используются для подкрепления собственных выводов и для иллюстрации примеров. Наиболее часто он обращается к книге Домейко при рассмотрении самородных металлов, амальгам и сульфосолей. Так, при описании самородного серебра Вернадский отмечает «любопытные данные», собранные у Домейко [1, с. 89]. Парагенезис ртути и амальгам, – пишет Вернадский, – «находится в теснейшей связи с условиями выделения киновари, блеклой руды или селенистых соединений ртути в природе. Амальгамы встречаются... в жильных местностях» [1, с. 92]. Вернадский, ссылаясь на «Минералогию» Домейко, отмечает, что «среди таких месторождений любопытно нахождение аркверита в Аркверо в Чили в баритовых жилах с серебряным блеском, эритритом...» [1, с. 92]. При характеристике селеновисмутового блеска Вернадский приводит результаты химических анализов Домейко. К его же данным он обращается при описании медного и серебряного блесков и штромейрита, отмечая на примере Юж. Америки, что они «почти всегда находятся в верхних частях месторождений сульфосолей меди и серебро» [1, с. 122], причем, как показал Домейко, «все эти сернистые соединения встречаются... иногда в таком количестве, что могут служить рудой... в некоторых рудниках Чили», где «серебряная чернь тесно смешена с металлическим серебром» [1, с. 123]. Селенистые и телуристые соединения, отмечает Вернадской (со ссылкой на Домейко), встречаются в некоторых районах Мексики в ко-

личествах, заслуживающих разработки. «Домейко указывает, что... марматит (железосодержащая разновидность сфалерита – Е.Я.) в Чили содержит (и сопровождает) золото» [1, с. 128]. «Арсенопирит, богатый кобальтом (до 3 % Co), называется данайтом и нередко встречается в значительных количествах, являясь рудой на кобальт». По данным Домейко, «такие данаиты очень распространены в Чили, где они встречаются в жилах со смальтином» [1, с. 181]. Домейкит, который (по данным Домейко) очень распространен в медных жилах Чили, «тесно смешан с продуктами своего разложения – кислородными солями меди, самородной меди и т. п. Иногда скапливается значительными массами» [1, с. 145]. Гораздо менее распространенным является борнит ( $Cu_5FeS_4$ ), однако в некоторых районах Чили, как показал Домейко, он «встречается в огромных массах (в середине 70-х годов добывали до 500 тысяч килограммов борнита) в жилах среди диоритовых пород. Это, вероятно, величайшие скопления борнита, содержащего Ag и Au, в мире» [1, с. 152]. Данные Домейко Вернадский широко использует при описании и характеристике мест распространения таких сульфосолей, как буланжит, полибазит и пирсит (два последних «являются в настоящее время обычной серебряной рудой в некоторых местностях Чили, Боливии» [1, с. 391]), массикотита – природного окисла свинца (который «в некоторых местах... Чили... скопился в значительных массах» [1, с. 188]), углесита («находится в огромных количествах в некоторых местностях Андов» [1, с. 195], «богатых титаном татаномагнитов» Юж. Америки [1, с. 102–103]).

В 1-м томе «Оыта описательной минералогии» (1-е издание – 1914 г.) Вернадский использует несколько работ Домейко, среди которых «Mineralogia» (1879 г.) с тремя приложениями к ней («Apendice a la mineralogia», изданных в 1881, 1883 и 1884 гг. – Е.Я.); перепечатку указанных работ 1897–1900 гг., а также большую статью, опубликованную Домейко в 1846 г. в известном европейском журнале. Данные Домейко указываются Вернадским при описании самородного свинца и самородной меди, которая «находится в тесной связи с гипсом, образует псевдоморфозы по арагониту... Эти «псевдоморфозы» меди по псевдогексагональным двойниковым образованиям арагонита требуют исследования. Описания и анализы Домейко делают весьма вероятным для них пойкилитовое строение» [4, с. 259]. Вернадский ссылается на работы Домейко при характеристике природных амальгам (особенно серебряных), самородного серебра, включая аркверит (отмечает, что, по данным Домейко, в Чили самородное серебро встречается огромными пластинами, «например, одна из них в Ханарсильо весила 1420 кг» [4, с. 172]). «Мелкое рассеянное самородное, смешанное с серебряной чернью, эболитом, кераргиритом и т. д., составляло и составляет заметную часть серебра Южной Америки, так называемых руд «pasos», «colorados» и т. д... Об этих рудах см. любопытные указания в Domeyko, 1879» [4, с. 192]. Вернадский приводит данные Домейко о химическом составе чилеита, который «находится в жилах, богатых самородным висмутом, самородным серебром, домейкитом, халькозином и т. д., связанных с массивными породами, по-видимому контактового характера» [4, с. 241]. При минералогическом описании серебряных амальгам Домейко является для Вернадского признанным авторитетом. Так, основываясь на данных Домейко, Вернадский отмечает, что «серебряные амальгамы распространены больше чем золотые. По большей части, это вторичный минерал, который находится во многих месторождениях киновари и серебряных руд... Однако генезис их менее ясен в тех случаях, когда они отложились в жилах в значительных количествах. Таково, например, месторождение Аркверо в Чили, тесно связанное с выходами туфов авгитового порфириита. Жильным минералом является здесь кальцит, частью барит (в боковых прожилках), а аркверит находится в тесной смеси с аргентитом, кераргиритом, эритрином и т. д.» [4, с. 247–248]. «Кое-где встречались богатые месторождение амальгамы. Таковы некоторые месторождения в Чили. Так, например, в первые 15 лет разработки рудников в Аркверо в Кокимбо добыто 45 т серебра из амальгамы (аркверита) и, кроме того, амальгама служила и рудой на ртуть. Точно так же амальгама служила рудой на серебро и в руднике Росилья в Атакаме» [4, с. 250].

Во 2-м томе «Оыта описательной минералогии» (1-е издание – 1918 г.) Вернадский использует «Mineralogia» Домейко (1879 г.) с тремя приложениями к ней, а также перепечат-

ки указанных работ 1897–1900 гг. Данные Домейко приводятся Вернадским при характеристике различных соединений висмута: висмутового блеска, или висмутина («висмутовый блеск в окрестностях Тасна и Чоролке в Боливии» [5, с. 209]), селено-висмутовых тел (которые наблюдались Домейко «в Гуанахуто в Мексике, в Сиerra-де-Санта-Роза, где они встречены в верхних частях жил в галлуазите» [5, с. 211], а также сернистых соединений серебра (сообщает данные Домейко, согласно которым в Южной Америке достаточно широко известна серебряная чернь), халькозина (который найден во многих рудниках Чили), селенистого соединения – эвкайрита (есть месторождение в Чили), сульфида меди – ковеллина («наблюдаются его значительные массы в некоторых рудниках Чили» [5, с. 304]). Основываясь на сведениях Домейко, Вернадский характеризует достаточно редкий жильный минерал штромейерит (состава CuAgS), который встречается в жильных месторождениях (с баритом), одновременно богатых серебром и медью, что наблюдалось в различных рудниках «около Кокимбо (Santa Rosa de Arqueros) и Копиано» [6, с. 268]. Вернадский приводит также данные Домейко по химическому составу «измененных висмутов из Тасны в Боливии» [6, с. 211] и сфалерита [6, с. 285], отмечая, что в сфалеритах наблюдается золото. «Домейко (Domeyko, 1879, с. 280) указывает на связь с золотом марматитов Чили» [5, с. 287].

В 1-м выпуске 1-го тома «Истории минералов земной коры» (впервые издан в 1923 г.) в разделе «Общие обзоры и большие руководства по минералогии» в хронологическом порядке Вернадским приведены «лишь главнейшие» труды по минералогии. Этот список включает 49 работ и включает также «Elementos de mineralogia» (1879 г.) Домейко [6, с. 320], причем Вернадский указывает, что первое издание этой книги вышло в 1845 г.; затем были изданы указанные выше 3 приложения, подчеркивая, что все это было «перепечатано без изменений» в 1897–1898 гг. Таким образом, данную работу (вернее, данные работы) Домейко по минералогии Вернадский относит к «главнейшим» трудам мировой минералогической науки, созданным к 1923 г. Во 2-м выпуске 1-го тома (вышел в 1927 г.) в разделе «Самородные металлы» Вернадский подчеркивает, что «несомненно, существует довольно много различных природных амальгам, особенно серебряных. И. Домейко, крупный и талантливый исследователь минералов Южной Америки различал шесть разных серебряных амальгам. Он указывал, например, что в некоторых самородках (например, в Лос-Бордос в Чили) можно различить по крайней мере срастания трех разных тел, их составляющих» [6, с. 537]. Далее Вернадский отмечает, что «сейчас нельзя основываться на этих старинных работах, когда методы различения непрозрачных тел были очень несовершенны». Он предлагает «временно выделить две группы серебряных амальгам: более бедные серебром арквериты и более им богатые конгсбергиты». Тем не менее, в сущности соглашаясь с Домейко, Вернадский указывает, что «между ними есть переходы, может быть связанные с их тонкими срастаниями, а может быть, с действительным непрерывным смешением атомов серебра и ртути» [6, с. 537].

В «Очерках геохимии» Вернадского, первое издание которых вышло в 1924 г., есть ссылки на «Mineralojia» Домейко (1897 г.). Так, рассматривая геохимию йода, Вернадский, обращаясь к данным Домейко, полагает, что существует иодно-свинцовая руда, а «существование йодистой ртути ( $HgJ_2$ ) в природе мне представляется установленным» [3, с. 307].

В заключении отметим важную мысль Вернадского о вкладе Домейко в развитие представлений о широтной зональности процессов выветривания. В статье, посвященной памяти В.В. Докучаева, Вернадский отметил, что во времена А. Гумбольдта представления последнего «об отсутствии зависимости твердых продуктов (выветривания – Е. Я.) нашей земной коры от географических факторов... вполне господствовали до самого последнего времени... Лишь иногда, не обобщая явления, он, как точный наблюдатель, не мог не констатировать влияния климатических факторов на характер горных пород» [2, с. 11]. В то же время «в минералогии уже современники Гумбольдта обратили внимание на связь явлений выветривания и продуктов, происходящих от разложения организмов, с географическими факторами... В замечательных работах Домейко географический принцип был распространен и на процессы выветривания и даже заполнения минеральных жил, причем Домейко указывал на своеобразный характер жильных выделений Южной Америки по сравнению с такими же мине-

ралами Старого Света» [2, с. 11]. В подстрочных примечаниях Вернадский отмечает: «см. сводку его (т. е. Домейко – Е.Я.) идей (высказывались в 1840-х годах). – *Domeyko Mineraloqia. Sant[iago]. 1879–1883*».

#### Список литературы

1. Вернадский В.И. Лекции описательной минералогии. М., 1899. – 288 с.
2. Вернадский В.И. Страница из истории почвоведения (Памяти В.В. Докучаева) // Научное слово. – 1904. – Кн. 6. – С. 5–26.
3. Вернадский В.И. Избранные сочинения. Том. I. М.: Изд-во АН СССР, 1954. – 696 с.
4. Вернадский В.И. Избранные сочинения. Том. II. М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 615 с.
5. Вернадский В.И. Избранные сочинения. Том. III. М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 508 с.
6. Вернадский В.И. Избранные сочинения. Том. IV. Кн. 1. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 624 с.

## **Раздел 3. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЭКОЛОГИИ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

---

### **ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ**

**Т.М. Баstryгина, В.Г. Губина, В.С. Заборовский**

*ГУ «Институт геохимии окружающей среды НАН Украины»,  
г. Киев, Украина*

*В статье рассмотрена техногенная нагрузка на окружающую среду от отходов производства и потребления в целом в Украине, а также в Волынской, Житомирской, Ровенской и Черниговской областях, приуроченных к юго-западу Восточно-Европейской платформы.*

**Ключевые слова:** отходы; твердые бытовые отходы; модуль техногенной нагрузки; динамика техногенной нагрузки.

### **THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF PRODUCTION WASTES AND CONSUMPTION ON THE EXAMPLE OF THE SOUTH-WESTERN PART OF THE EAST EUROPEAN PLATFORM**

**T. Bastryhina, V. Hubina, V. Zaborovskiy**

*State Institution «Institute of Environmental Geochemistry  
of the National Academy of Sciences of Ukraine»,  
Kyiv, Ukraine*

*The article shows technogenic load on the environment from waste of the production and consumption in Ukraine in total, and in the Volyn, Zhytomyr, Rivne and Chernihiv regions, confined to the South-West of the East European platform.*

**Keywords:** wastes; municipal solid wastes; module of technogenic load; the dynamics of technogenic load.

Стремительное развитие экономической деятельности привело к чрезмерному исчерпанию не возобновляемых природных ресурсов и росту антропогенной нагрузки на окружающую среду.

Сравнительный анализ ежегодного образования отходов по секторам экономики в странах Западной и Восточной Европы, в Украине и сопредельных государствах указывает на то, что в странах Западной Европы, таких как Бельгия, Дания, Германия, Исландия, Италия, Нидерланды, Норвегия, Португалия, Швейцария наибольшее количество отходов образуется при строительстве и сносе зданий (48 %), в обрабатывающей промышленности (17 %), при добыче полезных ископаемых шахтным и карьерным способом (15 %), а также 12 % составляют твердые бытовые отходы (ТБО). Наименьшее количество отходов связано с производством энергии (3 %). На другие виды экономической деятельности приходится 5 % отходов.

В странах Восточной Европы (Чешская Республика, Эстония, Мальта, Польша, Словакия, Словения) распределение накопления отходов между секторами экономики имеет несколько иной характер. Наибольшее количество отходов производят перерабатывающая промышленность (39 %) и добыча шахтным и карьерным способом (24 %). При производстве энергии образуется 17 % отходов. На ТБО и отходы при строительстве и сносе зданий при-

ходится примерно по 8 %. Вклад других видов экономической деятельности в этих странах в накопление отходов оценивается 3 %.

На территории Беларуси, Украины, Молдовы, Российской Федерации самые большие объемы отходов образуются при добыче полезных ископаемых и производстве металлов (56 % и 31 % соответственно), 8 % отходов поставляет обрабатывающая промышленность, по 2 % – производство энергии и службы быта 1 % – строительство и снос зданий.

В Украине наибольшее количество отходов (75,9 %) образуется в процессе добычи и производства черных и цветных металлов. Более 12 % – при добыче шахтным и карьерным способом нерудных полезных ископаемых и угля, 6 % – в обрабатывающей промышленности, 2,1 % – при производстве и распределении энергии, 1,6 % – ТБО, в других видах экономической деятельности – 1,9 %.

В Украине, в настоящее время, ежегодное накопление отходов составляет более 400 млн т, в том числе более 1 млн т I-III класса опасности, более 12 млн т – ТБО. По данным Госстата Украины, по состоянию на 01.01.2014 г., накоплено более 12 млрд т отходов, тогда как по данным ученых, по состоянию на 1999 г., их уже было 28 млрд т [1]. В Украине, как и в России, утилизируется не более 12-20 % от этого количества, тогда как в странах Западной Европы при ежегодном росте объемов отходов на 4–6 %, их использование достигло 85–90 %. По регионам Украины накопленные отходы распределяются неравномерно.

В данной работе, на примере Волынской, Житомирской, Ровенской и Черниговской областей, приуроченных к юго-западной части Восточно-Европейской платформы рассмотрена степень влияния отходов производства и потребления на окружающую среду.

В таблице показана динамика образования и накопления отходов в Волынской, Житомирской, Ровенской и Черниговской областях (таблица 1).

**Таблица 1**  
**Динамика образования и накопления отходов в Украине**

Год	Образование	Накопление				
		Всего	Волынская	Житомирская	Ровенская	Черниговская
млн т	млн т	тыс т				
2010	419,2	13267,5	17061,5	6296,6	8738,1	8883,2
2011	447,6	14422,4	14771,6	6646,0	26113,5	9266,0
2012	450,7	14910,1	15185,2	7166,0	27084,9	9723,9
2013	448,1	15167,4	15505,5	6630,7	28206,0	9891,0

Данные таблицы 1 показывают, что в рассматриваемых регионах на протяжении 4-х лет сохраняется положительная динамика формирования отходов. Ровенская и Волынская области накапливают вдвое больше отходов, чем суммарно Житомирская и Черниговская.

Нужно отметить, что на территории, которую занимают Волынская, Житомирская, Ровенская и Черниговская области накоплено меньше 1 % отходов от всего по Украине.

По объемам техногенной нагрузки в Украине на одного жителя приходится, по данным ученых, от 535–540 т отходов, а в горно-добывающих и металлургических регионах от 2 до 4 тыс. т [1]. По данным Госстата Украины, в 2010–2013 гг. средний показатель количества отходов на душу населения составил 176,2 т, в том числе ТБО – 9,7 т, а в изученных областях среднее количество образующихся отходов составляет всего 12,1 т.

В настоящее время, анализ и количественная оценка поступления химических загрязнителей от техногенных источников в окружающую среду свидетельствует о масштабности этих процессов как на глобальном, так и на региональных уровнях [1–3]. Известно, что ежегодно в природные компоненты ландшафтов – почвы, воздух и поверхностные воды поступают тысячи тон техногенных загрязнителей.

Для оценки техногенного влияния на природную среду от образующихся и накопленных отходов в Черниговской, Житомирской, Ровенской и Волынской областях использовался модуль техногенного нагрузки ( $M_{TH}$ ). Для выяснения техногенной нагрузки, этот показатель определялся как сумма от всех видов промышленных отходов, образованных за год, отнесенная к площади административного района [2, 1]. Для выяснения  $M_{TH}$  использовали

безразмерные величины, а именно: приведенная техногенная нагрузка выражалась через отношение  $M_{TH}$  к его минимальному значению  $M_{min}$  на всей территории Украины (рисунок 1).

Для территорий Черниговской, Житомирской, Ровенской и Волынской областей ранее была установлена зависимость между заболеваемостью и увеличением техногенной нагрузки [1]. Это в свою очередь позволило нам оценить изменение техногенной нагрузки ( $M_{TH}$ ) в областях за более, чем 10 лет. Как видно из диаграммы (рис. 1)  $M_{TH}$  не изменился для Житомирской и Черниговской областей, тогда как для Ровенской вырос в 2 раза, а для Волынской – в 1,3.

На рис. 2 показана тенденция изменения показателей техногенной нагрузки для всех областей с 2011 года. Минимальные показатели техногенной нагрузки на природную среду характерны для Черниговской области, но и для нее характерен рост техногенной нагрузки.

В Черниговской области основными источниками накопления отходов являются бытовые отходы (ТБО) и угольная зола предприятий по производству электрической и тепловой энергии. Наши исследования показали, что соотношение между этими видами отходов составляет, в среднем, 4:1. Динамика техногенной нагрузки, которая наблюдается (рисунок 2) связана с увеличением объемов золы, образующейся при сжигании угля, так как выработка электроэнергии в регионе происходила за счет комбинированного использования на протяжении года различных видов топлива (газ, уголь).

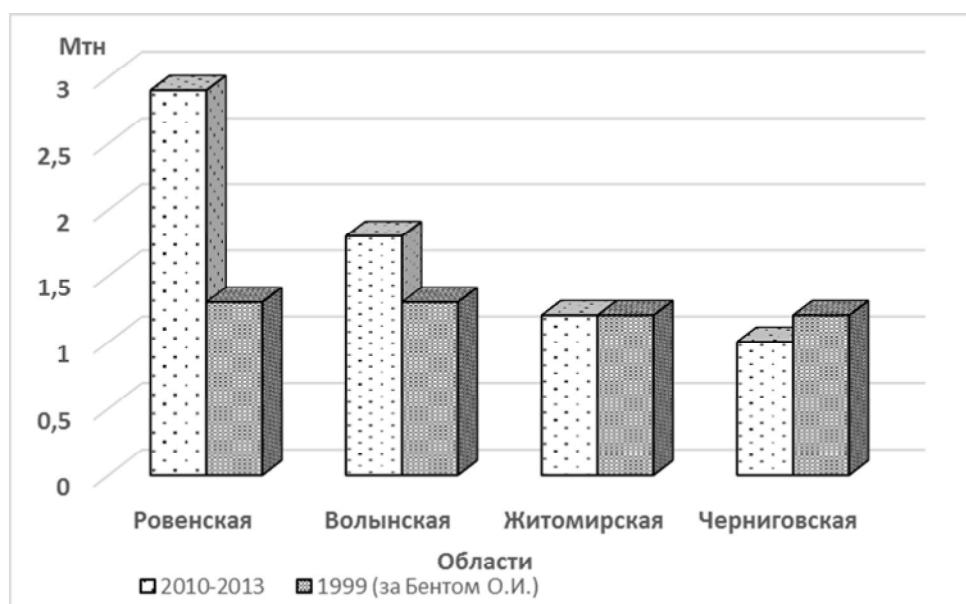


Рисунок 1. Техногенная нагрузки на окружающую среду в областях

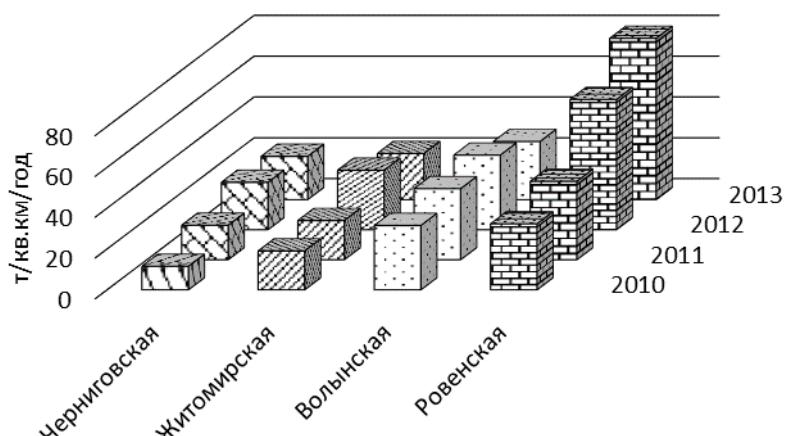


Рисунок 2. Тенденции изменения показателей техногенной нагрузки на окружающую среду в областях

Необходимо отметить, что мы не рассчитывали техногенную нагрузку от уже накопленных отходов, представленных золошлаками. Так, например, золонакопители «Черниговской ТЭЦ» расположены в 2 км от санитарно-защитной зоны р. Десна, в которых накоплено более 2 млн т золы. На данном объекте исчерпаны резервные площади для размещения золы. Мощность золоотвала № 2, построенного на базе пруда-накопителя ОАО «Черниговшерсть» составляет около 900 тыс. т. В наше время на нем уже размещено более 845 тыс. т, так как заполнение свободных площадей золоотвала осуществлялось очень быстро из-за увеличения объемов образования золы. Уменьшить объемы образования этих отходов возможно за счет их использования для производства строительных материалов, что позволит снизить нагрузку на природную среду.

Увеличение объемов отходов в Черниговской области за исследуемый период увеличилось и за счёт ила, вывезенного с иловых карт очистных канализационных сооружений на полигон ТБО в количестве 12 154 т.

Житомирская и Ровенская области по динамике техногенной нагрузки имеют сходный характер при их количественном различии. Для этих регионов установлено, что большая часть отходов приходится на ТБО ( $\geq 50\%$ ). Однако на отходы добычи нерудных полезных ископаемых приходится 24,8 % в Ровенской области и 35,4 % в Житомирской. При одинаковой тенденции образования ТБО общее количество образующихся отходов в Ровенской области выше, что может быть обусловлено увеличением количества отходов, образующихся при добыче и обработке нерудного сырья.

Волынская область по техногенной нагрузке занимает второе место после Ровенской, среди исследуемых областей, хотя по доминирующему отходам может претендовать на первое место. Для этого региона характерным является образование и накопление отходов добычи и обогащения угля и отходов ТЭС. Техногенная нагрузка на окружающую среду формируется за счет доминантной части отходов добычи угля от общего количества отходов в регионе, которое по нашим оценкам составляет более 70 %.

Таким образом, на сопредельных территориях (Беларусь, Украина, Молдова, Российская Федерация) наибольшее количество отходов образуется при добыче полезных ископаемых и производстве металлов.

Отходы, накопившиеся в Волынской, Житомирской, Ровенской и Черниговской областях, приуроченных к юго-западной части Восточно-Европейской платформы составляют 1 % от всех отходов Украины. При этом, в Волынской области доминирующими являются отходы, процессов добычи угля, в Житомирской и Ровенской областях – добычи камня для строительства. В Черниговской области накапливаются золошлаковые отходы в процессе производственной деятельности теплоэлектроцентрали. Техногенная нагрузка от ежегодного складирования отходов падает в следующей последовательности: Ровенская – Волынская – Житомирская – Черниговская область. С целью рационального использования минерально-сырьевых ресурсов запада Восточно-Европейской платформы и снижения техногенной нагрузки целесообразно вторичное использования техногенных отходов, полученных при добыче угля, строительного камня, а также использование золошлаков.

#### Список литературы

1. Бент О.И., Иванчиков В.П. Воздействие техногенной среды на здоровье населения в Украине (геохимический аспект) // Минералогический журнал. – Вып. 21, №1. – 1999. – С. 66–84.
2. Глазовский Н.Ф. Техногенные потоки вещества в биосфере // Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. – М.: Наука. – 1982. – 125 с.
3. Жовинский Э.Я., Кураева И.В. Минералого-геохимические особенности почв заповедных зон Украины в условиях техногенеза / Э.Я. Жовинский, И.В. Кураева, В.И. Маничев, Г.П. Островская // Минералогический журнал. – Вып. 22. – № 4. – 2000. – С. 54–57.

# **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ ВЛИЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФАКТОРА НА РАЗВИТИЕ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЙ СРЕДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЭР**

**Л.Я. Бурима, В.Е. Левкевич**

*Институт экономики Национальной академии наук Беларусь  
г. Минск, Беларусь, e-mail: ludmila.burima@yandex.by, eco2014@tut.by*

*Теоретическую и методологическую основу исследования составили положения и выводы, сформулированные в трудах ведущих зарубежных ученых по проблемам анализа экономических явлений, процессов и их воздействия на окружающую природную среду. Исследования институциональных взаимоотношений экономики и энергетики позволит существенным образом влиять на создание реальной действующей энергетической стратегии.*

**Ключевые слова:** устойчивое развитие; институциональная среда; «зеленая» экономика; выбросы парниковых газов; возобновляемые источники энергии.

## **THE STUDY OF THE THEORETICAL AND METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF THE INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON THE DEVELOPMENT OF THE INSTITUTIONAL ENVIRONMENT OF ENERGY RESOURCES USE**

**L.Y. Burima, V.E. Levkevich**

*Institute of Economics of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus*

*Theoretical and methodological basis of the research composed provisions and conclusions formulated in the works of leading foreign scientists on the problems of the analysis of economic phenomena, processes and their impact on the environment. Investigations of institutional relationships between economy and energy will make it possible to significantly influence on the creation of a real operating energy strategy*

**Key words:** sustainable development; institutional environment; 'green' economy; greenhouse gas emissions; renewable energy.

Одним из главных факторов, определяющих динамику и характер развития национальной экономики в целом, а также ее отдельных отраслей, является институциональная среда. В данном контексте рациональное использование топливно-энергетических ресурсов представляет собой важнейшую проблему как для крупнейших мировых производителей ТЭР, так и для стран с ограниченными запасами топливно-энергетических ресурсов.

Развитие теоретико-методологической базы исследования институциональных взаимоотношений экономики и энергетики позволит существенным образом влиять на создание реальной действующей энергетической стратегии. Теоретическую и методологическую основу исследования составили положения и выводы, сформулированные в трудах ведущих зарубежных ученых по проблемам анализа экономических явлений, процессов и их воздействия на окружающую природную среду.

Обострившиеся в последние десятилетия экологические проблемы с новой силой поставили перед экономической наукой задачу осмыслиения складывающихся тенденций эколого-экономического развития и применения принципиально новой теоретической концепции, действующей на мировом, государственном и региональном уровнях.

Существует множество теорий рассматривающих взаимодействие общества и природы. Сторонники неомальтизанской теории пришли к выводу о необходимости прекращения экономического роста и установления «экономики стабильного состояния» как в рамках отдельных стран, так и в общепланетарном масштабе [1]. Представители неоклассической теории считают, что с помощью рыночных рычагов можно стимулировать технический прогресс в области обеспечения более рационального использования сырья, энергии, вовлечения в производство вторичных ресурсов и сведения к минимуму загрязнения природы отходами производства и потребления [5].

Появление новых и совершенствование старых теорий связано с возникновением системных кризисов, которые охватывают все важнейшие сферы – экономическую, экологическую, социальную. Поэтому необходимо рассмотреть проблему в целом.

Отличительной особенностью современного подхода к устойчивому развитию является необходимость включения, помимо экономической и социальной составляющих, экологического фактора, так как от него зависит наша способность передать будущим поколениям накопленные активы, которые имеют значение для будущего человечества.

В мировом развитии все больше фактов говорит о том, что определяющим фактором развития становится экологическая опасность цивилизации, тем более что по своим масштабам и, главное, последствиям хозяйственная деятельность человека становится вполне сравнимой с глобальными природными процессами.

В 60-е годы двадцатого века некоторые дальновидные ученые осознали необходимость решение проблем экономического роста в долгосрочной перспективе. Экономический рост рассматривался с позиций истощения природных ресурсов, воздействия на окружающую среду, увеличения населения и, в конечном итоге, изменения социально-экономической структуры, целей и задач общества и экономики [9, с. 98]. Одним из подходов к экологическим аспектам экономического роста был алармизм или социально-экологический пессимизм.

Данное направление разрабатывалось специалистами по инженерной и экономической кибернетике, представителями естественно-научной школы. Это К. Боулдинг, Г. Дали, С. Мансхальт, Д. Медоуз, Дж. Г. Тейлор, С. Форестер. Оценки, которые давались перечисленными учеными, в основном, выражали отрицательное отношение к традиционному социально-экономическому росту и были пессимистичны. «На этом этапе в сознании ученых возник конфликт между ценностями технического прогресса, количественного роста, материального благосостояния с одной стороны, и сохранением природы, чистой окружающей среды, выживанием человечества, с другой стороны» [3, с. 32].

Основная часть крупных современных исследований, посвященных социально-экономическим решениям экологических проблем и последующим социальным и экономическим развитием, основываются на выводах прогнозных исследований Римского Клуба, образованного в 1968 г. Представителями десяти стран была образована группа экспертов (ученых естественных наук, экономистов, математиков, социологов и бизнесменов) которая занималась обсуждением долгосрочных проблем человечества. Чуть позднее ими были разработаны глобальные модели первого поколения, что явилось основой для более двадцати докладов [3 с. 45].

Основным результатом докладов стал вывод, «что современные кризисы представляют собой не временное явление, а отражают постоянную тенденцию, свойственную исторической модели развития. Выход может быть найден лишь в глобальном масштабе, и, следовательно, потребуются глобальные системы учета размещения ресурсов по странам, основанные на полных и точных данных обо всей мировой системе, варианты возможного перераспределения ресурсов между странами, что означает новый экономический порядок» [3].

Вопрос о взаимосвязи между экономическим развитием и ухудшением состояния окружающей среды был впервые включен в международную повестку дня в 1972 г. на проходившей в Стокгольме Конференции ООН по проблемам окружающей человека среды [2, с. 236].

В 1987 г. Международной комиссией по окружающей среде и развитию был опубликован доклад «Наше общее будущее», который стал общепризнанной теоретической основой для разработки концепции устойчивого развития. Под определением «устойчивое развитие» Комиссией понималось «создание такой социально-экономической системы, которая обеспечила бы на длительную перспективу не только высокий уровень жизни, но и высокий уровень ее качества; рост реальных доходов и образовательного уровня, улучшение здравоохранения и окружающей среды» [6]. Исследованием вопросов перехода человечества к устойчивому развитию и ноосферной цивилизации посвящены труды таких ученых как П. Никитенко, Ю. Волков, Ф. Гиренок, В. Казначеев, Н. Моисеев, А. Урсул, П. Успенский. Естественно-

научную и философскую базу для пути в новую, ноосферную цивилизацию заложили В. Вернадский, К. Циолковский, Т. де Шарден.

В 1992 г. на Международной конференции по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро мировым сообществом была принята необходимость перехода человечества к устойчивому развитию. Результатом конференции стал документ «Agenda 21» [7] (Повестка дня на XXI век), где обозначались основные приоритеты развития мирового сообщества и главные проблемы человечества. В дальнейшем данный документ стал основой для международных соглашений и национальных концепций, а также планов устойчивого развития. Становится ясно, что устойчивое экологически безопасное развитие человечества это глобальный процесс перехода человечества к новому качеству развития.

Одной из последних научных разработок в области достижения устойчивого развития является идея «зеленой» экономики». Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП) определяет «зеленую» экономику как такую экономику, которая повышает благосостояние людей и обеспечивает социальную справедливость, и при этом существенно снижает риски для окружающей среды и ее обеднение. В самом простом понимании «зеленая» экономика – это экономика с низкими выбросами углеродных соединений, эффективно использующая ресурсы и отвечающая интересам всего общества.

Концепция «зеленой» экономики не заменяет собой концепцию устойчивого развития, однако сейчас все более распространено признание того, что достижение устойчивости почти полностью зависит от создания правильной экономики. Устойчивость остается важнейшей долгосрочной целью, но для ее достижения мы должны сделать нашу экономику «зеленой».

В начале 2009 г. Программой ООН по окружающей среде в ответ на начало мирового экономического кризиса был представлен доклад, описывающий новую картину мира, сложившуюся под влиянием множественных кризисов: финансового, продовольственного, и кризиса, связанного с изменением климата. Данный доклад получил название – «Глобальный «зеленый» новый курс» (ГЗНК) [10].

Важными чертами такой экономики являются [10, с. 17]: низкие углеродные выбросы; эффективное использование природных ресурсов; сохранение, увеличение и восстановление природного капитала; предотвращение утраты биоразнообразия и экосистемных услуг; рост доходов и занятости.

Зеленая экономика часто рассматривается в контексте борьбы с глобальным изменением климата и перспективного направления преодоления глобального экономического кризиса. Приоритетной чертой ее роста является радикальное повышение энергоэффективности.

Реализация нового зеленого курса предполагает минимизацию использования невозобновляемых полезных ископаемых для производства тепловой и электроэнергии за счет инвестиций в возобновляемые энергоносители, а также обязательность энергосбережения. По оценкам ЮНЕП, достаточно 2 % мирового ВВП в «озеленение» 10 секторов экономики для изменения характера мирового развития, снижения выбросов парниковых газов и эффективного использования ресурсов [10].

Институциональная терминология в привязке к стратегическим проблемам социально-экономического развития и в том числе при рассмотрении проблем ТЭК в последнее время используется довольно часто как в нашей стране, так и в международных и зарубежных исследованиях.

При этом следует отметить, что институциональная среда рассматривается заужено, как правило, только с позиции формальных проблем создания нормативной и законодательной базы. Работ, которые анализируют деятельность ТЭК по институциональной методологии, характеризуют комплекс в целом и уточняют его социально-экономическую роль и повышение экологической безопасности – пока очень мало. К числу авторитетных специалистов по этой проблематике следует отнести зарубежных ученых (Р. Коуз, Д. Норт, Т. Веблен, Кристофер Флейвин, Сет Данн) и российских специалистов (Л.И. Абалкин, А.А. Макаров, В.В. Бушуев, Ю.К. Шафраник, В.А. Лось, С.З. Жизнин, Д. Львов, Ю.В. Яковец.).

Появление новых и совершенствование старых теорий связано с возникновением системных кризисов. Системность явлений реального мира в начале XXI века уже не вызывает сомнений. Правилом современного научного поиска стало рассмотрение объектов и процессов как систем, т.е. во всей совокупности составляющих их компонентов, связей и отношений, включая отношения с внешней средой.

Продвижение энергоэффективных, экологически безопасных технологий, способствующих снижению энергопотребления и, соответственно, парниковых выбросов, тесно связано с климатической политикой. Так, на саммите ООН по вопросам климата в декабре 2015 г. в Париже (СОР-21) достигнуты новые глобальные соглашения и определены на национальном уровне вклады в борьбу с изменением климата после 2020 г. [8] (таблица 1). Республика Беларусь приняла на себя обязательство обеспечить к 2030 г. сокращение выбросов парниковых газов не менее чем на 28 % от уровня выбросов 1990 г. без каких-либо дополнительных условий. Обязательство не предполагает использование механизмов международного углеродного рынка и привлечение иностранных финансовых ресурсов для внедрения наилучших доступных технологий.

Принятые соглашения на национальном уровне способствуют развитию низкоуглеродной энергетики и должны внести (при их выполнении) свои корректиры в мировой топливно-энергетический баланс. МЭА определены конкретные направления, которые будут способствовать увеличению использования ВИЭ в формировании мирового ТЭБ: увеличение энергоэффективности в промышленности, в строительстве и на транспорте; постепенное сокращение использования наименее эффективных электростанций на базе сжигания угля и запрет на их строительство; увеличение инвестиций в развитие технологий по возобновляемой энергетике с 270 млрд евро в 2014 г. до 400 млрд в 2030 г.; постепенная отмена субсидий на использование органического топлива у конечных потребителей к 2030 г.; сокращение выбросов метана при производстве нефти и газа [8].

Институциональные изменения в энергетическом секторе Республики Беларусь осуществляются в соответствии с мировыми тенденциями и связаны с развитием атомной энергетики и ВИЭ. В перспективе это даст возможность отказаться от импорта электроэнергии, диверсифицировать виды используемых топливно-энергетических ресурсов в сторону увеличения использования при производстве электрической и тепловой энергии местных видов топлива.

Развитие получат возобновляемые источники энергии. Их доля в балансе электрической энергии составит в 2020 г. 2,4 %, в 2035 г. – 5,9 % [4]. При этом создание установок по использованию ВИЭ будет осуществляться в соответствии с действующим законодательством путем ежегодного установления квот в объемах, необходимых для достижения значения индикатора энергетической безопасности «отношение объема производства (добычи) первичной энергии из возобновляемых источников энергии к валовому потреблению ТЭР» с 5 % в 2015 г. до 6 % в 2020 г.

**Таблица 1**  
**Целевые сокращения выбросов парниковых газов, Парижское соглашение, декабрь 2015 г.**

Страна	Целевые сокращения
США	на 26–28 % ниже уровней 2005 г./2025 г.
ЕС	на 40 % ниже уровней 1990 г./2030 г.
Япония	на 26 % ниже уровней 2013 г./2030 г.
Канада	на 30–35 % ниже уровней 2005 г./2030 г.
Китай	на 60–65 % ниже уровней 2005 г./2030 г. (относительные уровни выбросов CO <sub>2</sub> )
Индия	на 33–35 % ниже уровней 2005 г./2030 г. (относительные уровни выбросов CO <sub>2</sub> )
Россия	на 25–30 % ниже уровней 1990 г./2030 г.
Беларусь	на 28 % ниже уровней 1990 г./2030 г.
Бразилия	на 37 % ниже уровня национального базисного сценария к 2025 г.
Южная Африка	на 398–614 млн тонн выбросов CO <sub>2</sub> к 2025 г. и 2030 г.

Совершенствование институциональной среды энергоэффективности является ответом на новейшие глобальные вызовы – изменение климата и исчерпаемость ресурсов. В этой связи данное направление научных исследований может стать исходной точкой для перехода к «зеленой» экономике, обеспечить устойчивое развитие национальной экономики, что позволит достичь главной цели – обеспечения качества жизни населения.

### **Список литературы**

1. Аникин А.В. Мальтус и мальтизианство // Юность науки: Жизнь и идеи мыслителей-экономистов до Маркса. – 2 е изд. – М.: Политиздат, 1975. – С. 266–274.
2. Ермаканова С.А. Теория модернизации: история и современность // Актуальные проблемы социально-экономического развития: взгляд молодых ученых. – Новосибирск, 2005. – Разд. 2. – С. 233–247.
3. Кулясов И.П. Экологическая модернизация: теория и практики / под науч. ред. Ю.Н. Пахомова. – СПб.: НИИХ СПбГУ. – 2004. – С. 154.
4. Концепция энергетической безопасности Республики Беларусь, утверждена Постановлением Совета Министров Республики Беларусь, 23 дек. 2015 г., № 1084 [Электронный ресурс] – Режим доступа : [http://minenergo.gov.by/zakonodatelstvo/koncepcii\\_i\\_proframmi/](http://minenergo.gov.by/zakonodatelstvo/koncepcii_i_proframmi/).
5. Нуреев Р.М. Экономика развития: модели становления рыночной экономики. – 2-е изд. – М.: Издательство НОРМА, 2008. – 640 с.
6. Наше общее будущее. Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию (МКСОР). – М.: Прогресс, 1989. – 371 с.
7. Повестка дня на XXI век. Принята Конференцией ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро. 3–14 июня 1992 года. – URL: [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conventions/agenda21.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conventions/agenda21.shtml). – Дата доступа : 18.07.2016.
8. Перспективы развития мировой экономики, апрель 2016 г., МВФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.imf.org/external/russian/pubs/ft/weo/2016/01/pdf/textr.pdf>. – Дата доступа : 07. 09.2016.
9. Селищева Т.А., Дятлов С.А Регулирование экономики в условиях перехода к инновационному развитию. – СПб.: Изд-во «Астерион», 2009. – 246 с.
10. WordEnergyOutlook 2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2015ES\\_RUSSIAN.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2015ES_RUSSIAN.pdf). – Дата доступа : 12.09.2016.

# ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В СОСТАВЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ РЕК В БАССЕЙНЕ ВИЛИИ

О.В. Кадацкая, Е.П. Овчарова, Е.В. Санец, В.С. Хомич

Институт природопользования НАН Беларусь,

г. Минск, Беларусь, e-mail: geosystem1@rambler.ru

Приведены результаты определения содержания тяжелых металлов в донных отложениях рек левобережной части бассейна Вилии и их оценки с использованием ряда геохимических критериев: коэффициентов обогащения (концентрации) и загрязнения, индекса суммарного загрязнения и геоаккумуляционного индекса. Показано, что содержание тяжелых металлов имеет все признаки фоновых величин.

**Ключевые слова:** донные отложения; тяжелые металлы; фоновое содержание; антропогенная нагрузка; геохимические критерии.

## HEAVY METALS IN BOTTOM SEDIMENTS OF RIVERS IN VILIYA BASIN

О. Kadatskaya, A. Aucharova, E. Sanets, V. Khomich

Institute for Nature Management of the NAS of Belarus, Minsk, Belarus

The results of determination of heavy metals in bottom sediments of rivers on the left-bank part of Viliya basin and their assessment using a number of geochemical criteria: enrichment (concentration) and pollution coefficients, total pollution index and geoaccumulation index are given in the article. It is shown that the content of heavy metals has all the signs of background values.

**Keywords:** bottom sediments; heavy metals; background content; anthropogenic load; geochemical criteria.

Абиотические компоненты водных экосистем тесно связаны между собой миграцией химических веществ в системе «вода–донные отложения». Как известно, за счет осаждения и сорбции вещества в донных отложениях улучшается качество воды. В то же время при определенных условиях донные отложения могут стать источником не только вторичного загрязнения воды, но и, являясь средой обитания бентосных организмов, оказывать влияние на все биотические компоненты водных экосистем.

Кроме того, химический состав донных отложений в сравнении с гидрохимическими показателями водоемов и водотоков более постоянен во временном аспекте и может рассматриваться в качестве репера изменений эколого-геохимической ситуации в водном объекте. В этой связи изучение химического состава донных отложений, в том числе тяжелых металлов, становится необходимым элементом оценки состояния водных экосистем и установления уровня современной антропогенной нагрузки на водный объект.

В ходе обследования малых водотоков левобережной части бассейна Вилии, проведенного в 2013–2015 гг., отбирались пробы донных отложений из рек Полпе (н.п. Чехи), Гозовки (н.п. Керняны и н.п. Гоза) и Лоши (н.п. Гервяты), не подверженных прямому антропогенному воздействию, и собственно из р. Вилии (н.п. Маркуны и н.п. Нидяны). В донных отложениях с использованием атомно-абсорбционного метода определялось валовое содержание кадмия, свинца, цинка, хрома, меди, никеля и марганца. Полученные величины сравнивались с валовым содержанием тяжелых металлов в почвах фоновых территорий Гродненской области [3], а также с показателями ОДК/ПДК, разработанными для почв [1].

Накопление тяжелых металлов в донных отложениях в значительной степени зависит от их гранулометрического состава [4], который крайне неоднороден в исследуемых реках. В р. Вилии донные отложения в местах отбора представлены песком мелкозернистым заиленным, в р. Гозовке – илом темно-серым с примесью песка, в реках Лоше и Полпе – песком крупнозернистым с примесью камней.

Согласно полученным данным среднее содержание валовых форм цинка в донных отложениях за указанный период варьировало в пределах 8,39–23,13 мг/кг, кадмия – 0,01–0,03,

меди – 1,75–5,91, свинца – 0,94–3,25, никеля – 1,45–5,51, хрома – 2,13–5,71 и марганца – 252,7–556,6 мг/кг (таблица 1).

Следует отметить, что в большинстве случаев для рассматриваемых тяжелых металлов (за исключением марганца) среднее содержание в отложениях рек не превышало валовые значения, характерные для почв Гродненской области. Незначительное превышение зафиксировано в донных отложениях рек Гозовки у н.п.Гоза для цинка (1,1 раза), меди (1,1) и никеля (1,2 раза) и Полпе у н.п.Чехи для меди (1,2 раза).

Максимальные разовые концентрации тяжелых металлов, несколько превышающие их содержание в почвах региона, для цинка установлены в донных отложениях рек Вилии (н.п.Жодишки) в 2013 г., Лоши (н.п.Гервяты) в 2014 г. и Гозовки (н.п.Гоза) в 2013–2015 гг.; меди – Вилии (н.п.Жодишки) в 2013 г., Полпе (н.п.Чехи) в 2013 и 2015 г. и Гозовки (н.п.Гоза) в 2013 и 2014 г.; никеля – Вилии (н.п.Жодишки, н.п.Маркуны), Лоши (н.п.Гервяты) в 2013 г., Полпе (н.п.Чехи) в 2013 и 2015 г. и Гозовки (н.п. Гоза) в 2013 и 2014 г. (таблица 1).

Среднее содержание марганца в донных отложениях указанных рек (за исключением р.Полпе у н.п.Чехи) во всех случаях превышало валовое значение, характерное для почв региона, в 1,1–2,2 раза, а максимальная разовая концентрация марганца оказалась больше валового содержания в почве в 3,5 раза в донных отложениях реки Гозовки (н.п.Керняны) в 2014 г. Близкие по значениям концентрации данного элемента фиксировались в отложениях рек Вилии (н.п.Жодишки) и Лоши (н.п.Гервяты) в 2013 г.

**Таблица 1**  
**Содержание валовых форм тяжелых металлов в донных отложениях рек  
в бассейне р.Вилии (фракция < 1 мм), мг/кг**

Место отбора	Год	Zn	Cd	Cu	Pb	Ni	Cr	Mn	Al
р.Вилия н.п.Жодишки	2013	26,9	0,61	7,42	н.д.*	9,66	13,8	636,0	3249
р.Вилия н.п.Маркуны	2013	9,1	н.о.**	1,64	н.д.	4,71	6,41	355,0	1221
	2014	8,28	0,04	2,01	0,86	1,62	1,81	288,8	н.д.
	2015	7,80	н.о.	1,59	1,02	1,25	1,58	220,4	н.д.
	<b>среднее</b>	<b>8,39</b>	<b>0,01</b>	<b>1,75</b>	<b>0,94</b>	<b>2,53</b>	<b>3,27</b>	<b>288,1</b>	<b>1221</b>
	2014	5,73	0,02	0,68	0,54	1,00	0,76	198,1	н.д.
р.Вилия н.п.Нидяны	2015	17,07	0,04	2,90	1,48	1,90	3,64	347,4	н.д.
	<b>среднее</b>	<b>11,4</b>	<b>0,03</b>	<b>1,79</b>	<b>1,01</b>	<b>1,45</b>	<b>2,20</b>	<b>272,7</b>	<b>н.д.</b>
	2013	19,4	н.о.	4,05	н.д.	5,22	7,56	782,0	3899
р.Лоша н.п.Гервяты	2014	27,66	0,06	0,94	1,46	0,53	0,88	275,7	н.д.
	2015	6,59	н.о.	1,11	1,05	0,80	1,23	158,0	н.д.
	<b>среднее</b>	<b>17,88</b>	<b>0,02</b>	<b>2,03</b>	<b>1,26</b>	<b>2,18</b>	<b>3,22</b>	<b>405,2</b>	<b>3899</b>
	2013	18,3	н.о.	7,65	н.д.	5,26	5,45	250,0	2566
р.Полпе н.п.Чехи	2014	5,54	0,04	1,63	0,77	1,20	1,51	64,6	н.д.
	2015	19,73	0,06	8,46	3,87	5,55	8,33	443,4	н.д.
	<b>среднее</b>	<b>14,52</b>	<b>0,03</b>	<b>5,91</b>	<b>2,32</b>	<b>4,00</b>	<b>5,10</b>	<b>252,7</b>	<b>2566</b>
	2013	22,8	н.о.	5,85	н.д.	6,64	8,32	500,0	4225
р.Гозовка н.п.Гоза	2014	23,21	0,04	6,46	4,03	6,50	5,11	124,06	н.д.
	2015	23,38	н.о.	4,86	2,47	3,39	3,71	200,6	н.д.
	<b>среднее</b>	<b>23,13</b>	<b>0,01</b>	<b>5,72</b>	<b>3,25</b>	<b>5,51</b>	<b>5,71</b>	<b>274,9</b>	<b>4225</b>
	2014	13,11	0,01	4,97	2,56	3,79	2,68	877,08	н.д.
р.Гозовка, н.п.Керняны	2015	5,68	н.о.	1,69	0,79	1,26	1,58	236,2	н.д.
	<b>среднее</b>	<b>9,40</b>	<b>0,01</b>	<b>3,33</b>	<b>1,68</b>	<b>2,53</b>	<b>2,13</b>	<b>556,6</b>	<b>н.д.</b>
Среднее валовое содержание для почв Гродненской области [3]	–	21,1	0,14	5,0	5,7	4,6	36,0	252	3032
ПДК/ОДК (ГН 2.1.7.12-1-2004) [1]	–	55,0	0,5	33,0	32,0	20,0	100,0	1500,0	–

\*н.д. – нет данных, \*\*н.о. – не обнаружено (ниже предела обнаружения).

Как следует из приведенных данных (см. таблицу 1), наибольшее количество превышений фоновых значений по содержанию цинка, меди и никеля отмечено в донных отложениях р.Гозовки (н.п.Гоза) в 2014 г., меди, никеля и марганца – р.Полпе (н.п.Чехи) в 2015 г.

Превышения ПДК/ОДК для валового содержания рассматриваемых металлов не зафиксировано.

Как известно, для оценки загрязнения донных отложений используется ряд геохимических критериев, позволяющих оценить опасность их загрязнения, уровень антропогенной нагрузки и экологический риск для водных экосистем.

Так, согласно [2; 4; 8], наиболее простым в использовании для оценки загрязнения донных отложений является коэффициент загрязнения ( $K_3$ ), который представляет собой соотношение содержания тяжелого металла в донных отложениях изучаемого водного объекта по отношению к его содержанию в донных отложениях или почвах фоновых территорий.

Значения  $K_3$  менее 1 свидетельствуют об отсутствии загрязнения, 1–3 – о среднем, 3–6 – значительном и более 6 – об очень высоком уровне загрязнения.

Рассчитанные по отношению к почвам фоновых территорий [3] значения  $K_3$  для цинка, меди, свинца, никеля и хрома оказались ниже 1 или очень близки к ней, что в целом свидетельствует об отсутствии загрязнения донных отложений изученных рек. Максимальное превышение фоновых концентраций отмечается только для марганца в отложениях реки Лоши (н.п.Гервяты), где  $K_3$  составил 1,6 (таблица 2).

Для выявления роли техногенных источников в накоплении тяжелых металлов в донных отложениях рассматриваемых рек использован коэффициент обогащения ( $K_o$ ). Для его расчета берут нормированные по алюминию концентрации тяжелых металлов в пробе конкретного водного объекта и фоновых условиях [6]. Если значение  $K_o$  находится в пределах 0–2, можно говорить о природном генезисе тяжелых металлов и отсутствии антропогенной нагрузки, 2–5 – об умеренном обогащении, 5–20 – о значительном, 20–40 – очень высоком и более 40 – об экстремальном обогащении донных отложений за счет антропогенных источников (сточные воды, поверхностный сток и т.д.).

Как видно из таблицы 3, значения  $K_o$  свидетельствуют о природном происхождении тяжелых металлов в отложениях Вилии и ее притоков и, следовательно, об отсутствии существенной антропогенной нагрузки по тяжелым металлам на рассматриваемые реки в настоящее время. Незначительное увеличение содержания марганца в отложениях относительно природных величин можно отметить лишь для Вилии у н.п.Маркуны ( $K_o = 2,8$ ).

**Таблица 2**  
Значения коэффициента загрязнения (концентрации) донных отложений рек тяжелыми металлами в бассейне р.Вилии, среднее за 2013–2015 гг.

Место отбора	Zn	Cu	Pb	Ni	Cr	Mn
р.Вилия, н.п.Маркуны	0,4	0,3	0,2	0,5	0,1	<b>1,1</b>
р.Лоша, н.п.Гервяты	0,8	0,4	0,2	0,5	0,1	<b>1,6</b>
р.Полпе, н.п.Чехи	0,7	<b>1,2</b>	0,4	0,9	0,1	<b>1,0</b>
р.Гозовка, н.п.Гоза	<b>1,1</b>	<b>1,1</b>	0,6	<b>1,2</b>	0,2	<b>1,1</b>

**Таблица 3**  
Значения коэффициента обогащения донных отложений рек тяжелыми металлами в бассейне р.Вилии, среднее за 2013–2015 гг.

Место отбора	Zn	Cu	Pb	Ni	Cr	Mn
р.Вилия, н.п.Маркуны	1,0	0,9	0,4	1,4	0,2	<b>2,8</b>
р.Лоша, н.п.Гервяты	0,7	0,3	0,2	0,4	0,1	1,3
р.Полпе, н.п.Чехи	0,8	1,4	0,5	1,0	0,2	1,2
р.Гозовка, н.п.Гоза	0,8	0,8	0,4	0,9	0,1	0,8

О природных уровнях содержания тяжелых металлов в целом свидетельствуют и значения индекса суммарного загрязнения (ИСЗ – 0,3–0,7) (таблица 4), который представляет собой суммарный показатель уровня загрязнения донных отложений и отражает кратность превышения содержания тяжелых металлов над фоновыми значениями для почв региона [5]. Значение ИСЗ менее 1 свидетельствует об отсутствии загрязнения, более 1 – о загрязнении.

Согласно [7; 9], наиболее полно оценить степень техногенного загрязнения донных отложений тяжелыми металлами позволяет геоаккумуляционный индекс ( $I_{geo}$ ), для которого выделяют семь классов (от 0-го до 6-го) с соответствующим уровнем загрязнения (от незагрязненных отложений до экстремально загрязненных).

Так, исходя из данных, представленных в таблице 5, значения геоаккумуляционного индекса соответствуют 1-му классу ( $I_{geo} = 0–1$ ) загрязнения донных отложений (между незагрязненными и умеренно загрязненными). Однако следует отметить, что его значения для марганца и хрома очень близки к нулю, который соответствует 0-му классу загрязнения (незагрязненные донные отложения). Наиболее высокие значения  $I_{geo}$  получены для донных отложений рек Полпе (н.п. Чехи) и Гозовки (н.п. Гоза) для меди (0,34) и никеля (0,29–0,36), что может свидетельствовать о незначительном поступлении данных металлов за счет антропогенной нагрузки.

**Таблица 4**

**Значения индекса суммарного загрязнения донных отложений рек тяжелыми металлами в бассейне р.Вилии, среднее за 2013–2015 гг.**

Место отбора	ИСЗ
р.Вилия, н.п.Маркуны	0,3
р.Лоша, н.п.Гервяты	0,4
р.Полпе, н.п.Чехи	0,6
р.Гозовка, н.п.Гоза	0,7

**Таблица 5**

**Значения геоаккумуляционного индекса, рассчитанного для донных отложений рек бассейна р.Вилии по среднему за период 2013–2015 гг. валовому содержанию тяжелых металлов**

Место отбора	Zn	Cu	Pb	Ni	Cr	Mn
р.Вилия, н.п.Маркуны	0,10	0,11	0,01	0,19	0,03	0,02
р.Лоша, н.п.Гервяты	0,13	0,14	0,04	0,16	0,03	0,02
р.Полпе, н.п.Чехи	0,12	0,34	0,14	0,29	0,04	0,02
р.Гозовка, н.п.Гоза	0,14	0,34	0,20	0,36	0,05	0,02

Таким образом, анализ полученных результатов по концентрации ряда тяжелых металлов в донных отложениях рек левобережной части бассейна Вилии и собственно Вилии в районе н.п.Маркуны с использованием геохимических критериев показал, что уровень их содержания в основном находится в пределах природных величин и обусловлен естественными процессами осадконакопления и переноса взвешенных веществ речными потоками. Следовательно, количественные данные по содержанию тяжелых металлов в донных отложениях обследованных рек могут быть использованы в качестве геохимического фона в случае существенного роста техногенной нагрузки в рассматриваемом регионе.

## **Список литературы**

1. Гигиенические нормативы 2.1.7.12-1-2004: Перечень ПДК и ОДК химических веществ в почве / Министерство здравоохранения Республики Беларусь. – Минск, 2005.
2. Методические подходы к оценке загрязнения донных отложений реки тяжелыми металлами (на примере р. Свислочи) / Е.П. Овчарова [и др.] // Природопользование: сб. науч. трудов; Институт природопользования НАН Беларуси. – Вып. 30. – Минск, 2016. – С. 50–59.
3. Состояние природной среды Беларуси : экол. бюл. 2013 г. / под ред. В.Ф.Логинова. – Минск, 2014. – 364 с.
4. Янин, Е.П. Техногенные илы в реках Московской области (геохимические особенности и экологическая оценка) / Е.П. Янин. – М.: ИМГРЭ, 2004. – 95 с.
5. An assessment of trace element contamination in intertidal sediment cores of Sunderban mangrove wetland, India for evaluating sediment quality guidelines / M.Chatterjee [et al.] // Environ Monit Assess. DOI 10.1007/s10661-008-0232-7. – Springer, 2009. – P. 307–322.
6. Assessment of heavy metal contamination and its ecological risk in the surface sediments along the coast of Korea / K. Ra [et al.] // Journal of Coastal Research, Special Issue. – No. 65. – 2013. – P. 105–110.
7. Assessment of metal mobility in sludges and solid wastes / U.Forstner [et al.] // Metal Speciation in the Environment / J.A.C. Broeckaert, S. Gucer, F. Adam // Ecological Sciences, 23, Series G. – Springer, 1990. – P. 1–41.
8. Martin, J.M. The significance of the river input of chemical elements to the ocean / J.M.Martin, M.Whitfield // In: Wong C.S., Boyle E., Bruland K.W., Burton J.D., Goldberg E.D. (Eds.) / Trace Elements in Seawater: Plenum. – New York, 1983. – P. 265–296.
9. Muller, G. Index of geoaccumulation in the sediments of the Rhine River // Geojournal, 2. – 1969. – P. 108–118.

# АНАЛИЗ РАЦИОНАЛЬНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ ПОД ПОСЕВЫ КАРТОФЕЛЯ

Г.А. Камышенко

Институт природопользования НАН Беларусь,  
г. Минск, Беларусь, e-mail: kamyshenka@tut.by

*Представлены результаты статистического исследования рациональности использования агроресурсного потенциала пахотных земель Гродненской области, выделенных под посевы картофеля. В качестве исследуемых показателей рассмотрены продуктивность картофеля и ее устойчивость в период с 1995 по 2015 г.*

**Ключевые слова:** картофель; урожайность; коэффициент устойчивости; Гродненская область.

## THE ANALYSIS OF WILLY LANDS' RATIONAL USE OF GRODNO AREA ON POTATO SEEDINGS

G. Kamyshenko

Institute for Nature Management of the NAS of Belarus, Minsk, Belarus

*The results of statistical studies of the rationality use of agroresource potential of Grodno region alongside potatoes grow are shown. As an indicator of investigated acts are potato productivity and its stability in the period from 1995 to 2015.*

**Keywords:** potatoes; yield; coefficient of stability; Grodno region.

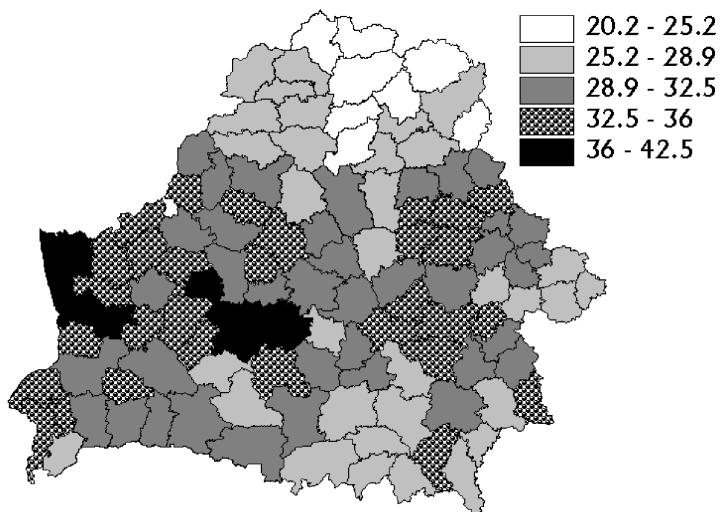
Агроэкосистемы – это природно-антропогенные образования, созданные в результате трансформации природных экосистем с целью производства продовольствия, кормов и технического сырья. Аграрное производство сопряжено с интенсивным ведением земледелия и животноводства, рассредоточено на огромных площадях и оказывает значительное воздействие на окружающую среду. Важнейшим природным ресурсом и главным средством производства в сельском хозяйстве является земля. Эффективность ее использования зависит от структуры земельных угодий, степени их распаханности, размеров обрабатываемых участков и их контурности, конфигурации и компактности, рельефа местности, почвенно-климатических условий и т. д. Рациональное и эффективное использование пахотных земель способствует обеспечению продовольственной безопасности страны.

На основе опубликованных статистических материалов Министерства статистики и анализа Республики Беларусь [1; 5; 7] нами выполнена оценка устойчивости продуктивности картофеля в административных районах Гродненской области на временном интервале 1995–2015 гг. как показатель эффективности и рациональности использования пахотных земель, выделенных под данную культуру. Ранее аналогичное исследование было выполнено на уровне административных областей, что позволило получить обобщенное представление по данному вопросу [4].

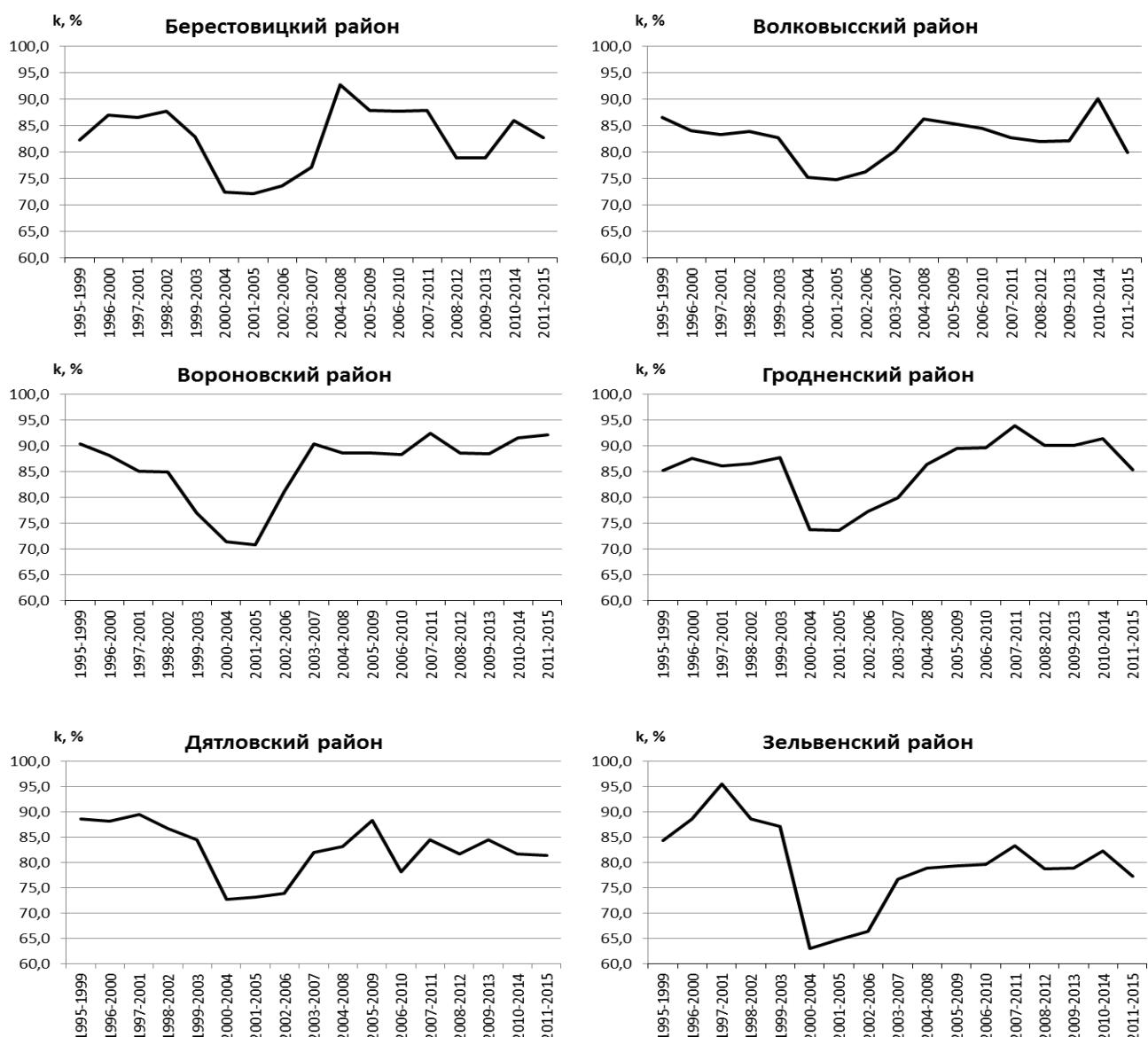
Гродненская область характеризуется наиболее плодородными пахотными землями в Беларусь. Территориальное распределение балла плодородия пахотных земель, т.е. систематически обрабатываемых угодий, используемых под посевы сельскохозяйственных культур, представлено на рисунке 1.

Высокий балл плодородия пахотных земель Гродненской области при высоком уровне агротехнологий значительно смягчает влияние изменяющихся погодно-климатических условий на устойчивость растениеводства.

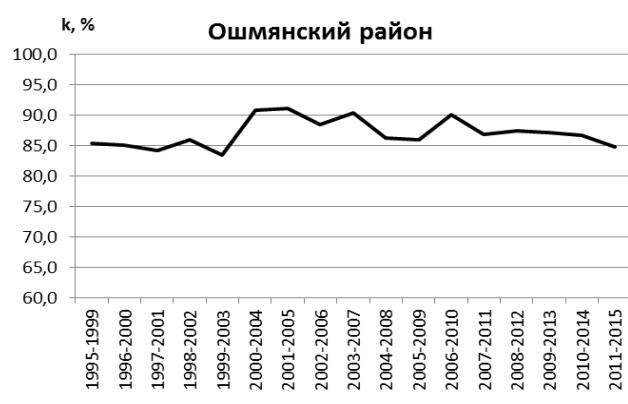
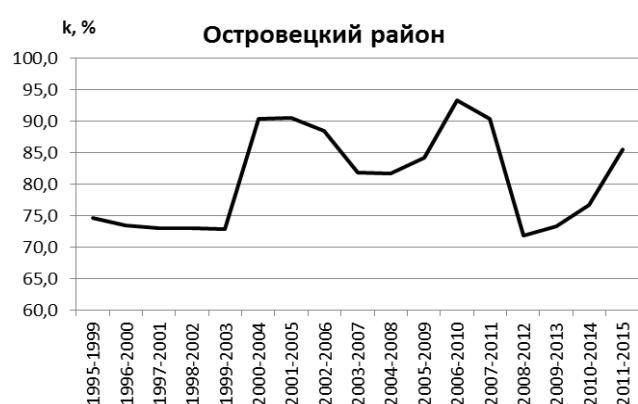
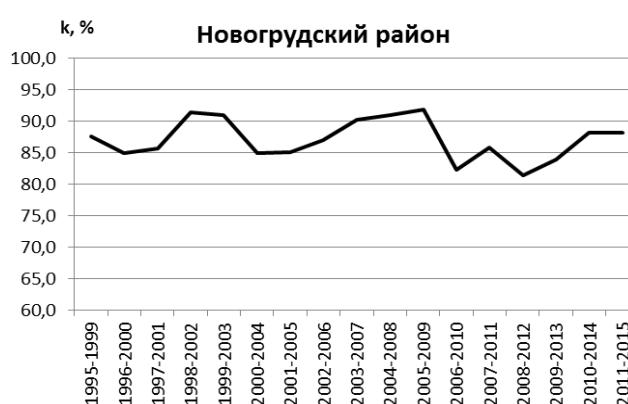
Алгоритм расчета значений коэффициента устойчивости продуктивности культуры подробно представлен в [2; 4]. В расчетах задействованы такие статистические показатели, как максимальное и минимальное значение, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации ряда и др. Нами выполнены расчеты по скользящим 5-летним периодам статистических рядов, что позволило исключить из рассмотрения короткопериодные колебания данных и по полученным значениям построить графики, характеризующие динамику устойчивости урожайности картофеля (рисунок 2).



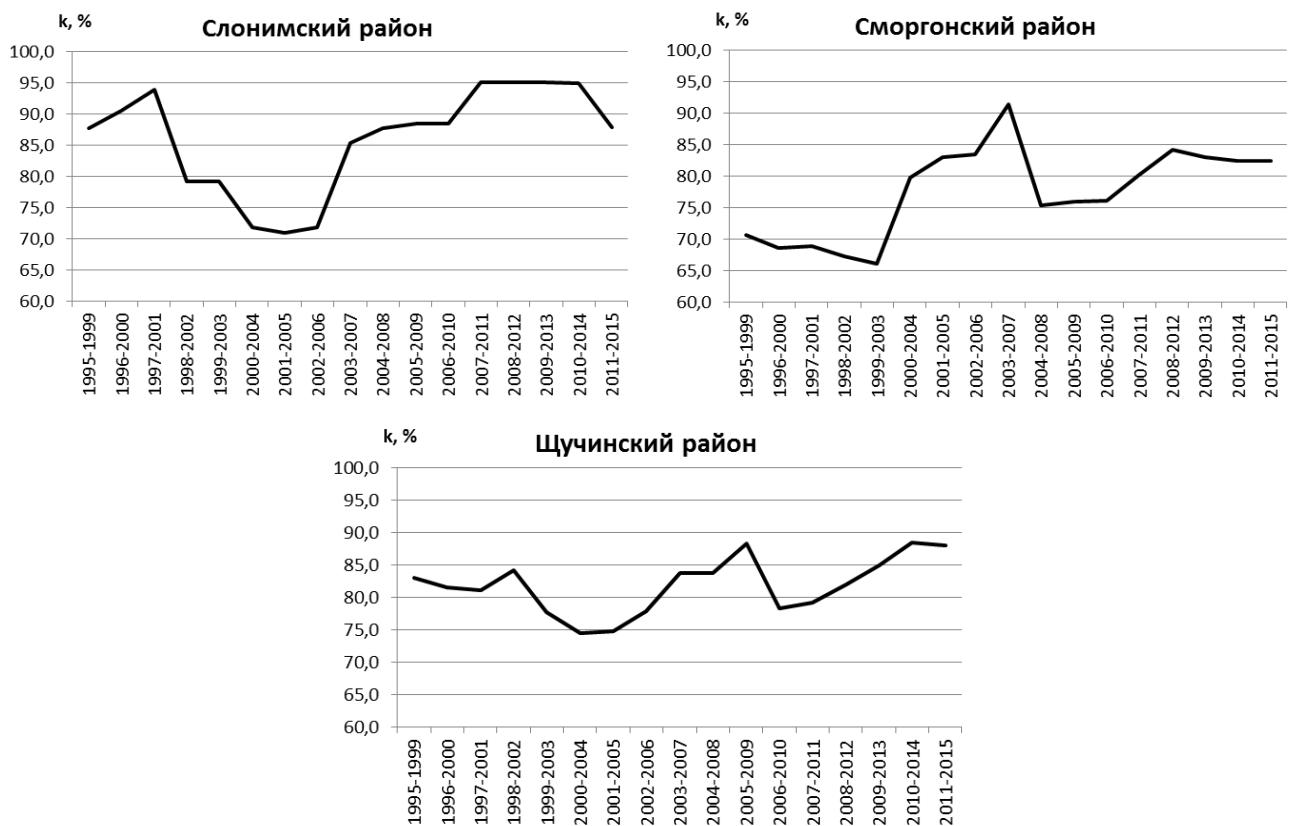
**Рисунок 1. Картограмма балла плодородия пахотных земель Беларуси [6]**



**Рисунок 2. Динамика устойчивости урожайности картофеля в административных районах Гродненской области за период с 1995 по 2015 г.**



**Продолжение рисунка 2**



Окончание рисунка 2

Устойчивость аграрного производства, определяемого устойчивостью продуктивности основных возделываемых сельскохозяйственных культур, является одним из важнейших факторов стабильного и успешного функционирования агроэкосистемы. Согласно исследованию, выполненному российскими учеными С.А. Сусловым и И.В. Громовым [8], коэффициент устойчивости, превышающий 80 %, свидетельствует о допустимой колеблемости исследуемого показателя. Нами установлено, что практически все районы Гродненской области характеризуются высокими значениями коэффициента устойчивости, за исключением Сморгонского и Зельвенского районов со средними значениями 77,6 и 79,6 % соответственно.

Все графики имеют волнообразную структуру. Во всех административных районах, кроме расположенных в северной части области (Островецкий, Ошмянский и Сморгонский районы), отмечается синхронное снижение коэффициента устойчивости производства картофеля в начале 2000-х годов до значений, находящихся в интервале  $80 \% > k \geq 60\%$ , что свидетельствует о неустойчивом развитии процесса в этот период. При этом, поскольку 2004 год отличался самыми благоприятными условиями для возделывания практически всех культур, урожайность картофеля в этот год не пострадала.

Ярко выраженная отрицательная тенденция относительно устойчивости урожайности картофеля наблюдается только в Свислочском районе, в меньшей степени – в Дятловском и Зельвенском районах.

Рассматриваемая в отдельности высокая устойчивость урожайности культуры не является показателем благополучия аграрного производства в районе. Здесь также важен уровень продуктивности культуры, финансовая устойчивость землепользования. Самые высокоурожайные по картофелю районы в области – это Берестовицкий, Волковысский, Гродненский, Кореличский, Мостовский и Щучинский. Эти же районы, за исключением двух последних, в ранее выполненном нами исследовании [3] признаны районами с финансово устойчивым землепользованием, рассчитанным как отношение всех финансовых обязательств на конец года к годовой выручке от реализации товаров, продукции, работ и услуг. В совокупности высокая урожайность, сопряженная с финансовой устойчивостью сельскохозяйственных

предприятий и высокой устойчивостью продуктивности культуры, позволяют сделать вывод о рациональном и эффективном использовании пахотных земель выделенных под посевы картофеля в указанных районах.

Высокая устойчивость продуктивности картофеля в Ошмянском (87,0 %) и Слонимском (86,1 %) районах коррелирует с низкой урожайностью культуры, что свидетельствует о стабильно нерациональном использовании пахотных земель относительно возделывания картофеля.

На рисунке 3 представлена динамика изменчивости значений коэффициента устойчивости продуктивности картофеля, возделываемого в Гродненской области, дополненная трендовой составляющей.

При достаточно высоком уровне устойчивости производства картофеля в Гродненской области отмечается положительная тенденция развития процесса.



**Рисунок 3. Динамика устойчивости урожайности картофеля в Гродненской области с трендовой составляющей**

Таким образом, в результате анализа продуктивности картофеля в Гродненской области и ее устойчивости на временном интервале 1995–2015 гг. выявлены районы с эффективным/неэффективным использованием выделенных под культуру пахотных земель.

#### **Список литературы**

1. Валовой сбор и урожайность сельскохозяйственных культур в Гродненской области за 2015 год (стат. сб.). Гродно: Главное статистическое управление Гродненской области, 2016. – 59 с.
2. Волчок, В. Статистический анализ устойчивости сельскохозяйственного производства // Экономический вестник (ЭКОВЕСТ). – 2001. – № 4. – С. 627–642.
3. Камышенко Г.А. Анализ устойчивости сельскохозяйственного производства Беларуси // Географические науки в обеспечении стратегии устойчивого развития в условиях глобализации (к 100-летию со дня рождения профессора Н.Т. Романовского): материалы Межд. научно-практ. конф., 25–28 октября 2012 г., Минск, БГУ, 2012. – С. 100–102.
4. Камышенко Г.А. Анализ устойчивости урожайности сельскохозяйственных культур Беларуси (на примере озимой пшеницы и картофеля) // Природопользование. – 2010. – Вып. 18.– С. 97–102.
5. Регионы Республики Беларусь. Социально-экономические показатели 2013. (стат. сб.). – Минск, 2013. – Т. 1. – 739 с.
6. Сачок Г.И., Камышенко Г.А. Факторы и модели изменчивости урожайности сельскохозяйственных культур Беларуси. Мин.: Белорусская наука, 2006. – 243 с.
7. Сельское хозяйство Республики Беларусь (стат. сб.). – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2006. – 254 с.
8. Суслов С.А., Громов И.В. Методика региональной оценки экономической устойчивости сельскохозяйственного производства // Вестник Нижегородского гос. инженерно-экономического института. Серия экономич. наук. – Нижний Новгород, 2012. – № 5 – С. 100–114.

# АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ВЕЩЕСТВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ТОРФЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ БЕЛАРУСИ

Н.В. Козел<sup>1</sup>, В.А. Ракович<sup>2</sup>, Н.Г. Аверина<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларусь, e-mail: kmi@tut.by;

<sup>2</sup>Институт природопользования НАН Беларусь, г. Минск, Беларусь

Выявлено существенное увеличение содержания порфиринов в образцах торфа низинного типа травяной группы, а также в образцах торфа верхового типа моховой группы восстанавливаемых болотных экосистем по сравнению с естественными, что может быть хорошим индикатором наличия и интенсивности процессов торфообразования при повторном заболачивании.

**Ключевые слова:** торф; порфирины; каротиноиды; вещества цитокининовой природы.

## ANALYSIS OF THE CONTENT OF PLANT-DERIVED SUBSTANCES IN THE PEAT OF NATURAL AND RESTORED BOG ECOSYSTEMS OF BELARUS

N.V. Kozel<sup>1</sup>, V.A. Rakovich<sup>2</sup>, N.G. Averina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Biophysics and Cell Engineering of the NAS of Belarus,

<sup>2</sup>Institute for Nature Management of the NAS of Belarus, Minsk, Belarus

*A significant increase in the content of porphyrins in lowland and upland peat samples of the moss group of restored bog ecosystems in comparison with natural ones is revealed and it can be good indicator of the presence and intensity of peat formation processes during repeated bogging.*

**Keywords:** peat; porphyrins; carotenoids; the substances of the cytokinin nature.

**Введение.** Болотные экосистемы играют важную роль в процессах связывания углерода и регенерации кислорода, поддержания водного баланса, а также сохранения биологического разнообразия [2]. Болота являются источником многих незаменимых ресурсов, часть которых сконцентрирована в органических отложениях, накапливаемых в виде торфа. Торф является ценнейшим природным биологическим материалом и важнейшим минерально-сырьевым ресурсом Беларуси. Он широко используется в сельском хозяйстве, животноводстве, медицине, энергетике и других областях промышленности. Активное вовлечение торфяных месторождений в традиционное природопользование приводит к их существенному изменению и истощению, что ставит под угрозу сохранение биологических ресурсов и биологического разнообразия Беларуси. В настоящее время активно проводятся мероприятия по восстановлению нарушенных болотных экосистем и оценке интенсивности и глубины химических преобразований органических и минеральных веществ в процессах торфообразования. Целью настоящего исследования было выявление различий в составе и содержании ряда органических веществ растительного происхождения, таких как порфирины, каротиноиды и физиологически активные соединения цитокининовой природы, в торфе естественных и восстанавливаемых болотных экосистем Беларуси для оценки динамики их восстановления в условиях повторного заболачивания и прогнозирования их развития и рационального использования.

**Объекты и методы исследования.** В работе были использованы образцы торфа низинного типа из трех месторождений: Стубла (кадастровый номер № 112, восстанавливаемая и естественная части болотной экосистемы, древесная группа, вид торфа ольховый), Хельче (кадастровый номер № 417, естественная часть болотной экосистемы, травяная группа, вид торфа тростниковый) и Гричино-Старобинское (кадастровый номер № 1186, восстанавливаемая часть болотной экосистемы, травяная группа, вид торфа тростниковый), а также образцы торфа верхового типа из месторождения Туршовка-Чертово (кадастровый номер № 402, восстанавливаемая и естественная части болотной экосистемы, травяная группа, вид торфа пущевый) и месторождения Докудовское (кадастровый номер № 198, восстанавливаемая и

естественная части болотной экосистемы, моховая группа, вид торфа фускум). Образцы торфа были отобраны на глубине 0–0,2 и 0,2–0,4 м. Качественную и количественную оценку содержания порфиринов и каротиноидов в образцах торфа, а также в листьях растений ячменя проводили с помощью жидкостного хроматографа высокого давления Shimadzu Prominence LC 20 (Япония) с хроматографической колонкой Nucleodur C18 Gravity (тип C18, размер частиц 3 мкм, длина 15 см) фирмы Macherey-Nagel (Германия). В основу метода выделения, разделения и идентификации порфириновых пигментов хлорофильной природы, а также каротиноидов были положены методики, описанные в работах [4–6]. Они были модифицированы в приложении к образцам торфяного происхождения согласно [3]. Для экстракции пигментов сухие образцы торфа размельчали до порошкообразного состояния, после чего многократно промывали ацетоном. Степень вымывания пигментов контролировали по спектрам поглощения на спектрофотометре Uvikon 931 фирмы Kontron (Германия). Затем ацетоновый экстракт упаривали до определенного объема. Далее в виалы для хроматографии вносили по 0,5 мл ацетонового экстракта и помещали в камеру хроматографа. Объем инъекции составлял 50 мкл. Разделение пигментов в колонке производили с использованием растворов А (90 % ацетонитрил, 9,9 % H<sub>2</sub>O, 0,1 % триэтиламин) и В (100 % этилацетат) с потоком 0,5 мл/мин. Пигменты регистрировали спектрофотометрическим детектором с диодной матрицей Shimadzu SPD-M20A (Япония) в диапазоне 200–800 нм. Для визуализации профиля хроматограммы выделяли спектр поглощения при 410 нм. Для количественного определения пигментов использовали площади пиков хроматограммы. Для более точной идентификации растительных пигментов регистрировали флуоресценцию разделенных веществ флуориметрическим детектором Shimadzu DGU-20A (Япония) при длине волны регистрации 670 нм (длина волны возбуждающего света 410 нм). Для оценки содержания в торфе веществ, обладающих цитокининовой активностью, анализировали накопление фотосинтетических пигментов при освещении листьев этиолированных растений ячменя, обработанных в темноте водными экстрактами торфа согласно [1].

**Результаты и их обсуждение.** В образцах торфа низинного типа естественной и восстанавливаемой части болотных экосистем древесной и травяной групп были обнаружены порфириновые пигменты как растительного (феофитины *a* и *b*, феофорбид *a*), так и бактериального (бактериофеофитин *a*) происхождения. Магнийсодержащие хлорофилловые пигменты и каротиноиды в пробах отсутствовали. Для всех образцов были характерны существенные отличия в качественном и количественном составе пигментов. В травяной группе (тростниковый торф) наибольшее суммарное количество пигментов отмечено в торфе восстанавливаемой экосистемы. Так содержание бактериофеофитина *a*, феофитина *a*, феофитина *b* и феофорбода *a* в восстанавливаемом и естественном месторождениях оказалось следующим: 13,6 и 2,6; 11,6 и 1,1; 4,1 и 0,3 и наконец 6,4 и 0,6 соответственно. При этом в естественном месторождении в верхнем слое залегания пигментов, как правило, оказывалось больше, чем в глубинных слоях. Такая же картина отмечена и для торфа восстанавливаемой экосистемы, за исключением бактериофеофитина *a*, содержание которого в 14 раз было выше в верхнем 0,2 м слое, по сравнению с его содержанием в 0,4 м слое. Другая картина распределения пигментов отмечена в торфе древесной группы (ольховый вид). Максимальные количества феофитиновых пигментов обнаружены в торфе естественного месторождения. В торфе восстанавливаемой экосистемы содержание пигментов было незначительно – в 1,2–2,3 раза выше в более глубинных слоях залегания. Содержание бактериофеофитина *a* в образцах торфа естественной экосистемы также было в 3,8 раза выше в 0,4 м слое по сравнению с 0,2 м слоем.

В образцах торфа верхового типа естественной и восстанавливаемой части болотных экосистем Беларуси травяной и моховой групп были также обнаружены порфириновые пигменты растительного (феофитин *a* и феофорбид *a*) и бактериального (бактериофеофитин *a*) происхождения. Для всех образцов были характерны существенные отличия в качественном и количественном составе пигментов. В травяной группе, как в восстанавливаемых торфах, так и в образцах из естественных месторождений магнийсодержащие хлорофилловые пиг-

менты не были обнаружены, все они были феофитинизированы до феофитина *a*, феофорбода *a* и бактериофеофитина *a*. Хлорофилловые пигменты группы *b* и каротиноиды также не были обнаружены. В травяной группе (пушицевый торф) наибольшее суммарное количество пигментов отмечено в торфе естественных месторождений (от 18 до 29 мкг/г сухого веса). В два раза меньшее суммарное количество порфиринов (14 мкг/г сухого веса) отмечено в торфе восстановляемой экосистемы. Интересно, что в верхних слоях торфяника восстановляемой экосистемы (0–0,2 м залегания) не было обнаружено никаких пигментов кроме небольшого количества феофитина *a* (3,9 мкг/г сухой массы). В более глубинных слоях (0,2–0,4 м) были идентифицированы существенные количества бактериофеофитина *a* (7,8 мкг), феофитина *a* (5,1 мкг) и феофорбода *a* (1,05 мкг/г сухого веса). Другой характер распределения пигментов отмечен в торфе моховой группы. Так, максимальное количество пигментов обнаружено в торфе восстановляемой экосистемы (от 40 до 65 мкг/г сухой массы), в отличие от 2,6–5,5 мкг/г сухой массы в образцах естественных месторождений. Эти различия не зависели от глубины залегания торфа. Хлорофилл *a* был обнаружен только в торфе естественных месторождений моховой группы (1,05–2,25 мкг/г сухой массы).

В биотесте на содержание в торфе веществ с цитокининовой активностью показана отчетливая стимуляция накопления хлорофиллов *a* и *b*, а также каротиноидов в растениях, обработанных вытяжкой из торфа низинного типа с месторождения Стубла, относящихся к древесной группе естественной и восстановляемой экосистем. Стимуляция накопления пигментов в этих образцах достигала в среднем 110 % по отношению к контролю. Для растений ячменя, обработанных вытяжкой из торфа низинного типа с месторождений Гричино-Старобинское и Хелче, относящихся к травяной группе естественной и восстановляемой экосистем, была характерна стимуляция синтеза только каротиноидов виолаксантин (до 115 %) и лютеина (до 107 %), в то время как количества хлорофиллов и β-каротина в них были в среднем на 15–20 % ниже контрольных значений. Выявленна отчетливая стимуляция накопления всех типов каротиноидов в растениях, обработанных вытяжкой из торфа верхового типа восстановляемой экосистемы травяной группы. Так, в растениях, обработанных экстрактами торфа, взятого на глубине 0,2 м, отмечено повышенное содержание неоксантина (140 %), виолаксантин (120 %), антераксантин (132 %), лютеина (106 %) и β-каротина (108 %) по сравнению с контрольными растениями, обработанными водой. Действие вытяжек из более глубинных слоев торфяной залежи (0,4 м) напротив привело к ингибированию накопления пигментов в ходе зеленения проростков ячменя – в среднем на 12 % по сравнению с растениями контрольного варианта. Действие экстрактов торфа из залежей естественной экосистемы (0,2 м) оказалось аналогичным, хотя и менее эффективным, чем в случае восстановляемой экосистемы – 123 % для неоксантина, 120 % для антераксантин, а также 103 % и 110 % для хлорофиллов *a* и *b* соответственно. Для растений ячменя, обработанных вытяжками из торфа верхового типа с месторождения Докудовское в целом было характерно ингибирование накопления пигментов по сравнению с контрольными растениями – в среднем 85 % для растений, обработанных экстрактами торфа из восстановляемой экосистемы, 75 % и 69 % – для растений, обработанных экстрактами торфа естественной экосистемы, взятых из глубины 0,2 м и 0,4 м соответственно. Отмечена лишь стимуляция накопления хлорофиллов *a* (на 21 %) и *b* (на 5 %) только в случае использования торфа естественной экосистемы, взятых с глубины 0,2 м.

**Заключение.** Таким образом, выявлено существенное увеличение содержания порфиринов в образцах торфа низинного типа травяной группы, а также в образцах торфа верхового типа моховой группы восстанавливаемых болотных экосистем по сравнению с естественными, что может быть хорошим индикатором наличия и интенсивности процессов торфообразования при повторном заболачивании.

Биотест на зеленение показал преимущественное содержание веществ с цитокининовой активностью в образцах торфа низинного типа древесной группы по сравнению с их содержанием в торфе травяной группы, а также преимущественное содержание веществ с цитокининовой активностью в образцах торфа верхового типа травяной группы по сравнению с их

содержанием в торфе моховой группы. При этом четкой зависимости цитокининовой активности экстрактов торфа от состояния экосистемы (восстанавливаемая или естественная) и глубины залегания торфа не выявлено.

*Авторы выражают благодарность Белорусскому республиканскому фонду фундаментальных исследований, при финансовой поддержке которого (грант № X15CO-011) были выполнены эти исследования.*

#### **Список литературы**

1. Аверина Н.Г. Поликарпова Н.Н., Колосова Е.И. Цитокининовая активность регуляторов роста и развития растений, выделенных из торфов // Физиология растений. – 1987. – Т. 34. – С. 577–583.
2. Бамбалов Н.Н., Ракович В.А. Роль болот в биосфере. – Минск: Бел. наука, 2005. – 287 с.
3. Козел Н.В., Ракович В.А., Серебренникова О.В., Стрельникова Е.Б., Гуляя Е.В., Аверина Н.Г. Растительные пигменты торфов как индикатор функционального состояния болотных экосистем Беларуси и Западной Сибири // Вестник Фонда фундаментальных исследований. – 2014. – Т. 69, № 3. – С. 31–41.
4. Forni E., Ghezzi M., Polesello A. HPLC separation and fluorimetric estimation of chlorophylls and pheophytins in fresh and frozen peas // Chromatography. – 2012. – Vol. 1. – P. 120–124.
5. Milenković S.V., Zvezdanović J.B., Andelkovoć T.D. et. al. The identification of chlorophyll and its derivatives in the pigment mixtures: HPLC-chromatography, visible and mass spectroscopy studies // Advanced technologies. – 2012. – Vol. 1. – P. 16–24.
6. Olajire A.A., Ameen A.B., Abdul-Hammed M. et. al. Occurrence and distribution of metals and porphyrins in Nigerian coal minerals // J Fuel. Chem. Technol. – 2007. – Vol. 35. – P. 641–647.

# ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ СБАЛАНСИРОВАНИЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСУШАЕМЫХ ТОРФЯНИКОВ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ

**С.С. Коломиец, И.М. Пилипчук**

*Институт водных проблем и мелиорации НААН Украины,  
г. Киев, Украина, e-mail: kss2006@ukr.net*

*Предложена модель каскадных мелиоративных систем, обеспечивающая балансовую секвестрацию эмиссий парниковых газов, воспроизведение торфяных ресурсов, а также повышение водообеспеченности осушительно-увлажнительных мелиоративных систем в условиях аридизации климата*

**Ключевые слова:** воспроизведение торфа; секвестрация  $CO_2$ ; водообеспеченность.

## INNOVATIVE APPROACH TO ENVIRONMENTAL BALANCING OF CONDENSED PEAT TRAFFIC USE IN AGRICULTURE

**S. Kolomiets, I. Pilipchuk**

*Institute of Water Problems and Land Reclamation of NAAS Ukraine,  
Kyiv, Ukraine*

*The model of cascade meliorative systems providing a balance sequestering of greenhouse gas emissions, reproduction of peat resources, as well as increasing the water availability of drainage-humidifying reclamation systems under conditions of climate aridization is proposed.*

**Keywords:** peat reproduction;  $CO_2$  sequestration; water availability.

**Современное состояние. Постановка проблемы.** Осушение торфяных болот, проведенное в советское время на территории Украины и Белоруссии, имело главной целью увеличение посевных площадей и повышение занятости населения, т.е. имело важное социальное значение. Однако при этом не рассматривались отдаленные экологические последствия таких широкомасштабных осушений.

В современных условиях перехода к экологическому императиву идет экологическая переоценка сельскохозяйственного производства с позиций нарушения биогеохимических циклов основных биогенных элементов – азота, углерода, кислорода. Значительные эмиссии основных парниковых газов – диоксида углерода ( $CO_2$ ), закиси азота ( $N_2O$ ) и метана ( $CH_4$ ) связывают с нарушением глобальной климатической системы Земли и интенсивными изменениями климата в сторону потепления и аридизации. Именно обрабатываемые поля являются основными эмитентами таких парниковых газов, как закись азота и метан, значительны также эмиссии диоксида углерода. А среди всех сельскохозяйственных угодий именно осушаемые торфяники являются рекордсменами эмиссий парниковых газов. Существенные нарушения биогеохимических циклов основных биогенных элементов, в частности, газорегуляторной функции почвенного покрова, связаны с тем, что на торфяных болотах, занимающих всего 3 % территории земли, сконцентрировано до 30 % мировых запасов углерода [2], а их активное использование в сельскохозяйственном производстве при осушении приводит к интенсивному биохимическому разложению задепонированного в торфе органического вещества и значительным эмиссиям парниковых газов в атмосферу. При минерализации органического вещества торфа используется на окисление 1 т торфа 0,727 т кислорода ( $O_2$ ) [4]. При депонировании органического вещества во время торфообразования наблюдается противоположный процесс – торфяные болота становятся эмитентами кислорода. Причем эффект обогащения атмосферы кислородом при этом приблизительно на порядок превышает эффект от лесной растительности [1]. Хотя один из стереотипов считают, что леса – это легкие планеты. Так, ежегодная масса депонирования углерода болотами Украины составляет более 7 млн т [7], а, значит, при этом атмосфера обогащается более чем 5 млн т кислорода в год.

Существующая система сельскохозяйственного использования осушаемых торфяных почв приводит к односторонней сработке торфяной залежи, а использование различных

севооборотов только регулирует скорость такой сработки. Выращивание высокоинтенсивных культур существенно активизирует процесс разложения органического вещества торфа (до 20–30 т/га в год). Поэтому для пролонгации использования осушаемых торфяных почв рекомендуют зерно-травяные севообороты с продленным луговым периодом, которые снижают ежегодные потери органического вещества до 2–7 т/га [6]. Кроме того, на осушаемых торфяниках существенно возрастает риск возникновения пожаров, которые приводят к залповым выбросам CO<sub>2</sub>, других экологически небезопасных газов и региональному задымлению атмосферы. Причем ежегодные залповые выбросы диоксида углерода при пожарах сравнимы с годовой эмиссией парниковых газов с осушаемых торфяников [4]. При этом высвобождается в атмосферу огромное количество задепонированной в органическом веществе энергии.

Следует констатировать, что сельскохозяйственное использование осушаемых торфяников имеет разноспектральные негативные экологические последствия для окружающей среды. Возникает вопрос экономической оценки экологического ущерба и сравнение его с доходом, получаемым в результате хозяйственной деятельности.

Опыт такой оценки имеется у белорусских ученых [3]. По их оценкам, по состоянию на 2008 г. сельскохозяйственное производство на осушаемых землях с торфяными почвами в течение последних пятнадцати лет было экономически неоправданным из-за того, что оцененный экологический ущерб природе превышал доходы от хозяйственного использования в 1,26 раза.

Такой подход важен для формирования экологически взвешенной государственной политики в отношении использования осушаемых торфяников, которая должна быть направлена на их максимальную ренатурализацию. Так, например, в Украине было осушено 824,5 тыс. га из 1414,0 тыс. га торфо-болотных угодий, т. е. 58 % [7]. Такая чрезмерная осушенность гидроморфных ландшафтов нарушает их общебиосферные функции, и, в первую очередь, их газорегуляторные функции, являющиеся составляющей биогеохимических циклов основных биогенных элементов.

При оценке экологического ущерба основным компонентам осушаемых агроландшафтов – почвам, атмосфере, воде и живой природе, авторами [3] установлено, что на нарушение углекислотного баланса атмосферы приходится 51,2 % общей стоимости экологического ущерба, на ущерб живой природе – 38,6 %, на загрязнение поверхностных вод – 9 %, а на сработку и выгорание торфа – всего 1,2 %. Фактически этими подсчетами ранжированы экологические проблемы, которые необходимо решать при экологическом сбалансировании мелиоративного земледелия на осушаемых торфяниках.

**Экологическое обоснование мероприятий.** В соответствии с ранжированной острой экологических проблем, в первую очередь необходимо сбалансировать экологический ущерб атмосфере, который превышает 50 % общей суммы ущерба. Среди рассматриваемых парниковых газов масштабы эмиссии CO<sub>2</sub> имеют порядок единиц т/га в год, закиси азота (N<sub>2</sub>O) – единицы и десятки кг/га в год, а метана (CH<sub>4</sub>) – десятки и сотни кг/га в год. Поэтому определяющими экологический ущерб атмосфере объемами эмиссий являются именно эмиссии диоксида углерода (CO<sub>2</sub>).

По данным [4], эмиссии CO<sub>2</sub> с осушаемых торфяных болот на порядок превышают их сток в природные ненарушенные торфо-болотные экосистемы. Балансовый сток CO<sub>2</sub> в природные нативные болотные экосистемы верхового типа (олиготрофные) составляет, в среднем, 1,451 т/га в год, а болота низинного (эвтрофные) и переходного (мезотрофные) типа – в среднем, 0,713 т/га в год, в то время как эмиссии с осушаемых низинных торфяников достигают 9,72 т/га в год, а с выработанных и разрабатываемых торфяников – 13,8 т/га в год [4].

Фактически, для сбалансирования эмиссий и стока парниковых газов допускается осушение только десятой части торфо-болотного фонда. Поэтому в перспективе государственная политика должна быть направлена на ренатурализацию сверхнормативных площадей осушаемых торфяников. Интенсивно развивается международное сотрудничество в направлении ренатурализации и повторного заболачивания выработанных и неэффективно используемых торфяников.

зуемых осушаемых торфяников в рамках Программы развития ООН Глобальный экологический фонд (ПРООН/ГЭФ).

В рамках этой международной программы в Беларуси и Российской Федерации повторно заболочены с возобновлением торфонакопления десятки тысяч гектаров торфо-болотных угодий. В Украине с 2010 г. также проводится подготовительный этап в рамках ПРООН/ГЭФ.

Однако сдерживающим фактором широкого развития этой международной программы является фактическая ликвидация добровольного углеродного рынка, а также персонификация в Украине мелиорированных земель, требующая их консолидации.

Рабочей гипотезой инновационного подхода к экологической гармонизации использования в земледелии осушаемых торфяников является создание так называемых каскадных мелиоративных систем, базирующихся на блочно-модульном принципе, где только 10% территории осушается и интенсивно используется в земледелии, без оглядки на темпы сработки органического вещества, а на 90 % территории воспроизводится болотный режим с возобновлением торfonакопления. Такое соотношение площадей обеспечит балансовый сток парниковых газов с интенсивно используемого модуля, а, главное, – обеспечит воспроизведение органического вещества и разорвет пагубный односторонний процесс сработки торфяной залежи при использовании осушаемых торфяников в мелиоративном земледелии. Периодическая смена интенсивно используемого модуля обеспечит принцип севооборота, ибо проведенный эколого-экономический анализ использования мелиорированных земель доказывает, что экономически оправданным является только интенсивное их использование [5]. *На интенсивно используемом модуле* предполагается выращивание высокорентабельных пропашных культур, ягодников (например, голубики) с использованием локальных способов увлажнения, внесения агрохимикатов и средств защиты растений, а также системой управления микроклиматом и защиты от радиационных заморозков (например, устройством искусственного тумана).

Фиксация на территории мелиоративной системы блочно-модульной мелиоративной инфраструктуры и ее поддержание в функциональном состоянии обеспечит возрастание гетерогенности мелиоративного ландшафта с увеличением протяженности экотонов, что будет способствовать увеличению биоразнообразия на территории каскадной мелиоративной системы. А также даст возможность в перспективе использовать эту территорию в качестве охотничьих угодий.

**Модули с болотным режимом и возобновлением торfonакопления** станут резерватором водных ресурсов, ибо влагоемкость торфяников достигает 90 %, что повысит водообеспеченность не только мелиоративной системы, но и речного бассейна в целом. Это даст возможность также использовать зааккумулированные в торфе водные ресурсы для увлажнения не только интенсивно используемого модуля, но и полей на окружающей территории. При этом будет создаваться эффект водооборотных систем, когда сток с окружающих территорий через заболоченные модули будет очищаться от биогенных элементов, т. е. будет выполнять роль биоплато. При этом также будет повышаться трофность заболоченных модулей, что будет способствовать наращиванию биомассы на них. На таких каскадных мелиоративных системах появляется возможность исследования и управления скоростью торfonакопления.

Такой инновационный подход и создание каскадных мелиоративных систем существенно восстановит нарушенные осушением общебиосферные функции гидроморфных ландшафтов, а также сгладит влияние и последствия современных интенсивных климатических изменений.

**Выводы.** Современное состояние сельскохозяйственного использования осушаемых торфяников существенно нарушает биосферные функции гидроморфных ландшафтов, нанося экологический ущерб основным их компонентам: атмосфере, живой природе, воде и почвам.

Использование в земледелии осушаемых торфяников направлено на монотонную сработку биомассы торфа, при котором наиболее значимым негативным воздействием (по ран-

гу) является – нарушение газорегуляторных функций, ущерб живой природе, загрязнение и истощение водных ресурсов, сработка и выгорание торфяных почв.

Создание каскадных мелиоративных систем является перспективным инновационным подходом к экологическому сбалансированию использования в земледелии осушаемых торфяников, которые обеспечат: 1) балансовое поглощение парниковых газов с интенсивно используемых модулей (10% территории) на заболоченных модулях с возобновлением торфонакопления; 2) повышение гетерогенности мелиоративного ландшафта с возрождением биоразнообразия; 3) повышение водоаккумуляции на заболоченных модулях и повышение качества водных ресурсов; 4) прерывание одностороннего процесса сработки органического вещества торфа путем воспроизведения торфа на 90% территории каскадной мелиоративной системы.

Интенсивное земледельческое использование осущенных модулей без лимитирования темпов разложения органического вещества обеспечит экономическую целесообразность мелиоративного земледелия.

#### Список литературы

1. Бондар О.І., Коніщук В.В. Геологія: концепція розвитку, методологія, сучасна парадигма вивчення боліт, торфовищ та їх екологічна паспортізація //Агроекологічний журнал, 2011. – Спецвипуск. – С. 25–30.
2. Коніщук В.В. Імплементація селищної директиви ЄС щодо Рамсарських водно-болотних угідь Полісся України // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Управління водними ресурсами в умовах змін клімату», присвяченої Все світньому дню води 21 березня 2017 р. – К.: ТОВ «ЦП «Компрінт», 2017. – С. 92–93.
3. Копытовских А.В., Бохонко В.И. Эффективность осушения болотных экосистем в Белорусском Полесье // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий: Сб. научных трудов / под общей ред. Ю.А. Мажайского. – Вып. 3. – Рязань: Мещерский филиал ГНУ ВНИИГИМ Россельхозакадемии, 2008. – С. 344–348.
4. Ракович В.А. Сравнительная оценка источников и стоков диоксида углерода и метана в осущенных и нативных торфяно-болотных экосистемах // Повышение эффективности мелиорации сельскохозяйственных земель : материалы Международной научно-практической конференции, 20–22 сентября 2005 г. – Минск, 2005. – С. 340–342.
5. Раціональне використання ґрунтових ресурсів і відтворення родючості ґрунтів: організаційно-економічні, екологічні і нормативно-правові аспекти: колективна монографія /за ред. С.А. Балюка, А.В. Кучера. – Харків: Смугаста типографія, 2015. – 428 с.
6. Сільськогосподарське використання осушуваних земель гумідної зони України. Методичні рекомендації. – К.: Аграрна наука, 2000. – 75 с.
7. Торфово-земельний ресурс України (концепція комплексного використання) /за ред. В.П. Ситника, Р.С. Трускавецького. – Харків: ННЦ «ІГА ім. О.Н. Соколовського», 2010. – 71 с.

## **ТАНФИЛЬЕВ Г.И. – ОДИН ИЗ ПЕРВЫХ БОЛОТОВЕДОВ РОССИИ (к 160-летию со дня рождения)**

**Л.В. Копенкина,**  
*Тверской государственный технический университет,  
г. Тверь, Россия, e-mail: lvkopenkina@mail.ru*

*В статье рассматривается жизнь и деятельность одного из первых русских болотоведов, обратившихся к научному изучению торфяных болот Гавриила Ивановича Танфильева. Описаны основные научные труды ученого, посвященные торфяным болотам.*

**Ключевые слова:** Танфильев Г.И.; торфяное болото; история науки о торфе.

### **TANFILIEV G. – ONE OF THE FIRST MARSHES SCIENTIST OF RUSSIA (to the 160-th anniversary of birth)**

**L. Kopenkina**  
*Tver State Technical University, Tver, Russia*

*The article deals with the life and activity of Gavriyil Ivanovich Tanfiliev which is one of the first marshes scientist in Russia, who turned to the scientific study of peat bogs. His main scientific works devoted to peat bogs are described.*

**Keywords:** Tanfiliev G.; peat bog; history of peat science.



Танфильев Гавриил Иванович – российский географ, геоботаник и почвовед, профессор, один из первых русских болотоведов, занимавшийся научным исследованием торфяных болот.

Танфильев родился в городе Ревеле (ныне Таллинн) в 1857 г. в семье корабельного смотрителя Балтийской таможни Ивана Александровича Танфильева.

В 1876 году он окончил классическую гимназию с преподаванием на немецком языке, затем поступил на физико-математический факультет (отделение математических наук) Санкт-Петербургского университета в 1877 г. Одновременно Танфильев подрабатывал частными уроками, поскольку нужны были средства к существованию. Через два года он перевелся на отделение естественных наук. На его дальнейшую научную

деятельность оказали влияние его преподаватели – профессор А.Н. Бекетов, известный ботаник-географ, и В.В. Докучаев, основатель почвоведения. Тема кандидатской диссертации «К вопросу о флоре чернозема» была выполнена под влиянием Докучаева. В дальнейшем она была доложена на Петербургском заседании естествоиспытателей и опубликована с дополнениями в Материалах по изучению русских почв [13].

В 1883 г. Танфильев окончил университет со степенью кандидата. В 1885 г. он поступил на службу в Департамент Земледелия Министерства государственных имуществ. По инициативе и на средства Вольного экономического общества, Министерства государственных имуществ и Ботанического сада Танфильев проводил физико-географические исследования болот и торфяников, тундры, степей, лесостепей на большой территории Европейской части России. Его первая научная командировка была посвящена исследованию болот Петербургской губернии [7; 8; 9; 12].

В 1889 г. Танфильев предложил Департаменту земледелия планомерно исследовать болота на всей территории Европейской России, определив различные типы болотных образований, их классификацию и распространение [14]. По результатам своей командировки им

была написана статья «Способы образования и распространения торфяных болот в Европейской России» [15].

Для составления карты торфяных болот Европейской части России Танфильев проводил полевые исследования в 1891 г., в том числе в Полесье. Обобщающие материалы были отражены в статье «Болота» Энциклопедического словаря Брокгауза и Эфрона [4].

В 1892 г. Г.И. Танфильевым была написана первая инструкция по исследованию торфяных болот, положившая начало организации торфоразведочного процесса. Им же был сконструирован специальный бур для исследования торфяных залежей, который в дальнейшем применялся в торфоразведочных работах [6].

Для изучения болот и торфяников Танфильев совершил поездки в Швецию и Данию в 1894 г. В окрестностях Копенгагена он изучал торфяники совместно с болотоведом Я. Стенструпом. Позднее Танфильев отмечал, что процессы заболачивания на тот момент были изучены в России более обстоятельно, чем на Западе.

В 1894 г. была опубликована значительная научная работа Танфильева «По тундрям Тиманских самоедов летом 1892 г.».

В 1894 г. он был снова командирован в Полесье для изучения болот и торфяников. Результаты своих исследований он опубликовал в работах [3, 5].

В 1895 г. он перешел на службу в Санкт-Петербургский ботанический сад. Летом 1895 г. Танфильев посетил острова темных почв у Седнева и Стародуба в Черниговской губернии, у Трубчевска в Орловской губернии и в окрестностях Юрьева и Суздаля во Владимирской губернии. Собранные им материалы легли в основу разработанного им в 1896 г. учения о доисторических степях.

Степень магистра ботаники Танфильев получил в 1895 г. за научную работу «Пределы лесов на юге России», выполненную в 1894 г. по результатам степной экспедиции под руководством профессора В.В. Докучаева [1].

После защиты магистерской диссертации началась его педагогическая деятельность в высшей школе. Он был утвержден в должности приват-доцента Петербургского университета. С 1895 по 1904 гг. он читал лекции по ботанической географии России. Также Танфильев работал в Петербургском ботаническом саду, сначала в должности младшего консерватора, с 1899 г. – главным ботаником сада.

Совместно с Л.А. Сытиным опубликовал первую в нашей стране библиографию о болотах и торфяниках Европейской России и их использовании (1896) [2].

В конце 1896 г. Танфильев предложил схему деления Европейской России на физико-географические области. В 1896–1897 гг. он выполнял обязанности ученого секретаря Вольного экономического общества и редактора его Трудов.

В 1897–1898 гг. были опубликованы работы Танфильева [10, 11], в которых предложена классификация болот, рассматриваемая в дальнейшем в трудах В.Н. Сукачева.

В 1898 г. Совет Вольного экономического общества ассигновал 600 рублей на издание журнала «Почвоведение», в редакционный комитет журнала был включен затем Танфильев.

С 1895 г. Танфильев принимал участие в составлении первой в мире Почвенной карты Европейской России по инициативе В.В. Докучаева. В 1900 г. эта карта была выставлена на Парижской всемирной выставке, где она привлекла заслуженное внимание специалистов. За участие в составлении этой карты Танфильеву была присуждена Большая золотая медаль.

С 1 января 1904 г. по личной просьбе из-за состояния здоровья Танфильев был отчислен из состава приват-доцентов Петербургского университета. В 1904 г. он выставил свою кандидатуру на должность профессора географии Новороссийского университета в Одессе. Совет Новороссийского университета на основании отзывов профессоров А.В. Клоссовского, Ф.М. Каменского, В.А. Ротерта, В.Д. Ласкарева и П.Г. Меликова избрал его ординарным профессором по кафедре географии. Осенью 1905 г. Танфильев переехал на постоянное жительство в г. Одессу, где работал до последних дней своей жизни.

В 1905 г. Танфильев выступил с докладом «Южно-русские степи» на втором Международном ботаническом конгрессе в Вене.

С 1905 г. Танфильев начал читать в Новороссийском университете курс географии России. Вместе с профессорами А.И. Набоких, создателем современного учения об украинском лессе, А.В. Клоссовским, крупным метеорологом, организатором метеорологической сети в юго-западной части России; В.Д. Ласкаревым, геологом; А.А. Браунером он организовывал экскурсии и экспедиции с участием студентов. Под влиянием Танфильева эти экскурсии строились как комплексные, т. е. ботаники не только собирали растения, но и изучали почвы, метеорологические условия и т. д. Оживилась деятельность Новороссийского общества естествоиспытателей, президентом которого он был избран в 1911 г., по вопросам о границе лесов, причинах безлесия степей и Крымской Яйлы, лессе и путях миграций животных и растений не только Украины, Крыма и Кавказа, но и Сибири, где изучались причины безлесия Балаганской степи, распространение мерзлоты.

В Новороссийском университете Танфильев за несколько лет создал образцовый географический кабинет и солидную библиотеку.

В 1908 г. в Женеве состоялся девятый международный географический конгресс, на котором Танфильев выступил с докладом «О влиянии низких температур почв на растительность в России», разъясняющий вопрос, почему низкие температуры почвы препятствуют развитию многих древесных форм.

В 1908 г. Совет Русского Географического общества присудил золотую медаль имени П.П. Семенова-Тян-Шанского Танфильеву за его работы по физической географии.

В августе 1910 г. Танфильев принял участие в экскурсии, организованной распорядительным комитетом Второго международного геологического конгресса в Стокгольме для осмотра некоторых торфяников Швеции. В Стокгольме Танфильев выступил с сообщением «Могут ли находки ископаемых или субфоссильных растений всегда служить для восстановления условий климата и растительности прошлого?».

В 1912 г. Танфильев успешно защитил при Петербургском университете диссертацию «Пределы лесов в полярной России по исследованиям в тундре Тиманских самоедов» и был удостоен ученой степени доктора географии.

Первый том работы Танфильева «География России» был издан в 1916 г. При жизни Танфильева вышло четыре тома этого труда; пятый том, посвященный описанию морей, вышел после его смерти, в 1931 г. В Одессе Танфильев опубликовал «Очерк географии и истории главнейших культурных растений», а также ряд работ, посвященных географии Одесской губернии.

Г. И. Танфильев был одним из учредителей и почетным членом Докучаевского Почвенного комитета, существовавшего в 1913–1917 гг. В этом комитете насчитывалось шесть почетных и большое количество действительных членов, среди которых были и выдающиеся деятели русской науки.

С 1918 по 1926 гг. Танфильев заведовал отделом естественноисторических исследований Одесской областной сельскохозяйственной станции. Он также читал курс почвоведения в Одесском сельскохозяйственном институте (ОСХИ) в 1918–1928 гг., Одесском институте народного образования (ОИНО), в который был временно преобразован Новороссийский университет, заведовал кафедрой географии и геологии ОСХИ (1923–1928).

В 1925 г. он читал лекции на курсах по переподготовке районных агрономов степной полосы, на курсах по семенному делу, возглавлял бригаду по изучению природных условий Одесской губернии, руководил работой Одесского общества естествоиспытателей.

В 1923 г. Танфильев был избран почетным членом Русского Географического общества. В 1928 г. Танфильев был выдвинут кандидатом в действительные члены Академии наук СССР. В Архиве Академии наук СССР сохранились отзывы о научных работах профессора Танфильева, в том числе Русского Географического общества, в котором дается высокая оценка «Географии России» Танфильева.

Танфильев опубликовал свыше 100 работ. Болотам и торфяникам посвящено 13 работ. К наиболее значимым относятся «О болотах Санкт-Петербургской губернии» (1888–1889), «Способ образования и распространения торфяных болот в Европейской России» (1890),

«Болота и торфяники Полесья» (1895), «О классификации болот в Европейской России» (1897), «Несколько данных о строении подмосковных торфяников» (1900) и др.

Г.И. Танфильев предложил первую в России классификацию болот по растительно-ландшафтному и водно-минеральному признакам. Выполнил обобщенную сводку растительности России. Под его руководством составлена первая карта растительности в России (по зональности).

Один из островов Малой Курильской гряды в 1946 г. назван именем Г.И. Танфильева.

### Список литературы

1. Пределы лесов на юге России. Геоботанические и фенологические исследования и наблюдения // Труды экспедиции, снаряж. Лесным департ. под руководством проф. Докучаева, Т. 2. Вып. 1. 1894. – С. 170.
2. Сытин Л.А., Танфильев Г.И. Указатель главнейшей литературы о болотах и торфяниках Европейской России и их утилизация в сельском хозяйстве и промышленности. Изд. отдела Земельных улучшений по торфмейстерской части. Мин. земл. и гос. им. – СПб., 1896. – 38 с.
3. Танфильев Г.И. Болота и торфяники Полесья. Изд. Мин. землед. и государства, имуществ, 1895. – 43 с.
4. Танфильев Г.И. Болота // Энциклопедич. словарь Брокгауза-Ефрона, Т. 4. 1891. – С. 308–311.
5. Танфильев Г.И. Геоботаническое описание Полесья // Приложение к очерку работ Западной экспедиции по осушению болот, 1899. – С. 139–215.
6. Танфильев Г.И. Новый торфяной бур // Почвоведение. 1913. №1.
7. Танфильев Г.И. Об образовании болот в Санкт-Петербургской губернии // Труды СПб. общества естествоиспыт. XIX, 1888. – С. 3–5.
8. Танфильев Г.И. О болотах Санкт-Петербургской губернии // Труды Вольн. экономич. общ., 1888, № 5. – С. 50–80.
9. Танфильев Г.И. О болотах Санкт-Петербургской губернии // Труды Вольн. экономич. общ., 1889, № 5. – С. 131–151.
10. Танфильев Г.И. О классификации болот Европейской России // Труды Вольн. экономич. общ., 1897, № 2. – С. 104.
11. Танфильев Г.И. Опыт ботанической классификации болот Европейской России / Дневник X съезда русск. естеств. и врачей в Киеве, 1898 г. № 8. – С. 276.
12. Танфильев Г.И. О результатах исследования болот Санкт-Петербургской губернии (реферат) // Труды Вольн. экономич. общ., 1888, № 3. – С. 82–84.
13. Танфильев Г.И. О флоре чернозема // Труды СПб. общества естествоиспыт., XVII, 2, 1886.
14. Танфильев Г.И. Программа для исследования болот / Программы и наставления для собирания коллекций и наблюдения природы. – Изд. СПб. общ. естествоисп., 1902. – С. 21–25.
15. Танфильев Г.И. Способ образования и распространения торфяных болот в Европейской России // Труды VIII съезда русск. естествоиспыт., отд. 9, 1890. – С. 90–98.

# **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВЕТРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В ЕВРОПЕ**

**А.И. Курочкина**

*Институт экономики НАН Беларусь,  
г. Минск, Беларусь, e-mail: geo.kurachkinas@mail.ru*

*В данной статье рассматриваются современные тенденции и перспективы развития ветровой энергетики в Европе. Анализируется динамика прироста ветроэнергетических мощностей в Европе. Кроме того рассматривается ветроэнергетика лидирующих по ее мощности стран региона. Так же в работе приведен прогноз развития ветроэнергетики в Европе до 2020 г.*

**Ключевые слова:** ветроэнергетика; установленная мощность; оффшорная энергетика; темпы прироста мощности.

## **MODERN TRENDS AND PROSPECTS OF WIND ENERGY DEVELOPMENT IN EUROPE**

**A. Kurochchina**

*Institute of Economics of the NAS of Belarus, Minsk, Belarus*

*The article considers modern tendencies and the prospects of development of wind energy in Europe. The dynamics of growth rate in wind power capacity in Europe is analyzed in the article. In addition wind energy of counters with heist installed capacity in this region is considered. Also the forecast of development of wind energy in Europe until 2020 presented in the paper.*

**Keywords:** wind power; installed capacity; offshore energy; growth rate.

Ветровая энергетика на сегодняшний день является самым активно развивающимся сектором альтернативной энергетики. В мировой структуре альтернативных источников энергии (АИЭ) доля ветра составляет 40,9 % (2014 г.). Лидирует энергия ветра в структуре АИЭ и отдельных регионов, в Северной Америке – 58,5 %, в Австралии – 43,4 %, в Азии - 45,9 %, в Африке – 43,4 %. Только в Латинской Америке первое место в структуре АИЭ остается за твердым биотопливом, но и здесь доля ветра высока и составляет 24,3% [2].

В Европе с начала 1990-х гг. структура производства энергии на АИЭ претерпела значительные изменения. Так, если в 1990 г. по объему производства энергии лидировали установки, работающие на твердом биотопливе (58,6 %), то уже в середине 1990-х их доля начала быстро сокращаться и в 2011 г. составила всего 29,7 %, а на первое место в структуре производства вышли ветровые энергоустановки (0,77 % – в 1990 г; 30,1 % – в 2011 г.). К 2014 г. доля ветра в структуре АИЭ выросла до 32,45 % [2].

Активное развитие ветроэнергетики связано в первую очередь с ее экологическими преимуществами. Ветрогенераторы в процессе эксплуатации не потребляют ископаемого топлива, работа ветроэнергетической установки (ВЭУ) мощностью 1 МВт за 20 лет позволяет сэкономить примерно 29 тыс. тонн угля или 92 тыс. баррелей нефти. Ветрогенератор мощностью 1 МВт сокращает ежегодные выбросы в атмосферу – 1800 тонн CO<sub>2</sub>, 9 тонн SO<sub>2</sub>, 4 тонн оксидов азота. По оценкам Global Wind Energy Council, к 2050 году мировая ветроэнергетика позволит сократить ежегодные выбросы CO<sub>2</sub> на 1,5 миллиарда тонн [4].

Европа стала одним из основных регионов развития данного сектора альтернативной энергетики, на сегодняшний день доля региона в мировой ветроэнергетике составляет 35,5 %, установленная мощность ветроэнергетики в Европе составляет 147,7 ГВт. По этому показателю Европа уступает только Азии, где установленная мощность ветроэнергетики в 2015 г. составила 175,8 ГВт, что обусловлено в первую очередь выходом Китая на первое место в мире по данному показателю [1; 3].

Следует отметить, что темпы прироста ветроэнергетических мощностей в Европе в последние годы существенно замедлились. Так в 2015 г. прирост мощности составил 9,2 % [1], в

2014 г. этот показатель был равен 10,4 %, в 2013 г. – 11 %, в 2012 г. – 14 % (максимум за последние 5 лет) (рисунок 1). Однако 34 Европейские страны имеют больше ветровых установок, чем любой другой континент. Самые высокие темпы прироста в Европе в 2014 г. характерны для Исландии – 67 %, Финляндии – 40 %, Украины – 34 %. Несмотря на снижение темпов прироста ветроэнергетических мощностей в Западной Европе, наблюдается активное развитие этого сектора энергетики в странах Восточной Европы. В этом регионе максимальный прирост мощностей характерен для Украины, в 2014 г. он составил 126 МВт [3].

В первую десятку стран по суммарной мощности ветровой энергетики входят пять европейских стран: Германия, Испания, Великобритания, Франция и Италия (рисунок 2).

Германия занимает первое место в Европе и третье в мире по установленной мощности ветровой энергетики, в 2015 г. она достигла 44947 МВт (10,4 % мощности мировой ветроэнергетики). Ветроэнергетика обеспечивает 12 % национального потребления электроэнергии. Кроме того Германия является самым быстрорастущим рынком ветроэнергетики в регионе, в 2014 г. Германия ввела 5808 МВт ветроэнергетических мощностей, в 2015 г. – 6033 МВт. Немецкий ветряной бум вызван в первую очередь изменениями в законодательстве, которые поощряют развития крупных проектов по ветроэнергетике [1; 3].

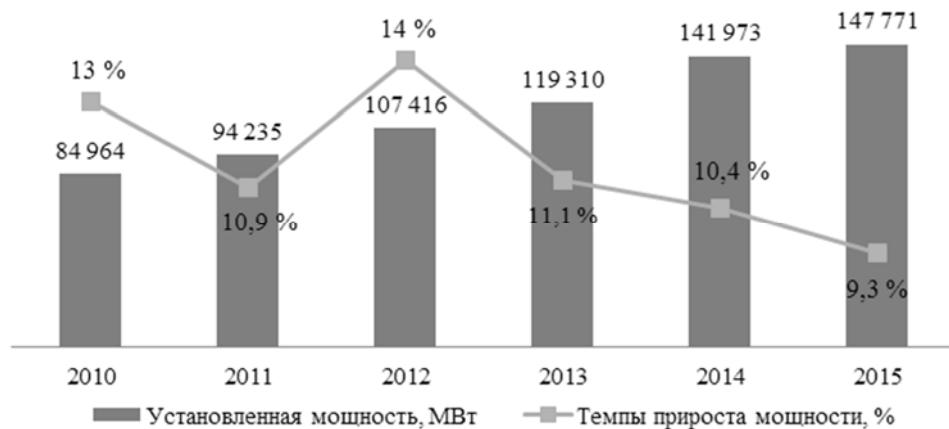


Рисунок 1. Установленная мощность и темпы прироста мощности ветроэнергетики в Европе [1; 3]

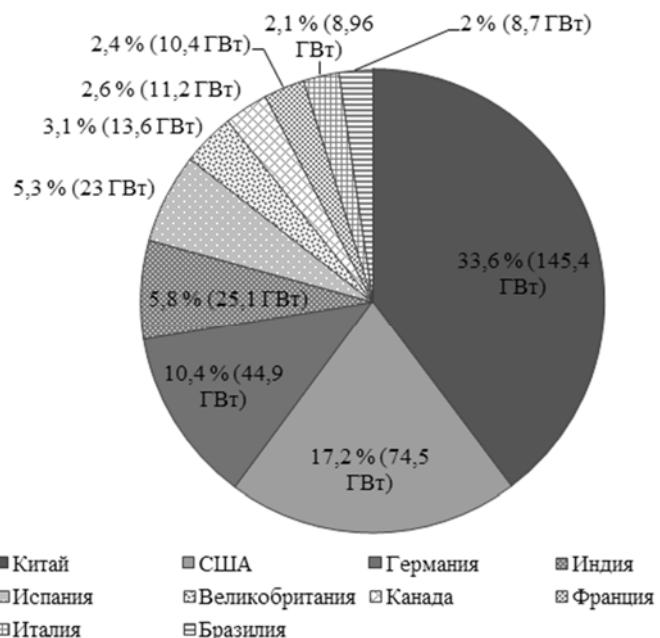


Рисунок 2. Первая десятка стран по установленной мощности ветроэнергетики [1]

Суммарная установленная мощность ветроэнергетики Испании в 2015 г. составила 23025 МВт, что ставит ее на второе место в Европе (5,3 % мощности мировой ветроэнергетики). Однако в последние годы темпы развития ветроэнергетики значительно снизились. Так в 2014 г. было введено всего 27 МВт новых мощностей, в 2015 г. прироста не наблюдалось. В связи с чем можно сделать вывод, что ветроэнергетика в Испании не получит активного развития в ближайшие годы [1; 3].

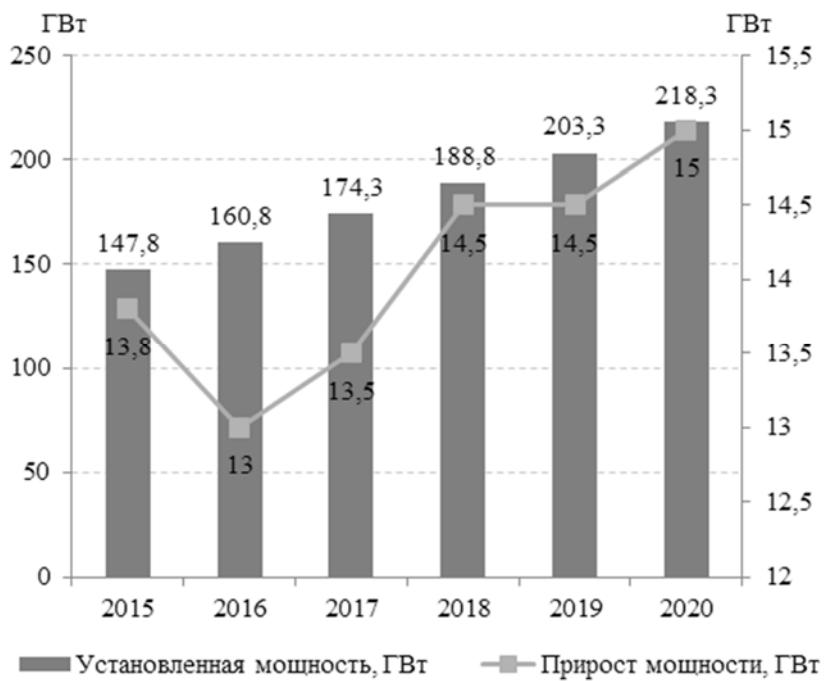
На третьем месте в регионе и на шестом в мире находится Великобритания. В 2014 г. суммарная мощность ветроэнергетики страны достигла 12633 МВт, в 2015 г. было введено в эксплуатацию 975 МВт новых мощностей, установленная мощность по итогам года составила 13603 МВт. Ветроэнергетика обеспечивает 11 % потребляемой в стране электроэнергии. Кроме того Великобритания является мировым лидером в секторе оффшорной ветроэнергетики, по данным Global Wind Energy Council здесь сосредоточено более 40 % установленной мощности мировой оффшорной энергетики [1].

Сегодня оффшорная энергетика активно развивается в Европе. По итогам 2015 года более 91 % (11034 МВт) всех морских ветроустановок находятся в водах у побережья одиннадцати европейских стран. Оффшорными являются 24 % мощностей введенных в эксплуатацию в 2015 г., что в два раза больше чем в 2014 г. В Великобритании самое большое количество морских ветрогенераторов в Европе мощностью свыше 5 ГВт, что составляет почти 46 % всех европейских установок. Кроме Великобритании лидерами в этой области ветроэнергетики являются Германия и Дания. В Германии сосредоточено 30 % всех европейских установок (3,2 ГВт), в Дании - 11,5 % всех установок общей мощностью 1,2 ГВт [1].

Франция продолжила активно развивать ветроэнергетику, в 2015 году она занимает четвертое место в Европе и восьмое в мире по ее суммарной мощности. В 2015 г. во Франции было введено в эксплуатацию 1073 МВт новых мощностей, в результате суммарную мощность ветроэнергетики в 2015 г. составила 10358 МВт (2,4 % мощности мировой ветроэнергетики). В целом, энергия ветра обеспечивает 4 % национального потребления электроэнергии. А ежегодный прирост мощности был стабильным в течение нескольких лет, рост ожидается в краткосрочной перспективе из-за упрощения регуляторных процедур [1; 3].

Установленная мощность ветроэнергетики в Италии, по итогам 2015 г. составила 8958 МВт (2,1 % мощности мировой ветроэнергетики). В этом же году было введено в эксплуатацию 295 МВт новых мощностей, больше чем в 2014 г. (107 МВт), однако меньше чем в 2013, когда было добавлено 444 МВт новых мощностей. В результате некоторого снижения темпов прироста мощности Италия уступила Франции, и заняла пятое место в Европе и девятое в мире по мощности ветроэнергетики (2015 г.) [1; 3].

Согласно прогнозу Global Wind Energy Council (рисунок 3) в последующие пять лет ожидается рост мощности ветроэнергетики в Европе. Рост ожидается в первую очередь за счет развития оффшорной ветроэнергетики, однако темпы ее прироста уже не будут так велики как в 2015 г., когда Германия ввела в эксплуатации 2 ГВт новых оффшорных мощностей. Во многом развитие ветроэнергетики зависит от последствий экономического кризиса, в связи с чем, ожидается некоторое снижение темпов прироста в 2016 г. Однако постепенное внедрение новых турбин мощностью более 5 ГВт, а также развитие ветроэнергетики в странах Восточной Европы вызовет рост темпов развития и к 2020 г. он достигнет 15 ГВт. Все вышесказанное вероятно позволит Европе к 2020 г. ввести 70 ГВт новых мощностей и достичь установленной мощности ветроэнергетики 218,3 ГВт [1].



**Рисунок 3. Прогноз динамики установленной мощности ветроэнергетики и объема ее ежегодного прироста в Европе (2015–2020 г.) [1]**

На сегодняшний день Европа остается регионом активного развития ветроэнергетики, несмотря на некоторое падение темпов прироста мощности. Пять Европейских стран в 2015 г. входят в первую десятку стран мира по суммарной мощности ветроэнергетики. Лидирующую позицию в регионе продолжает занимать Германия, которая находится на третьем месте в мире по мощности ветроэнергетики. В связи с некоторым снижением темпов развития ветроэнергетики в Испании, на второе место в регионе согласно прогнозам может выйти Великобритания. Ведущую роль в развитии альтернативной энергетики в этой стране играет оффшорная ветроэнергетика, по мощности которой Великобритания занимает первое место в мире. Согласно прогнозу Global Wind Energy Council именно развитие оффшорного сектора будет приоритетным направлением развития европейской ветроэнергетики и позволит увеличить темпы ее развития в ближайшие пять лет. Все высказанное говорит о том, что ветер как сегодня, так и в будущем будет оставаться ведущим альтернативным источником энергии в Европе.

#### Список литературы

1. Global wind report. Annual market update // Global Wind Energy Council [Electronic resource]. – 2017. – Mode of access : [http://www.gwec.net/wp-content/uploads/vip/GWEC-Global-Wind-2015-Report\\_April-2016\\_22\\_04.pdf](http://www.gwec.net/wp-content/uploads/vip/GWEC-Global-Wind-2015-Report_April-2016_22_04.pdf), free. – Date of access : 10.03.2017.
2. Key world energy statistics 2016 // International energy agency [Electronic resource]. – 2017. – Mode of access : <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication / KeyWorld2016.pdf>, free. – Date of access : 10.03.2017.
3. WWEA bulletin special issue 2015 // World Wind Energy Association [Electronic resource]. – 2017. – Mode of access: <http://www.wwindea.org/wwea-bulletin-special-issue-2015/>, free (date of access: 10.03.2017).
4. Михалычева, Э.А. Экологические аспекты строительства и эксплуатации ветроэнергетических станций / Э. А. Михалычева, А. Г. Трифонов // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2013. – № 2. – С. 121–122.

# ВОПРОСЫ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФИЛЬРАЦИОННЫХ ВОД ИЗ ДНЕПРОВСКОГО КАСКАДА ВОДОХРАНИЛИЩ

В.Д. Левицкая

Институт водных проблем и мелиорации  
Национальной академии аграрных наук Украины,  
г. Киев, Украина, e-mail: [veral@ukr.net](mailto:veral@ukr.net)

*Проанализирована работа Днепровского каскада водохранилищ и комплекса защитных сооружений от подтопления населенных пунктов. Предложен способ комплексного использования инфильтрационных вод из водохранилищ для систем сельхозводоснабжения и капельного орошения.*

**Ключевые слова:** водохранилища; водозащитные дамбы; защитные массивы; береговые вертикальные дренажи; горизонтальный дренаж; водоочистка; системы водоснабжения и капельного орошения.

## THE ISSUES OF INTEGRATED USE OF INFILTRATION WATERS FROM THE DNEPRO'S CASCADE OF WATER RESOURCES

V. Levitskaya

*Institute of Water Problems and Land Reclamation of the Academy of Agricultural Sciences Ukraine, Kyiv, Ukraine*

*The work of Dnipro water reservoir system and flood protective constructions for residential areas was analyzed. A combined solution was suggested for the use of water reservoir infiltration water for systems of agricultural water supply and drip irrigation.*

**Key words:** water reservoir; flood wall; safety massif; coastal pump lift drainage; blanket drainage; water treatment; waterworks and drip irrigation systems.

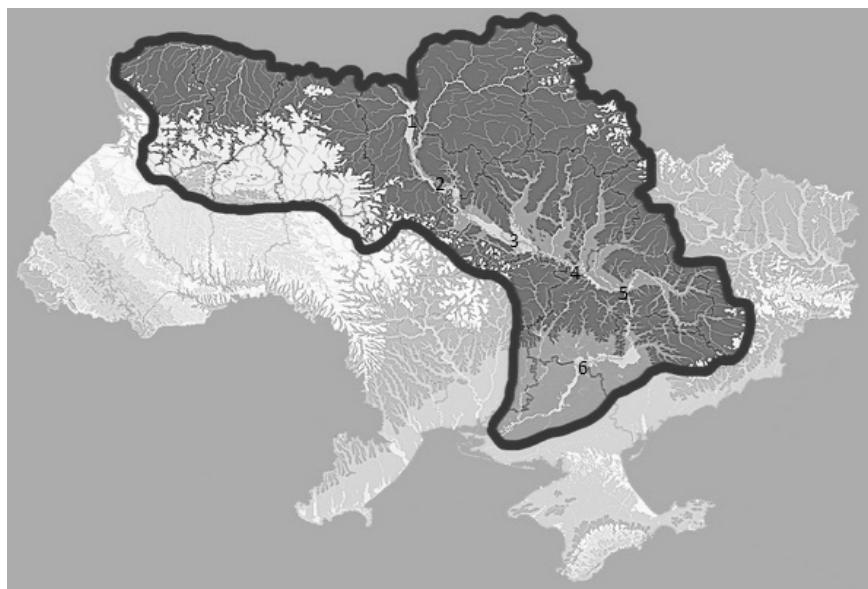
В Украине для обеспечения водой малообеспеченных регионов юга и юго-востока страны вдоль русла Днепра в XX столетии был построен каскад из шести водохранилищ (рисунок 1). Все водохранилища имеют комплексное предназначение: их используют для получения электроэнергии, разведения рыбы, орошения, водоснабжения промышленных предприятий и населения, как водный путь и как места отдыха, а также для удовлетворения других потребностей. 2/3 населения Украины используют воду из бассейна Днепра. За счет водных ресурсов Днепра, обеспечение областей Украины водой возросло: в Херсонской – в 5,5 раз, в Днепропетровской – в 3 раза, в Кировоградской – в 2,5 раза.

При создании водохранилищ были затоплены огромные площади украинских плодородных земель. Множество площадей, в связи с подъемом воды стали подвержены подтоплению: а особенно те участки, над которыми нависает стена воды высотой до 20 м.

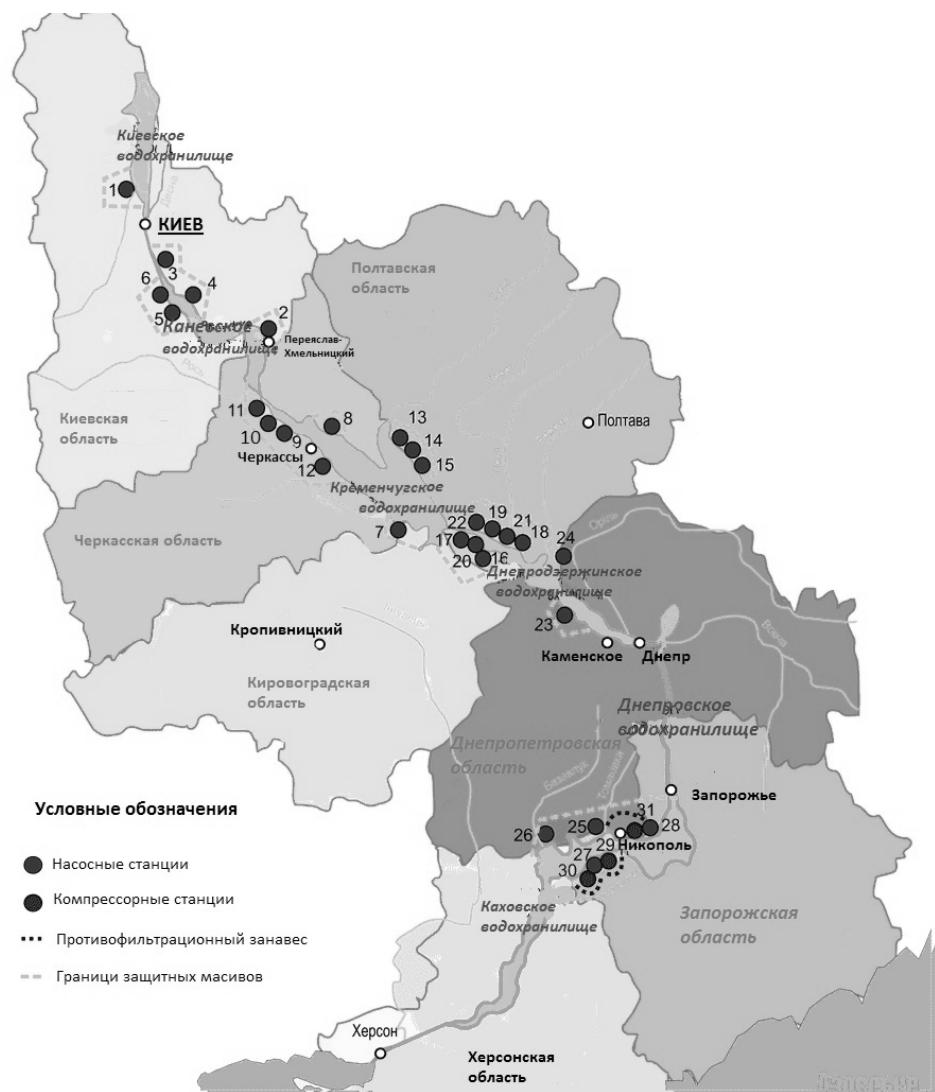
Для защиты населенных территорий в зоне влияния Днепровских водохранилищ создан защитный комплекс, который включает в себя 28 насосных и 3 компрессорных станции (суммарно на 370 скважин), на которых установлено 142 насоса общей мощностью 66,55 тыс. кВт и общей продуктивностью почти  $516 \text{ м}^3/\text{s}$ . В прибрежной полосе построено более 222 км каналов, 300,6 км защитных дамб 70 гидротехнических сооружений и более 147 км береговых укреплений, которые защищают 24 массива общей площадью 254 га или 2,54 тыс.  $\text{km}^2$  (рисунок 2) [1; 2].

Эта площадь превышает площадь самого крупного острова Гренландии или составляет приблизительно 1/3 Австралии. Для защиты этих территорий ежегодно перекачивается 2–3  $\text{km}^3$  воды, на что используется 50–70 млн кВт·часов электроэнергии.

Важно отметить, что после создания каскада водохранилищ, качество воды в р. Днепр со временем значительно ухудшилось, вследствие изменения скорости движения воды, повышения температуры воздуха и сброса недостаточно очищенных водостоков. Проведенные исследования учеными Института водных проблем и мелиорации Национальной академии аграрных наук Украины (ИВПиМ НААН) показали, что процесс «цветения» воды (активного развития цианобактерий) длится в акватории водохранилищ иногда вплоть до декабря месяца [8] (рисунок 3).



**Рисунок 1. Площадь бассейна Днепра на территории Украины с каскадом водохранилищ:**  
**1 – Киевское водохранилище; 2 – Каневское водохранилище; 3 – Кременчугское водохранилище;**  
**4 – Днепродзержинское водохранилище; 5 – Днепровское водохранилище; 6 – Каховское водохранилище**



**Рисунок 2. Схема защитного комплекса р. Днепр**



Рисунок 3. «Цветение» воды на фоне снега

Для устойчивого развития страны качество поверхностных вод р. Днепр необходимо улучшать.

Длительное время водные ресурсы использовались нерационально, что связано было с представлением про его неисчерпаемость. Поэтому, сейчас возникла необходимость создания и реализации политики устойчивого водоиспользования, которая позволит в ближайшее время решить комплекс насущных проблем. С одной стороны, как и ранее, необходимо обеспечивать удовлетворение жизненоважных потребностей отраслей экономики и населения в водных ресурсах, а с другой стороны – эти потребности должны соответствовать возможностям природы [3].

Описывая проблемы подтопления территорий, хотелось бы обратить внимание на защитную систему Каменский Под, которая защищает 2035 га территории города Каменка-Днепровская. При проектировании скважин вертикального дренажа с эрлифтным водозабором не было учтено естественное растворение в дренажных водах карбоната железа, находящегося в грунтах.

Из-за повышенного содержания в воде двухвалентного железа, которое при воздействии воздуха переходит в гидроксид трехвалентного железа, скважины постоянно выходят из строя, забиваясь хлопьями из гидроксида железа. Таким образом, скважины работают как обезжелезивающие установки. Хлопья из  $\text{Fe(OH)}_3$  кольматируют скважины и эффективность их работы быстро снижается, что приводит к уменьшению производительности скважин и к увеличению удельного энергопотребления. При постоянном росте цен на электроснабжение, это значительно увеличивает эксплуатационные расходы. Кроме того, скважины приходится периодически менять, что приводит к увеличению капиталовложений.

Для решения этой проблемы мы предлагаем:

1. Вместо вертикального дренажа с откачиванием воды из дренажных скважин неэффективными эрлифтами использовать горизонтальные дрены при самотечном движении воды к водосборному колодцу [4–6].

2. Дренажную воду из водосборных колодцев откачивать высокоэффективными центробежными насосами, обеспечивая при минимизации использования электроэнергии на водоподъем, расчетные уровни грунтовых вод, то есть надежно защищая территории от подтоплений.

3. Откачанную воду после соответствующей подготовки следует использовать для сельскохозяйственного водоснабжения, капельного орошения и обеспечения других водопотребностей всех остальных окружающих потребителей [7].

При использовании для снижения уровня грунтовых вод вместо вертикального дренажа горизонтальных дрен с самотечным движением воды к водосборному колодцу значительно снижаются капитальные и эксплуатационные расходы, поскольку конструкция дренажных систем упрощается и не тратится электроэнергия на поднятие воды из скважины.

Но, для использования этих фильтрационных вод, насыщенных соединениями двууглекислого железа  $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$  с концентрацией более 3 мг/дм<sup>3</sup>, в системах водоснабжения или капельного орошения необходимо производить обеззеленение воды.

#### **Выводы:**

1. Для защиты территорий от подтопления из днепровского каскада водохранилищ построены противофильтрационные завесы, при эксплуатации которых возникает множество проблем, связанных с допущенными ошибками при выборе типов дренажных сооружений и способов откачивания воды

2. Для оптимизации работы противофильтрационной завесы предлагается заменить вертикальный дренаж на горизонтальный, эрлифтный водоподъем на откачивание воды из водосборных колодцев центробежными насосами, а инфильтрационные воды использовать для водоснабжения и орошения.

#### **Список литературы**

1. Вишневський В.І. Ріка Дніпро. – К: Інтерпрес ЛТД, 2011. – 384 с.
2. Вишневський В.І., Сташук В.А., Сакевич А.М. Водогospодарський комплекс у басейні Дніпра. – К: Інтерпрес ЛТД, 2011. – 188 с.
3. Національна парадигма сталого розвитку України / за заг. ред. акад НАН України, д.т.н., проф., Б.Є. Патона. Вид. 2-ге, переробл. і доповн. – К.:Державна установа «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку Національної академії наук України», 2016. – 72 с.
4. Ромашенко М., Шевченко А., Савчук Д. [та ін.]. Стан та проблеми вертикального дренажу в Херсонській області // Водне господарство України. 2007. № 4 – С. 44–55.
5. Рябцев М.П. Зависимость эффективности вертикального дренажа от стабильности работы дренажных насосных станций // Водне господарство України. 2010. № 5. – С. 9–13.
6. Савчук Д.П. Особливості використання вертикального дренажу // Меліорація і водне господарство. 2013. Вип. 100. – С. 221.
7. Хоружий П.Д. Левицька В.Д. Комплексне використання інфільтраційних вод у зонах підтоплення від Дніпровського каскаду водосховищ.
8. Чарний Д.В. Вплив слабопроточних заток на якість вихідної водиджерел водопостачання на прикладі дніпровської протоки «річище» – джерелі водопостачання м. Горішні Плавні. – К.: НТУУ «КПІ», 2016.

# МАСШТАБЫ И ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ВОДОХРАНИЛИЩАХ БЕЛАРУСИ

В.Е. Левкевич

Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Беларусь, e-mail: eco2014@tut.by

В статье изложены результаты наблюдений и исследований за динамикой экзогенных эрозионных процессов на берегах водохранилищ Беларуси. Представлена математическая модель переработки берега, разработанная на основе закона сохранения.

**Ключевые слова:** водохранилище; берег; абразия; масштаб; экзогенные процессы.

## THE SCOPE AND DYNAMICS OF EXOGENOUS PROCESSES DEVELOPMENT IN BELARUSSIAN WATER RESERVOIRS

V.E. Levkevich

Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

The article presents the results of observations and studies on the dynamics of exogenous erosion processes on the shores of the reservoirs of Belarus. A mathematical model for the processing of a coast, developed on the basis of the conservation law

**Keywords:** reservoir; coast; abrasion; scale; exogenous processes.

В Беларуси водохранилища широко используются в целях мелиорации, рекреации, регулирования поверхностного и речного стока, рыбного хозяйства, технического и питьевого водоснабжения, а также для энергетических нужд. На данный момент эксплуатируется около 150 водохранилищ различного типа с общей площадью около 2500 км<sup>2</sup> и полным объемом 10 км<sup>3</sup>. Протяженность береговой линии водохранилищ республики составляет более 1500 км, из них около 320 км (более 20 %) подвержено активным процессам переработки – абразии (рисунок 1).

Процессы, которые происходят в береговой зоне искусственных водных объектов, оказывают большое отрицательное воздействие на функционирование многих отраслей народного хозяйства, в результате чего происходит отторжение земель из сельскохозяйственного использования, возникает необходимость в переносе жилых и производственных зданий и пр. Важнейшим вопросом при решении вышеуказанной проблемы является прогнозирование развития береговых абразионно-эрэзионных процессов на водных объектах и незащищенных откосах подпорных сооружений с оценкой масштабов их проявления.



Рисунок 1. Переработка берегов Вилейского и Лепельского водохранилищ

Многолетними наблюдениями автора установлено, что береговая линия водохранилищ на определенной стадии [1–4] стремится к равновесному состоянию. Количественным критерием при оценке равновесной береговой линии служит ее общая длина, являющаяся функцией от площади водоемов. Для оценки степени приближения длины береговой линии водохранилищ к равновесной нами был предложен показатель – *коэффициент развития или устойчивости береговой линии* ( $k_p$ ), который определяется отношением длины береговой линии водохранилищ, подверженной переработке ( $L_{\text{абр}}$ ), к длине аккумулятивных берегов ( $L_{\text{акк}}$ ) [2; 5–7]:

$$k_p = L_{\text{абр}} / L_{\text{акк}}. \quad (1)$$

Как показали наблюдения, проведенные автором на ряде водохранилищ страны аккумулятивные образования формируются исключительно из песчаного материала. Песчаный материал, перемещаясь вдоль уреза, заполняет объемы входящих углов, бухт, мелких заливов, устьев мелиоративных каналов. В случае огибания потоком наносов выступа берега происходит образование с подветренной стороны у заливов бухт, балок и оврагов аккумулятивных (веерных) кос. Такие образования распространены наиболее часто.

Оценивая устойчивость береговой линии в плане, нами принято, что исходная береговая линия, представляет собой кривую с чередованием мысов и заливов [2; 5; 7]. Одним из условий плановой устойчивости береговой линии водохранилища, соответствующим стадии равновесия, является выражение вида [2]:  $L_{\text{абр}} = L_{\text{акк}}$ . По величине коэффициента устойчивости  $k_p$  можно судить о состоянии береговой линии. При  $k_p \rightarrow 1$  береговая линия стремится к равновесной. В случае  $k_p > 1$  в первые 10–15 лет существования водохранилища преобладает абразионное выравнивание склонов. В связи с тем, что коэффициент  $k_p$  пропорционально связан с величиной  $k_{\text{из}}$ , общее и обязательное условие равновесной береговой линии может быть записано следующим образом:

$$\left. \begin{array}{l} L_{\text{абр}} / L_{\text{акк}} = k_p \rightarrow 1 \\ L_1 / L_2 = k_{\text{из}} \rightarrow 1 \end{array} \right\} \quad (2)$$

где  $k_{\text{из}}$  – коэффициент извилистости береговой линии; равный отношению  $L_1$  и  $L_2$  – протяженности береговой линии (или их отрезков) по кратчайшей прямой и соответственно реально существующей. При уменьшении  $k_{pi}$  от начального значения  $k_{pi}$ , до  $k_{pi+1}$ , наблюдается изменение  $k_{\text{из}}$ . Соответственно с возрастанием  $t$  величина  $\Delta S_i$  (величина переработки берега) а равнозначно и  $\Delta L_i$ , (величина аккумуляции) стремятся к 0. Между размывом мысов и занесением заливов материалом переработки берегов, характеризующихся величинами  $L_{\text{акк}}$  и  $L_{\text{абр}}$ , соблюдается соотношение (2), так как с возрастанием  $L_{\text{абр}}$  происходит увеличение  $L_{\text{акк}}$ . На более поздних стадиях (при сформировавшейся береговой отмели) происходит развитие вдольбереговых потоков наносов. Тогда *балансовое* уравнение наносов, перемещаемых вдоль береговой линии, подверженного абразии на стадии равновесия, соответствующей конечному периоду ( $t_k$ ), представляется в виде [3; 4]:

$$\int_{t_H}^{t_k} (\sum Q_{\text{акк}} + dQ_{\text{акк}}) dt = \int_{t_H}^{t_k} (\sum Q_{\text{абр}} + dQ_{\text{абр}}) dt \pm \Delta Q_{\text{абр}}, \quad (3)$$

где  $\sum Q_{\text{акк}}$ ,  $\sum Q_{\text{абр}}$  соответственно величины объемов аккумуляции в подводной части профиля материала переработки и объем абразии в надводной части склона,  $\text{м}^3$ ,  $\Delta Q_{\text{абр}}$  - невязка баланса наносов в результате поперечного сноса материала переработки в чашу водоема,  $\text{м}^3$ ,

Форма подводной части берегового склона, сложенного несвязанными однородными грунтами может определяться на основе дифференциального уравнения деформации профиля берега, предложенного В.Л. Максимчуком [7].

Уравнение (3) соблюдается при выполнении следующих начальных и конечных условий:

$$\left. \begin{array}{l} k_{ph} > k_{pk} \\ k_{izk} < k_{izn} \end{array} \right\} \quad (4)$$

где  $k_{ph}$ ,  $k_{izn}$ ,  $k_{pk}$ ,  $k_{izk}$  – значения коэффициентов на начальный  $t_n$  и конечный  $t_k$  периоды соответственно.

При анализе динамики развития берегового процесса было установлено, что период формирования береговых склонов, подверженных переработке можно разбить на ряд стадий. Автором [2; 4; 5] выделяется 3 стадии развития абразионного берега (рисунок 2): I-я стадия начальной интенсивной переработки, II-я стадия затухания переработки и III-я стадия стабилизации процесса переработки и выработки профиля динамического равновесия [7].

При сформировавшейся береговой отмели наблюдается развитие вдольбереговых потоков наносов, которые образуют в береговой зоне различные аккумулятивные формы, что определяет общую тенденцию выравнивания береговой линии водохранилищ (рисунок 3).

Наряду с плановым равновесием береговой линии существует профильное равновесие берегового склона. При этом соотношение элементов профиля выражается зависимостью вида:  $Q_t / S_t = f(B_{nt} / B_{ht})$ , где  $B_{nt}$ ,  $B_{ht}$  – соответственно ширина подводной и надводной частей береговой отмели. Отношение  $S_b$  к  $B_{nt}$  в условиях равнинных водохранилищ страны, которые

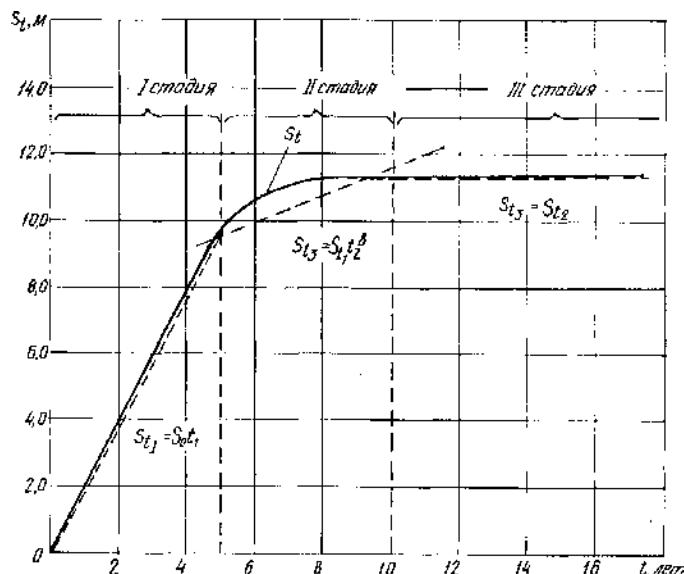


Рисунок 2. Схема стадийности развития переработки берега в условиях водохранилищ Беларуси



Рисунок 3. Вдольбереговое перемещение продуктов абразии в виде аккумулятивных кос.  
Петровичское водохранилище (съемка 2014 г.)

относятся к категории малых, находится в пределах 0,80–0,96, в отличие от крупных водохранилищ, где оно составляет 0,48–0,77. Физическая сущность этого явления состоит в том, что отношение объема грунта в надводной части  $Q_{\text{абр}}$  к объему в подводной части  $Q_{\text{ак}}$  характеризуется величиной коэффициента аккумуляции  $\xi$  [2; 3].

Наличие данного факта говорит об особенностях профиля равновесия, формируемого на водохранилищах Беларуси. В частности, профиль равновесия в условиях водных объектов Беларуси имеет малую аккумулятивную призму, что объясняется особенностями режима движения наносов в береговой зоне.

В этой связи приведенное выше соотношение косвенно определяет степень аккумуляции материала переработки берега, которая характеризуется величиной коэффициента аккумуляции –  $\xi$ , физический смысл которой определен Н.Б. Кондратьевым, Е.Г. Качугиным, Б.А. Пышкиным, В.Л. Максимчуком и другими.

Существенным в процессе формирования равновесного профиля берега следует считать связь между процессами переработки надводной части берегового склона и аккумуляции материала абразии в береговой зоне. Построение математической модели основывалось на законе сохранения [1; 2; 5] с учетом стадийного развития профиля переработки берегового склона [2; 7].

В общем случае процесс стадийности развития берега определяется режимом движения наносов и наличием как вдольберегового  $Q_x$ , так и поперечного  $Q_y$  потока наносов в береговой зоне. Для первой стадии характерно соотношение вида:  $Q_x = 0, Q_y > 0$ ; для второй стадии:  $Q_x \neq 0, Q_y > Q_x$ ; для третьей:  $Q_x > Q_y, Q_y \neq 0$ .

Схема формирования абразионного берегового склона водохранилища, изображена на рисунке 4. Принимая, что на I-ой стадии развития берега отсутствует вдольбереговой перенос материала размыва и преобладает процесс переработки, т. е.  $Q_x = 0, Q_y > 0$ , обращаясь к уравнению баланса наносов в береговой зоне [2; 3], имеем

$$Q_{\text{ак}} = \text{grad } Q_x + Q_{\text{абр}}. \quad (5)$$

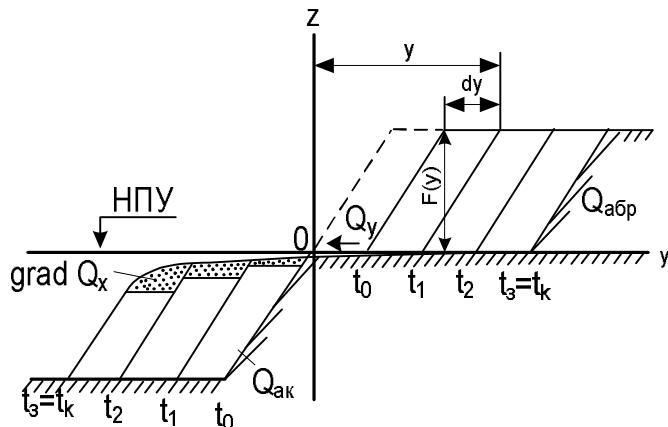


Рисунок 4. Расчетная схема формирования абразионного берегового склона

Считая, что для 1-ой стадии величина вдольберегового потока наносов, характеризуемого величиной  $\text{grad } Q_x = 0$ , имеем  $Q_{\text{ак}} = Q_{\text{абр}} \xi_i$ , где  $\xi_i$  – коэффициент аккумуляции  $\xi_i = 1$  (рисунок 4):

$$Q_{\text{абр}} = \int_{y_0}^{y_1} F(y) dy, \quad (6)$$

где  $F(y)$  – высота размываемого элементарного блока;  $dy$  – величина линейной переработки на  $i$ -ой стадии;  $t_0, t_1$  – время начала и окончания  $i$ -ой стадии. На 2-ой стадии формирования профиля равновесия величина  $\xi_2$  принимается равной  $\xi_2 = \xi_1$ . Тогда имеем:

$$Q_{\text{абр}} = \int_{y_1}^{y_2} F(y) dy. \quad (7)$$

На 3-ей стадии формирования равновесного профиля, т. е. на стадии затухания и формирования профиля динамического равновесия, когда преобладает вдольбереговой перенос наносов ( $Q_x > Q_y > 0$ ), уравнение баланса наносов в береговой зоне оценивается выражением вида

$$Q_{\text{ак}} = \text{grad } Q_x + \xi \int_{y_2}^{y_3} F(y) dy, \quad (8)$$

где  $\text{grad } Q_x$  – объем вдольберегового потока наносов на конечной стадии переработки склона [5], м<sup>3</sup>;  $\xi$  – коэффициента аккумуляции материала переработки на профиле.

**Заключение.** Таким образом, в результате анализа данных многолетних наблюдений за процессом берегоформирования были:

- разработаны и сформулированы основные теоретические положения развития абразионных береговых склонов водохранилищ страны;
- разработана математическая модель формирования профиля, динамического равновесия берега водохранилища, подверженного переработке.

#### Список литературы

1. Левкевич В.Е., Михневич Э.И. Закономерности развития деформаций грунтовых откосов дамб и плотин и естественных береговых склонов в условиях водных объектов Беларуси // Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания : сб. докл. IV Междунар. науч.-практ. конф. – Брест: БрГТУ, 2013. – С. 122–125.
2. Левкевич В.Е. Динамическая устойчивость берегов водохранилищ Беларуси. – Минск: Право и экономика, 2015. – 306 с.
3. Левкевич В.Е. Некоторые аспекты теории процесса берегоформирования в условиях малых равнинных водохранилищ // Водные ресурсы. 1992. № 3. – М.: РАН, 1992. – С. 119–126.
4. Левкевич В.Е. Основы теории развития берегов малых водохранилищ и ее приложения к водным объектам Полесья // Проблемы Полесья. 1990. Вып. 13. – Минск, 1990. – С. 143–152.
5. Максимчук В. Л. Рациональное использование и охрана берегов водохранилищ. – Киев, 1981. – 112 с.
6. Рагозин А.Л. Общие закономерности формирования и количественная оценка природных рисков на территории России // Проблемы анализа риска. 2008. Вып. 4. – М.: Деловой экспресс, 2008. – С. 74–104.
7. Широков В.М., Лопух П.С., Левкевич В.Е. Формирование берегов малых водохранилищ лесной зоны. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. – 160 с.

# **ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

**Н. Г. Максимович, О. Ю. Мещерякова, С. В. Пьянков, Е. А. Хайрулина**

*Естественнонаучный институт Пермского государственного национального исследовательского университета, г. Пермь, Россия, e-mail: nmax54@gmail.com*

*В статье рассмотрены эколого-геохимические проблемы территорий угольных месторождений. В качестве примера приводится Кизеловский угольный бассейн и его геоэкологическая оценка в период эксплуатации и после закрытия шахт. Предложен комплекс природоохранных методов, включающий в себя использование ГИС-технологий и геохимических барьеров.*

**Ключевые слова:** угольные месторождения; экологические проблемы; Кизеловский угольный бассейн; геохимические барьеры; ГИС-технологии

## **ECOLOGICAL AND GEOCHEMICAL PROBLEMS OF COAL DEPOSITS AND THE WAYS OF THEIR SOLUTIONS**

**N. Maksimovich, O. Meshcheriakova, S. Pyankov, E. Khayrulina**

*Institute of Natural Sciences of Perm State National Research University,  
Perm, Russia*

*The ecological and geochemical problems of coal deposits are considered in the article. As an example, the Kizel coal basin and its geoecological assessment during an operation and after the closure of the mines are given. The set of environmental methods is proposed, which includes the use of GIS technologies and geochemical barriers.*

**Keywords:** coal deposits; environmental problems; Kizel coal basin; geochemical barriers; GIS technologies.

Угленосные формации занимают около 15 % территории континентов. В мировом энергетическом балансе уголь составляет 20–30 %. Разработка угольных месторождений связана с извлечением на поверхность земли больших масс пустых пород. При добыче каждой тысячи тонн угля шахтным способом на поверхность поступает в среднем 100–115 м<sup>3</sup> породы, а при карьерной добыче требуют размещения 3,6 тыс. м<sup>3</sup> вскрышных пород [1].

Крупнейшими угольными бассейнами запада Восточно-Европейской платформы являются Донецкий и Верхнесилезский. Площадь первого – около 60 тысяч км<sup>2</sup>. Суммарные запасы до глубины 1800 м – 140,8 млрд тонн. В угленосной толще каменноугольного возраста до 300 пластов; средняя мощность рабочих пластов 0,6–1,2 м.

Площадь Верхнесилезского бассейна составляет около 6500 км<sup>2</sup>, из них примерно 1000 км<sup>2</sup> приходится на его южную часть в Чехии. Общие запасы угля в бассейне до глубины 1000 м – 100 млрд тонн. В угленосной толще находится более 450 угольных пластов и прослоек, из них до 200 толщиной более 0,5 м. Годовая добыча подземным способом составляет 175 млн тонн.

Угленосная толща имеет ритмичное строение. Между угольными пластами последовательно залегают биогенные и хемогенные породы (угли, углистые породы, известняки), обломочные, с возрастанием крупности частиц – аргиллиты (глины, суглинки), алевролиты (супеси), песчаники (пески) и далее в обратной последовательности. Ритмы могут быть неполными, размытыми. Мощности угольных пластов колеблются в широких пределах - от нескольких сантиметров до первых сотен метров. Органическое вещество может быть рассеяно по пластам. Пески и песчаники составляют 20–80 % объема угленосной толщи, глинистые породы занимают второе место. Известняки имеют подчиненное значение и, как правило, составляют незначительную часть разреза, сопоставимую с углями. Например, в Донецком бассейне известняки занимают 0,9–1,3 %, угли 1,0–1,9 % [12]. В состав угленосной толщи могут входить изверженные породы, а также глиэжи – природные горелые породы.

Общий объем переработки пород составляет свыше 2 млрд тонн в год, из которых на уголь приходится около 30 %. Отвалы состоят из аргиллитов 60–80 %, алевролитов 10–30 %, песчаников 4–10 %, известняков до 6 %, пирита до 10 %, угля 6–20 %, содержат древесину, металлические предметы (трубы, провода и др.) [1; 12]. Породы неоднородны по гранулометрическому составу, имеют размер от глинистых частиц до глыб.

Разработка угольных месторождений приводит к существенному ухудшению экологической обстановки, что во многом обусловлено литолого-геохимическими особенностями угленосных формаций. Закрытие угледобывающих предприятий в ряде случаев приводит к еще большему ухудшению состояния окружающей среды. Это связано, в том числе с тем, что после ликвидации шахт их инфраструктура остается зачастую бесхозной. В случае перепрофилирования объектов угледобычи новые владельцы не в состоянии решить накопившиеся за многие годы экологические проблемы. В этой связи требуется поиск простых и малозатратных технологий улучшения экологической обстановки на таких территориях.

Кизеловский угольный бассейн (КУБ), находящийся в Пермском крае Российской Федерации, является классическим примером того, как после ликвидации угледобывающих предприятий обостряются экологические проблемы. На территории этого бассейна происходит интенсивное загрязнение окружающей среды, что обусловлено, в том числе особенностями угленосной толщи. Каменный уголь здесь отличается большим содержанием серы (5,8 %), представленной, главным образом, в виде пирита и высокой зольностью (21,5 %) [4; 8]. Среднее содержание многих тяжелых металлов превышает среднюю концентрацию по угольным месторождениям Восточно-Европейской платформы. Другой особенностью КУБ является интенсивная закарствованность его территории. Карст относится к голому и покрытому типам, что является одним из факторов зависимости режима карстовых вод в зоне их активной циркуляции от режима атмосферной циркуляции осадков [2; 3; 7]. В зонах развития карста водопритоки в шахты в свое время достигали 2500 м<sup>3</sup>/ч. Два этих фактора явились решающими при формировании больших объемов кислых шахтных вод.

Шахты Кизеловского бассейна в период эксплуатации были одними из самых обводненных в стране. В период эксплуатации из шахт ежегодно сбрасывалось в реки практически без очистки около 100 млн м<sup>3</sup> загрязненных шахтных вод, содержащих большое количество сульфатов, железа и алюминия. Средний суммарный водоприток в шахты в период их работы составлял 12–14 тыс. м<sup>3</sup>/час. Главную роль в формировании шахтных водопритоков играли карстовые воды визейского водоносного комплекса, которые поступали в горные выработки по техногенным трещинам, из зон крупных тектонических нарушений, по выработкам, вскрывшим водоносные горизонты. Химический состав шахтных вод зависит в основном от гидродинамических условий, содержания в угленосной формации серы, карбонатов и рассеянных элементов. Если содержание серы в углях превышает 4 %, то в результате окисления сульфидов вода приобретает кислую реакцию (pH = 2–3) и сульфатный состав. Трещинно-карстовые воды карбонатных пород, обладающие высоким окислительным потенциалом, нейтральной средой (pH = 7,3–7,5), гидрокарбонатно-кальциевым составом и минерализацией 0,06–1,5 г/л, взаимодействуют в шахтах с богатыми серой угленосными породами и преобразуются в сульфатные железисто-алюминиевые натриево-кальциевые воды с минерализацией 2,5–19 г/л. В ходе эксплуатации она возрастает до 35 г/л. Постоянный и интенсивный сток шахтных вод привел к тому, что химический состав речных вод в период эксплуатации шахт приблизился к химическому составу шахтных вод. Малые реки до впадения в них шахтных вод имели НСО<sub>3</sub>–Ca–Na гидрохимическую фацию, минерализацию 90–150 мг/л и близкую к нейтральной реакцию среды. Ниже по течению стока шахтных вод они приобретают сульфатный железисто-алюминиевый состав при минерализации от 640 до 6000 мг/л. Содержание сульфатов составляет от 1000 до 3700, железа – от 70 до 900, алюминия – от 11 до 160 мг/л при pH 2,5–2,9 [11].

После закрытия и ликвидации шахтного водоотлива, горные выработки стали затапливаться, и на ряде шахт происходит самоизлив шахтных вод на земную поверхность. Величина самоизлива из затопленных шахт составляет от 20 до 80 % от объема шахтных вод во время эксплуатации [5].

В настоящее время существуют более 14 участков самоизлива шахтных вод на поверхность объемом 14,5 млн м<sup>3</sup>, что в 5–6 раз меньше, чем в период работы месторождения. Сохраняются высокие концентрации двухвалентного железа (3,6 г/л), алюминия (157 г/л), марганца (35 г/л), рН изменяется от 2,4 до 3,9 [10].

Воздействие самоизливов на поверхностные воды на территории Кизеловского угольного бассейна уже приобрело региональный масштаб. При смешивании шахтных вод с речными водами и увеличении рН ион Fe<sup>2+</sup> дольше, чем Fe<sup>3+</sup>, преобразуется в осадок. Это привело к загрязнению рек на протяжении десятков километров, чего не наблюдалось при работе шахт. Воды самоизливов поступают в 19 рек. В реке Кизел (притоке реки Вильва), испытывающей наибольшее загрязняющее влияние шахтных вод, среднегодовое содержание железа составляет 2160 ПДК (в зимнюю межень – до 4690 ПДК), марганца – 516 ПДК. Концентрации никеля, меди и цинка также превышают предельно допустимые [8; 10].

Серьезной проблемой являются также стоки с шахтных отвалов. Концентрация загрязняющих веществ в них выше, чем в водах изливов.

Таким образом, угледобывающие районы характеризуются наличием острых экологогидрологических проблем, которые необходимо решать комплексными методами. Одним из эффективных инструментов оценки масштабов бедствия является создание проблемно-ориентированных бассейновых геоинформационных систем и методов комплексирования пространственной информации на основе математико-картографического моделирования [15].

В зарубежных странах создание бассейновых ГИС является одним из ключевых инструментов решения задач планирования природоохранных мероприятий. При этом преимуществами бассейновых ГИС является возможность комбинирования разнородной пространственной информации, реализации методов интегральной геоэкологической оценки, совершенствования системы мониторинга и планирования природоохранных мероприятий.

Другим природоохранным методом является применение геохимических барьеров [13; 14]. Н. Г. Максимовичем еще в 1980-х годах было предложено использовать для очистки кислых шахтных вод щелочные отходы содового производства, миллионы тонн которых накопились и продолжают поступать в расположенный в относительной близости от ликвидированных шахт КУБа шламонакопитель ОАО «Березниковский содовый завод» (БСЗ). Утилизация этих отходов уже в то время представляла серьезную проблему. Проведенные лабораторные эксперименты показали высокую эффективность этих отходов в качестве реагентов для очистки. Следует отметить, что их можно было использовать без специфической подготовки.

Позднее была применена простая технологическая схема и разработана специальная установка, позволявшая готовить пульпу определенной концентрации из отходов БСЗ и шахтной воды и выливать ее непосредственно в канал стока самоизлива в количествах, рассчитанных в зависимости от расхода и состава воды [9].

В результате применения предложенного метода водородный показатель шахтной воды повысился с 2,6–2,9 до нейтральных значений, суммарное содержание железа снизилось с 30–40 до 0,2–0,3 мг/л (что не превышало ПДК). После нейтрализации в шахтной воде не было обнаружено алюминия, тогда как до нее его концентрация составляла 10–14 мг/л. Содержание бериллия, лития, никеля, кадмия, кобальта и титана также снизилось до значений, не превышавших ПДК.

Разработаны и опробованы также простые схемы очистки стоков с отвалов с использованием искусственных геохимических барьеров, в качестве реагентов – щелочные отходы производства [6].

Таким образом, комплексный подход к решению данной природоохранной проблемы позволит добиться видимых результатов.

Работа подготовлена при поддержке грантов РФФИ и РГО 17-0541114 и РФФИ 16-35-00104 мол\_а, а также гранта Минобрнауки России в рамках базовой части государственного задания № 2014/153 № 269 в сфере научной деятельности.

### Список литературы

1. Айруни А.А. Охрана окружающей среды при подземной добыче угля. Обзор ЦНИЭИуголь. – М., 1979. – 48 с.
2. Горбунова К.А., Андрейчук В.Н., Костарев В.П., Максимович Н.Г. Карст и пещеры Пермской области. – Пермь, 1992. – 200 с.
3. Горбунова К.А., Максимович Н.Г., Андрейчук В.Н. Техногенное воздействие на геологическую среду Пермской области. – Пермь, 1990. – 44 с.
4. Клер В.Р., Неханова В.Ф., Сапрыкин Ф.Я. и др. Металлогения и геохимия угленосных и сланцесодержащих толщ СССР. Закономерности концентрации элементов и методы их изучения. – М.: Наука, 1988. – 256 с.
5. Красавин А.П., Сафин Р.Т. Экологическая реабилитация углепромышленных территорий Кизеловского бассейна в связи с закрытием шахт. – Пермь: ИПК Звезда, 2005. – 287 с.
6. Максимович Н.Г. Создание геохимических барьеров для очистки кислых стоков породных отвалов // Уголь, 2006. – № 9. – С. 64.
7. Максимович Н.Г. Геохимия угольных месторождений и окружающая среда // Вестник Перм. ун-та. – Пермь, 1997. – Вып. 4. – Геология. – С.171–185.
8. Максимович Н.Г. Использование геохимических барьеров для очистки изливов кислых вод Кизеловского угольного бассейна // Инженерная геология. – 2011, сентябрь. – С. 20–25.
9. Максимович Н.Г., Басов В.Н., Холостов С.Б. Способ нейтрализации кислых шахтных вод и установка для его осуществления / Патент на изобретение № 2293063 РФ. 2007. Заявитель и патентообладатель ФГНУ «Естественнонаучный институт». № 2005106659. Заявл. 14.03.05. Опубл. 10.02.2007.
10. Максимович Н.Г., Хайрулина Е.А. Геохимические барьеры и охрана окружающей среды. – Пермь: изд-во ПГУ, 2011. –248 с.
11. Максимович, Н.Г., Черемных, Н.В. Хайрулина Е.А. Экологические последствия ликвидации Кизеловского угольного бассейна // Географический вестник. – 2006. – № 2. – С. 128–134.
12. Миронов К.В. Справочник геолога-угольщика. – М.: Недра, 1982. – 256 с.
13. Maximovich N., Khayrulina E. Artificial geochemical barriers for environmental improvement in a coal basin region // Environmental Earth Sciences. – 2014. – № 72. – Pp. 1915–1924.
14. Orem W.H., Finkelman R.B. Coal formation and geochemistry. In: Mackenzie FT (ed), Holland HD, Turekian KK (executive eds) Treatise on Geochemistry. – 2003. – Vol. 7. – Pp. 191–222.
15. Pyankov S.V., Kalinin V.G. Development of generalized integral index for estimating complex impact of major factors of winter runoff formation. – 2013. – Russian Meteorology and Hydrology 38 (7). – Pp. 496–502. – URL: <http://link.springer.com/article/10.3103/S106837391307008X>.

# **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОДЕРЖАНИЯ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ ФОНОВЫХ И АГРОТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ЮГО-ЗАПАДА БЕЛАРУСИ**

**Н.В. Михальчук**

*Полесский аграрно-экологический институт Национальной академии наук Беларуси,  
г. Брест, Беларусь, e-mail: dpp@tut.by*

*Показано, что в дерново-подзолистых песчаных почвах юго-запада Беларуси в концентрациях выше фонового уровня для почв Беларуси накапливаются медь и свинец. Максимальные уровни содержания тяжелых металлов характерны для дерновых заболоченных карбонатных почв; формула геохимической специализации подвижных форм элементов для пахотных их категорий имеет вид Ni9,5Cu6,6Mn4,8Pb2,2Cd1,4Zn0,9.*

**Ключевые слова:** тяжелые металлы; подвижные формы; дерново-подзолистые почвы; дерновые заболоченные карбонатные почвы.

## **THE COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF MAINTENANCE OF MOBILE FORMS OF HEAVY METALS IN SOILS OF BACKGROUND AND AGROTECHNOGENIC LANDSCAPES OF THE SOUTHWEST OF BELARUS**

**N. Mikhalkhuk**

*The Polesia Agrarian Ecological Institute of the NAS of Belarus, Brest, Belarus*

*It is shown that copper and lead accumulate in soddy podzolic sandy soils of the southwest of Belarus in concentrations above background levels for soils of Belarus. The maximum levels of heavy metals are characterized for soddy carbonate swampy soils; the formula of the geochemical specialization of the mobile forms of elements for their arable categories has the form: Ni9,5Cu6,6Mn4,8Pb2,2Cd1,4Zn0,9.*

**Keywords:** heavy metals; mobile forms; soddy podzolic soils; soddy carbonate swampy soils.

Тяжелые металлы (ТМ) в настоящее время общепризнанно рассматриваются в качестве приоритетных загрязнителей почв. Высокое содержание этих элементов в техногенных эмиссиях, их биотоксичность неоднократно подтверждалась в многочисленных научных публикациях. Негативные эффекты повышенного содержания ТМ в почвах усугубляются продолжительными периодами их полувыведения, которые измеряются в ряде случаев сотнями и тысячами лет [1; 2]. Природные и аграрные ландшафты юго-запада Беларуси также подвержены влиянию выбросов ТМ и иных веществ-загрязнителей из техногенных источников, что создает потенциальную опасность включения токсичных элементов в пищевые цепи и ограничивает возможности получения высококачественной сельскохозяйственной продукции. Рассматриваемый субрегион Беларуси отличается развитой транспортной инфраструктурой, интенсивными формами ведения аграрного производства, сравнительно высоким промышленным потенциалом. Кроме того, накопление ТМ в почвах юго-запада Беларуси связано также с особым географическим положением территории: она находится под влиянием трансграничного переноса загрязняющих веществ с индустриально развитых регионов Европы. Все эти факторы, взятые в совокупности, обусловливают актуальные и потенциальные риски загрязнения почв ТМ.

Для оценки экологической опасности и прогноза загрязнения почв ТМ необходимо иметь сведения о фоновом их содержании, объемах поступления в ландшафт, а также об особенностях их поведения в различных почвенно-геохимических условиях. Средние (фоновые) содержания ТМ в почвах в их региональном и субрегиональном измерениях являются геохимическим эталоном, который может использоваться при решении широкого круга как научных, так и практических задач. В последнем случае исследования направлены на выявление геохимической специфики окружающей среды в сельскохозяйственных, медицинских и природоохранных целях [6].

Подвижные формы ТМ определяли в вытяжке 1N НС1; данный экстрагент был выбран потому, что он извлекает как усвояемые (доступные) растениями формы ТМ, так и часть их из ближнего резерва, которая может быть задействована в экстремальных условиях (чаще всего создаваемых человеком). В эту довольно жесткую вытяжку переходят водорастворимые, обменные, а также частично сорбированные аморфными гидроксидами железа и более труднорастворимые соединения элементов, включая сорбированные карбонатами. На основе полученных данных рассчитывали формулу геохимической специализации элементов как отношение среднего содержания элемента к его среднему региональному содержанию.

Нами проведен сравнительный анализ содержания подвижных форм ТМ в поверхностном слое двух типов почв – дерново-подзолистых песчаных как наиболее распространенной категории минеральных почв в условиях Белорусского Полесья и Предполесья, и дерновых заболоченных карбонатных (ДЗК) почвах, отличающихся специфическими особенностями в накоплении элементов и распределении их по профилю.

Установлено (таблица 1), что дерново-подзолистые песчаные почвы как фоновых природных ландшафтов, так и пахотных угодий характеризуются низким содержанием подвижных форм большинства изученных ТМ, что в первую очередь связано с бедностью элементного состава почвообразующих пород, среди которых в регионе абсолютно преобладают рыхлые песчаные отложения. При этом в почвах юго-запада Беларуси в концентрациях ниже фонового содержания для почв Беларуси накапливаются цинк, марганец, кадмий; выше фонового уровня – медь и свинец. Последний элемент относится к числу наиболее опасных загрязнителей почв и отличается несколько более высокими уровнями накопления в природных ландшафтах (4,23–4,56 мг/кг) в сравнении с почвами пахотных угодий (3,31 мг/кг), находящимися вне зон влияния промышленных центров и автомагистралей. Подобная ситуация является следствием более интенсивного выноса подвижных соединений ТМ из пахотных почв, в сравнении с их ненарушенными естественными аналогами. В то же время наиболее высокие уровни накопления свинца, достигающие значения ПДК, зафиксированы в почвах сельскохозяйственных угодий, испытывающих влияние автомагистрали М-1/Е-30 Брест–

Москва с интенсивным движением. В подобных почвах, в сравнении с фоновыми, отмечены также более высокие концентрации подвижных форм кадмия, никеля, хрома и меди. В целом формула геохимической специализации элементов для пахотных дерново-подзолистых песчаных почв юго-запада Беларуси имеет вид: Pb<sub>2,8</sub> Cu<sub>2,0</sub> Ni<sub>0,7</sub> Cd<sub>0,7</sub> Zn<sub>0,4</sub>; для аналогичных почв в зоне влияния автомагистрали М-1/Е30 – Pb<sub>8,1</sub> Cu<sub>4,2</sub> Ni<sub>2,1</sub> Cd<sub>1,3</sub> Zn<sub>0,8</sub> Mn<sub>0,8</sub>.

**Таблица 1**  
**Содержание подвижных форм ТМ в почвах фоновых ландшафтов и сельскохозяйственных угодий, мг/кг**

Почва	Содержание элемента, мг/кг на естественную влажность								
	Zn	Cu	Mn	Fe	Pb	Cd	Ni	Co	Cr
Среднее фоновое содержание для почв Беларуси [4]	5,40	0,30	51,90	–	1,20	0,10	0,30	–	–
Дерново-подзолистые песчаные почвы	1	3,07	0,93	39,00	–	4,56	0,02	–	0,08 0,77
	2	2,35	0,59		346,00	3,31	0,07	0,22	0,19 0,56
	3	8,03	1,33	248,80	577,12	4,23	0,08	0,34	0,70 –
	4	4,44	1,25	40,61	–	9,67	0,13	0,63	0,31 1,05
Дерновые карбонатные заболоченные почвы	1	4,77	1,82	269,17	1581,00	5,59	0,18	2,13	1,12 1,83
	2	5,11	1,98	250,21	–	2,59	0,14	2,85	0,54 4,11
	5	5,17	2,08	250,21	–	2,56	0,13	3,17	0,48 3,30

Примечание. 1 – субрегиональный природный фон для почв юго-запада Беларуси, 2 – субрегиональный фон для пахотных почв, 3 – природный фон в ареале НП «Беловежская пуща», 4 – пахотные почвы в зоне влияния автомагистрали М-1/Е30, 5 – локальный фон пахотных почв (ОАО «Красный партизан» Малоритского района).

Обращает на себя внимание повышенное содержание ряда ТМ в поверхностном горизонте почв в ареале НП «Беловежская пуща» (южная и юго-западная его части и прилегающие территории). Почвенные образцы отбирались в лесных сообществах сосняков черничных, ельников сосново-черничных на дерново-палево-среднеподзолистых почвах, развивающихся на двучленных супесчано-песчаных почвообразующих породах или на песках, подстилаемых суглинками. В подобных почвах содержание подвижного марганца, достигающее 250 мг/кг, примерно в 5 раз больше в сравнении с фоновым содержанием в почвах Беларуси и в 6,4 раза выше субрегионального фона для юго-запада республики. Вместе с тем, полученные результаты хорошо согласуются с данными, приведенными в [5] для перегнойно-аккумулятивного горизонта подзолов Беловежской пущи. Сравнительно большое содержание марганца, сопоставимое с его накоплением в ДЗК почвах, отличающихся наличием мощных геохимических барьера, обусловлено, прежде всего, его биологическим аккумулированием в условиях очень длительного взаимодействия лесной растительности с почвой, столь свойственного массиву коренных лесов Беловежской пущи. Это обстоятельство, по видимому, является определяющим и в отношении содержания других элементов, прежде всего цинка, превышающего 8,0 мг/кг, – максимальное значение среди всех сравниваемых почв. Необходимо также учитывать, что данная территория находится под влиянием трансграничного переноса загрязняющих веществ; ТМ антропогенного происхождения чаще всего попадают в почву из воздуха в виде твердых и (или) жидких осадков. Лесные массивы с их развитой контактирующей поверхностью особенно интенсивно задерживают ТМ, в результате чего повышается их содержание и в почвенном покрове. Кроме того, среди почвообразующих пород в ареале Беловежской пущи чаще отмечаются супесчаные отложения и суглинки, отличающиеся в сравнении с типично полесскими песчаными отложениями более высоким содержанием большинства элементов, что также оказывает влияние на их накопление в почвах. Перечисленные факторы обусловили следующий ряд в формуле геохимической специализации элементов: Mn4,8 Cu4,4 Pb3,5 Zn1,5 Ni1,1 Cd0,8.

ДЗК почвы юго-запада Беларуси выделяются относительно высокими уровнями аккумулирования большинства исследованных ТМ. Интенсивное накопление ТМ в случае карбонатных почв – следствие, прежде всего, хемосорбции элементов на поверхности карбонатов или образования осадков малорастворимых солей [8].

Концентрация никеля в ДЗК почвах оказалась примерно на порядок выше, чем в дерново-подзолистых почвах; в пахотных ДЗК почвах ОАО «Красный партизан» зафиксированы максимальные уровни накопления элемента – 3,76 мг/кг. Это хорошо согласуется с данными, приведенными в работе [3], когда максимальная концентрация подвижных форм никеля обнаружена в нейтральных и слабощелочных условиях при высоком содержании гумуса.

Субрегиональный природный фон хрома в гумусово-аккумулятивном горизонте ДЗК почв в 2,4 раза превышает аналогичный показатель для дерново-подзолистых почв. При этом в пахотном слое карбонатных почв усредненное содержание подвижного хрома в 2,1 раза выше, чем в гумусовом горизонте природных почв-аналогов, и колеблется от 3,30 до 4,11 мг/кг. По-видимому, это объясняется перемещением в пахотный горизонт путем пропашки вещества карбонатного горизонта, который для данного элемента выступает геохимическим барьером [4] и где содержание хрома, согласно нашим исследованиям, может достигать значений до 9,0 мг/кг.

ДЗК почвы характеризуются также высокими показателями концентраций подвижности марганца, при этом они изменяются в небольшом диапазоне – от 250,2 до 302,7 мг/кг, существенно не отличаясь у возделываемых и ненарушенных почв.

Все отмеченные особенности в накоплении ТМ в ДЗК почвах нашли отражение в формуле геохимической специализации элементов, которая для пахотных почв этой категории имеет вид: Ni9,5 Cu6,6 Mn4,8 Pb2,2 Cd1,4 Zn0,9.

Таким образом, в дерново-подзолистых песчаных почвах юго-запада Беларуси в концентрациях выше фонового уровня для почв Беларуси накапливаются подвижные формы меди и свинца. Максимальные уровни содержания ТМ характерны для дерновых заболоченных

карбонатных почв. Повышенное содержание подвижных форм большинства исследованных ТМ (особенно марганца, меди и свинца) наблюдается в южном и юго-западном секторах НП «Беловежская пуща». Соответствующие данные важны при решении задач фонового геохимического мониторинга и определения агроэкологических рисков, связанных с загрязнением почв ТМ, а также могут являться базовыми при осуществлении биогеохимического районирования рассматриваемой территории.

#### Список литературы

1. Алексеев, Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях / Ю.В. Алексеев. – Л. : Агропромиздат, 1987. – 142 с.
2. Ильин, В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение / В.Б. Ильин. – Новосибирск : Наука, 1991. – 150 с.
3. Касимов, Н.С. Подвижные формы тяжелых металлов в почвах лесостепи Среднего Поволжья (опыт многофакторного регрессионного анализа) / Н.С. Касимов, Н.Е. Кошелева, О.А. Симонова // Почвоведение. – 1995. – № 6. – С. 705–713.
4. Мечковский, С.А. Оценка техногенного загрязнения дерново-подзолистых почв на основе подвижных форм хрома / С.А. Мечковский, Н.К. Чертко, Ю.В. Заневская // География и природные ресурсы. – 1999. – № 1. – С. 128–130.
5. Ничипорович, Д.В. Динамика некоторых химических свойств почв в сосновых и еловом лесах / Д.В. Ничипорович // Беловежская пуща. Исследования. – Минск : Ураджай, 1968. – Вып. 2. – С. 57–68.
6. Петухова, Н.Н. К кларкам микроэлементов в почвенном покрове Беларуси / Н.Н. Петухова, В.А. Кузнецов // Докл. АН Беларуси. – 1992. – Т. 36. – № 5. – С. 461–465.
7. Состояние природной среды Беларуси: Экологический бюллетень 2010 г. / Под ред. В.Ф. Логинова. – Минск : Минскпроект, 2011. – 398 с.
8. McBride, M.B. Chemisorption and precipitation of Mn<sup>2+</sup> at CaCO<sub>3</sub> surfaces / M.B. McBride // Soil. Sci. Soc. J. – 1979. – V. – 43. – № 4. – P. 693–698.

# **КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ ВОПРОСОВ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ТРАНСГРАНИЧНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ «ХОТИСЛАВСКОЕ» В БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ**

**В.П. Музыкин, Ю.Ф. Антипиович, С.А. Будько**

*Центральный научно-исследовательский институт*

*комплексного использования водных ресурсов,*

*г. Минск, Беларусь, e-mail: mail@cricuwr.by*

*Разработка месторождений полезных ископаемых, расположенных на незначительном удалении от государственной границы, определяет необходимость учета возможного трансграничного воздействия на окружающую среду. Примером трансграничного воздействия является разработка месторождения мела и строительных песков «Хотиславское» в Брестской области, которое находится у границы Беларуси с Украиной.*

**Ключевые слова:** прогноз; грунтовые воды; водоотлив; водопонижение; мониторинг.

## **THE COMPLEX SOLUTION OF THE ENVIRONMENT PRESERVATION PROBLEMS CONNECTED WITH A TRANSBOUNDARY IMPACT UNDER EXPLOITING «HOTISLAVSKOE» BUILDING MATERIALS DEPOSIT IN BREST REGION**

**V.P. Muzykin, Y.F. Antipirovich, S.A. Budko**

*Central Scientific and Research Institute for Complex Use of Water Resources,*

*Minsk, Belarus*

*The exploitation of mineral deposits which are located not far from a state border demands to take into account a possible transboundary impact on the environment. Exploiting the «Khotislavskoe» building materials deposit in the Brest region situated near the state border between Belarus and Ukraine is the example of such an impact.*

**Keywords:** forecast; groundwater; water drainage; water level's decreasing; monitoring.

Разработка месторождений полезных ископаемых относится к числу видов хозяйственной деятельности, оказывающих существенное воздействие на природные условия прилегающих территорий. Освоение и эксплуатация месторождений часто сопровождается водопонизительными мероприятиями, связанными с интенсивным отбором подземных вод. Такие мероприятия всегда сопровождаются нарушением условий питания и разгрузки подземных вод (соотношений между приходными и расходными элементами их баланса), частичным или полным осушением водоносных горизонтов на прилегающих территориях. Кроме того, происходит ухудшение качества подземных вод в связи с поступлением загрязняющих веществ от источников, которыми являются средства технологического оснащения горнотехнических предприятий. В дальнейшем следуют изменения характера взаимосвязи подземной гидросферы и поверхностных вод, выражющиеся порой в структурных изменениях влагообмена на отдельных участках или в целом речном бассейне, что неизбежно воздействует на сложившуюся в нем экосистему.

Требования к экологически безопасному освоению ресурсов месторождений в значительной степени повышаются, если их разработка сопровождается трансграничным воздействием. Беларусь является субъектом международного экологического права. В соответствии с п. 1 ст. 2 Конвенции об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте (Конвенция ЭСПО), которая принятия Республикой Беларусь в 2005 г., сторона, планирующая деятельность, и сторона, на которую эта деятельность может оказывать воздействие, должны принять все надлежащие меры по предотвращению вредного трансграничного воздействия, а также по его уменьшению и контролю за ним. Одним из основных положений Конвенции ЭСПО является требование, чтобы сторона, планирующая деятельность, незамедлительно и с помощью всех имеющихся средств уведомила государства, территории которых потенциально подвержены трансграничному воздействию, а также компетентные международные организации о предполагаемой деятельности и ее возможных последствиях.

Инструментом для оценки возможных последствий от реализации планируемой деятельности является прогнозирование изменений в окружающей среде. Без прогнозирования невозможно всесторонне рассмотреть и обосновать целесообразность освоения месторождения полезных ископаемых, выбор необходимых природоохраных мероприятий, определить капитальные и эксплуатационные затраты.

Таким образом, для освоения месторождения полезного ископаемого определяющим является условие проведения комплексных гидроэкологических исследований уже на стадии обоснования инвестиций. При этом должен быть дан прогноз влияния горного производства на гидрогеологические условия прилегающей территории и последующих изменений грунтово-почвенных, ландшафтных и гидрологических условий, лесных насаждений, негативных последствий для местного населения и животного мира. Задачей гидрогеологических прогнозов является также получение информации, которая бы гарантировала эффективность применения природоохраных инженерных мероприятий и достижение требуемых экономических и социальных целей от реализации планируемой деятельности.

Гидрогеологические прогнозы основываются на применении гидродинамических расчетов, которые могут быть выполнены методом аналитических расчетов и гидрогеологического моделирования. Гидрогеологическое моделирование для прогноза может быть применено при местной гидрогеологической обстановке любой сложности. В РУП «ЦНИИКИВР» гидрогеологическое моделирование применяется для прогнозирования воздействия объектов, способных оказать региональное влияние на окружающую среду. Примером расчетов такого воздействия, сопровождаемого и трансграничным воздействием, является прогнозирование воздействия на окружающую среду разработки месторождения строительных материалов «Хотиславское», выполненное в 2009 г.

Месторождение «Хотиславское» расположено в Брестской области. Запасы полезного ископаемого промышленных категорий, доступные для открытой разработки, составляют 26 281,4 тыс. м<sup>3</sup> песка и 38 816 тыс. м<sup>3</sup> мела. Пески, залегающие с поверхности месторождения, пригодны для производства кирпича, бетонов, растворов и сухих растворных смесей, а также для использования в металлургической, стекольной и нефтехимической промышленности. По состоянию на 2017 г. осуществляется II очередь горных работ по отработке песчаной залежи на общей площади 23,6 га.

Гидрогеологические условия для разработки месторождения неблагоприятные. Территории, прилегающие к месторождению, являются низинными переувлажненными землями юго-западной части Брестского Полесья и северной части Волыно-Подольской возвышенности в Украине, где расположены особо охраняемые природные объекты – Национальный парк «Шацкие озера» и биологический заказник «Липин». Полезные строительные пески и мел насыщены подземными водами на всю полезную мощность. Уровень грунтовых вод в летний период года устанавливается на глубине 1,0–1,5 м. Осушение месторождения ведется открытым водоотливом, объем которого в 2016 г. составил 2951,5 тыс. м<sup>3</sup>. Расчетное понижение уровня подземных вод в карьере к концу эксплуатации месторождения может составить 45,0 м.

Расчеты показали, что на прилегающих к карьеру территориях возможно снижение уровней в напорных и безнапорных (грунтовые воды) водоносных горизонтах с формированием депрессионной воронки, размеры которой с севера на юг по осям карьера составят 10×15 км (рисунок 1). Снижение уровней грунтовых вод в свою очередь окажет номинальное влияние на гидрологический режим прилегающего водотока р. Рита, режимы эксплуатации мелиоративных объектов, уровни воды в шахтных колодцах д. Сушитница, лесные массивы и природные комплексы заказника «Липин», расположенного на территории Украины. Всего в зону влияния могут попасть 783,9 га покрытых лесом земель.

Имея прогнозные данные, определены направления и мероприятия по защите природных объектов от влияния водоотлива. Расчеты показали, что в технико-экономическом и природоохранном отношении уже на начальных этапах разработки месторождения должны быть применены следующие мероприятия.



**Рисунок 1. Карта-схема прогнозного понижения уровня грунтовых вод при отработке месторождения «Хотиславское»**

1. Создание гидравлической «завесы» по контуру карьера, с устройством специальной компенсационной системы инфильтрационных каналов с подачей в них осветленных вод карьерного водоотлива. Механизм действия такой компенсационной системы основан на создании водами карьерного водоотлива, фильтрующимися через ложе инфильтрационных каналов, подпора движению потока подземных вод, снижения скоростей фильтрации, подъема уровней грунтовых вод в направлении водоразделов и сохранения условий для воспроизводства лесов.

2. Восстановление водности р. Рита (санитарные попуски) за счет ресурсов карьерного водоотлива.

3. Осветление сточных вод в системе промывки и обогащения полезного ископаемого.

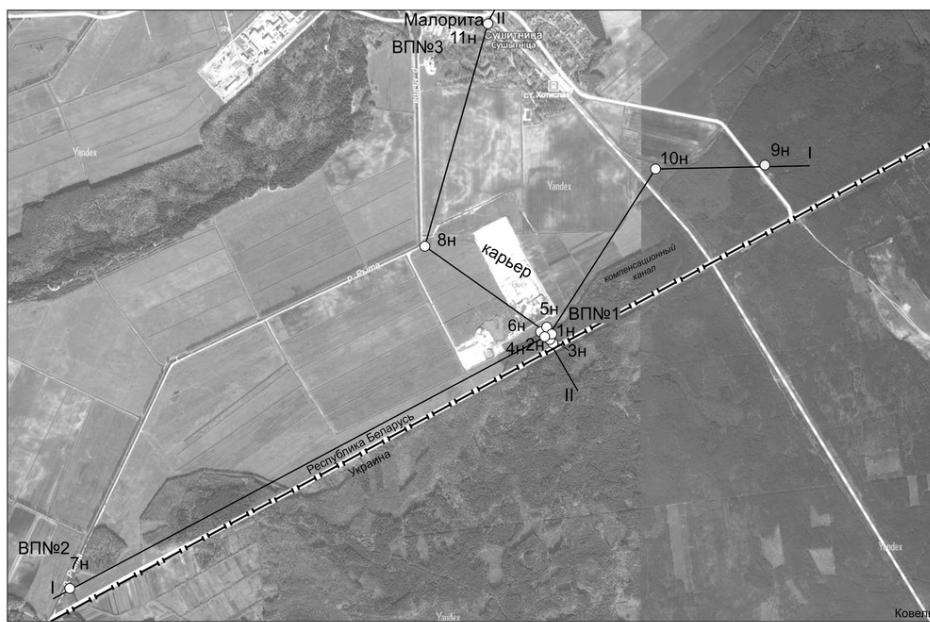
4. Проведение локального мониторинга поверхностных и подземных вод

В настоящее время все данные предложения реализованы на практике, и эксплуатация карьера на месторождении осуществляется в комплексе с защитными мероприятиями.

Локальный мониторинг поверхностных и подземных вод в районе карьера проводится на двусторонней основе, на белорусской и украинской частях прогнозной зоны воздействия с использованием Программы мониторинга, согласованной в ходе совместных украинско-белорусских консультаций (рисунок 2).

Пункты наблюдений локального мониторинга поверхностных и подземных вод, расположенные в пределах белорусской части прогнозной зоны воздействия, предназначены для контроля регионального развития влияния карьерного водоотлива и эффективности создания гидравлической завесы.

В соответствии с Конвенцией ЭСПО, процедура оценки трансграничного воздействия должна также предполагать проведение послепроектного анализа экологического воздействия планируемой деятельности. Для месторождения «Хотиславское» такой анализ проведен в 2013 г. в рамках европейской экологической Инициативы «Окружающая среда и



Условные обозначения:

- ВП №3 - местоположение пункта наблюдения поверхностных вод
- 8н - местоположение наблюдательных скважин подземных вод
- линии наблюдательных профилей

**Рисунок 2. Схема расположения пунктов наблюдений локального мониторинга поверхностных и подземных вод в пределах белорусской части зоны воздействия отработки месторождения «Хотиславское» ([www.yandex.ru/maps](http://www.yandex.ru/maps))**

безопасность» (UNVSEK). Была создана белорусско-украинская рабочая группа по двустороннему экологическому мониторингу, которая выполнила оценку фактического воздействия отработки карьера и эффективности применяемых мероприятий по защите окружающей среды. В выводах рабочей группы отмечено, что на данном этапе разработки месторождения экологический контроль и эффективность водоохраных мероприятий находятся на достаточно высоком уровне и ощутимых изменений в зоне воздействия в окружающей среде не отмечается.

Анализ данных локального мониторинга поверхностных и подземных вод в зоне возможного влияния разработки месторождения «Хотиславское» уже по состоянию на 2017 г. позволяет определить статистически значимые доверительные (референсные) диапазоны изменения уровней подземных вод в наблюдательных скважинах и изменение их качества, которые в дальнейшем могут использоваться в качестве контрольных для оценки воздействия карьера.

Кроме того, по результатам этого мониторинга можно полагать, что компенсационный канал выполняет функции «гидравлической завесы», предложенной в отчете о трансграничном воздействии в качестве природоохранного мероприятия, и обеспечивает стабилизацию уровней грунтовых вод в районе государственной границы. Эксплуатация песчаного карьера на месторождении «Хотиславское» по состоянию на 2017 г. влияния на режим и качество поверхностных и подземных вод, а также условия произрастания лесов на прилегающих территориях Беларуси и Украины не оказывает.

Данные локального мониторинга поверхностных и подземных вод уже на данном этапе разработки месторождения содержат гидрогеологическую информацию, которая может быть использована для уточнения гидрогеологических параметров, использованных в отчете о трансграничном воздействии, расчетов компенсационной системы и разработки других видов прогноза режима подземных вод в регионе.

## ГЕОХИМИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ ОТЛОЖЕНИЙ БЕЛАРУСИ (НА ПРИМЕРЕ ЛИСТА СВИРЬ)

М.П. Оношко<sup>1</sup>, А.С. Глаз<sup>2</sup>, Л.И. Смыкович<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Филиал «Институт геологии» ГП «НПЦ по геологии»,

e-mail: onoshko@geology.org.by;

<sup>2</sup> Институт природопользования НАН Беларуси,

e-mail: alex\_glas@nature.basnet.by;

<sup>3</sup>Белорусский государственный университет,

e-mail: geosmykovich@gmail.com, г. Минск, Беларусь

Разработана методика геохимического картирования покровных отложений Беларуси, описан процесс составления вспомогательных, базовых и итоговых геохимических карт, содержащих информацию о результатах геолого-геохимической съемки покровных отложений территории. Такие карты в масштабе 1:100 000 построены впервые и могут быть использованы в качестве методической основы при подготовке аналогичных материалов по другим листам территории Беларуси, при проведении геологических и геохимических съемок, при геолого-экологических оценках территорий, их картировании; в экологии и охране окружающей среды.

**Ключевые слова:** карты; геохимическое картирование; база данных.

## THE GEOCHEMICAL MAPPING OF THE DEPOSITS OF BELARUS (ON THE EXAMPLE OF SVIR SHEET)

М.П. Onoshko<sup>1</sup>, А.С. Glas<sup>2</sup>, Л.И. Smykovich<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Branch "Institute of Geology" of the State Enterprise "SPC for geology",

<sup>2</sup> Institute for Nature Management of the NAS of Belarus,

<sup>3</sup>Belarusian State University, Minsk, Belarus

The method of geochemical mapping of surface deposits of Belarus has been developed, the process of drawing up subsidiary, basic and final geochemical maps has been described. They contain complete information about geological and geochemical evaluation of the surface sediment of the research territory. Such maps at the scale of 1:100000 have been composed for the first time and can be used as inputs in the preparation of similar materials on the other sheets of the territory of Belarus while conducting geological and geochemical surveys; during the eco-geological evaluation (assessments) of territories and their mapping; in ecology and environmental protection.

**Keywords:** maps; geochemical mapping; database.

Материалом для данной работы явились результаты геохимической съемки масштаба 1:100 000 территории, находящейся в пределах листа N-35-41 Свирь. В процессе выполнения съемочных работ составлена и отработана методика геохимического картирования покровных отложений Беларуси в масштабе 1:200 000 (1:100 000).

Разработка основана на применении к условиям Беларуси технологии многоцелевого геохимического картирования, применяемой в настоящее время в России [1, 2, 3]. Многоцелевое геохимическое картирование является новым видом региональных работ, позволяющим в едином технологическом процессе путем системного изучения сопряженных компонентов природно-геологической среды решить комплекс геологосъемочных, прогнозно-поисковых, эколого-геохимических, агрогеохимических и других задач.

По итогам работы создан комплект цифровых и аналоговых карт: фактического материала геохимического опробования, геологических комплексов, функционального зонирования, ландшафтно-геохимическая, прогнозно-геохимическая, эколого-геохимическая, в то время как по результатам стандартной геохимической съемки составляется карта распределения содержаний химических элементов, их ассоциаций лишь в одном компоненте геологической среды и итоговая прогнозная карта.

Аналитический блок банка геохимических данных, на основе которых составляются карты, представляет собой электронные таблицы, которые дают возможность сбора, хранения и обработки первичной геохимической информации с применением новейших компью-

терных технологий. База данных сформирована в приложении Excel (формат XLS). При создании базы данных (БД) первичной геохимической информации соблюдались следующие требования:

- все пробы массива имеют площадные координаты в системе Гаусса–Крюгера;
- каждая проба имеет свой уникальный номер;
- значения содержаний для каждого элемента вводятся в одной принятой метрике;
- аналитические результаты, объединяемые в одну БД, принадлежат к одной партии анализов;
- в БД включается также атрибутивная информация, характеризующая условия отбора проб, материал проб, исполнителей опробования и другие отмеченные в полевом журнале параметры.

Картографический блок данных представляет собой комплект электронных вспомогательных, базовых и итоговых карт. Все карты увязаны единой цифровой топоосновой.

Вспомогательные карты являются фактографической базой картирования и включают: топографическую, геологических комплексов, полезных ископаемых, ландшафтную, функционального (хозяйственного) зонирования, геохимической изученности, имеющихся фактических материалов геохимического опробования, материалы дистанционных съемок.

Базовые карты фиксируют геохимическое состояние компонентов и в целом экогеосистемы. Они включают моноэлементные и полиэлементные карты по опробованным компонентам геохимической среды и карту интегральных геохимических аномальных полей.

Итоговые карты интегрируют результаты геохимической оценки территории и включают следующие карты: ландшафтно-геохимическую, геохимической специализации геологических комплексов, прогнозно-геохимическую, эколого-геохимическую, агрогеохимическую, геохимическую основу карты рационального природопользования.

Все карты строятся на основе карты фактического материала, созданной на оцифрованной топооснове изучаемой территории и базы аналитических данных. Карты сопровождаются соответствующими легендами. Построены карты в цифровом формате с использованием программ Arc View и Corel Draw.

Карта геохимического опробования исследованной территории строится на основе цифровой модели данной территории в программной среде ARCGIS. В цифровую модель входят данные по административным районам, населенным пунктам, гидрографии, генерализованные для масштаба 1:100 000 (1:200 000). На модель накладываются точки наблюдения, которые ранее были привязаны на местности с помощью GPS-приемника. Точки наблюдения на цифровой модели включают данные: номер точки, дата отбора, вид пробы (почвы, донные осадки, растения), отобранные почвенные горизонты, слагающие породы, тип ландшафта, привязка относительно населенного пункта, географические координаты – зафиксированные в полевом журнале на месте описываемой точки наблюдения. Карта фактического материала сопровождается легендой, определяющей все виды точек наблюдения, отмеченных на ней.

Для построения карты функционального зонирования территории использованы опубликованные и фоновые материалы, а также графическая информация, относящиеся к изучаемой территории. Они дополняются данными, полученными в ходе полевых работ, в процессе которых описывается местность, природный ландшафт и его видимые границы, вид растительности, природные и антропогенные объекты. На основе всех этих материалов уточняются границы зон, расположение природных и антропогенных объектов.

Графическая информация представляет собой карты различного содержания и масштаба с данными о лесной и луговой растительности, распаханности территории, распространении селитебных ландшафтов. Картографический материал на бумажных носителях оцифровывается и подготавливается для пространственного анализа в программной среде ARCGIS. В ходе построения карты функциональной зональности территории возможно использова-

ние спутниковых снимков изучаемой территории из открытых интернет-источников, которые позволяют получить актуальные данные о границах изучаемых зон.

На основе полученной информации и ее анализа создается цифровой тематический слой, отображающий распределение различных зон (лес, пашня, луг, населенные пункты). Тематический слой совмещается с цифровой топографической основой изучаемой территории. Карта сопровождается легендой с описанием цветовых заливок используемых на ней. На завершающем этапе проводится допечатная подготовка макета карты в графическом редакторе Corel Draw.

Моно- и полизлементные геохимические карты строятся на основе карты фактического материала и базы данных по геохимическому составу отложений. На основе полученной информации и ее анализа создается цифровой тематический слой, отображающий пространственное распределение содержаний химических элементов. Изолинии соединяют точки с одинаковыми значениями содержаний элементов. Первичное построение изолиний производится методом обратных взвешенных расстояний. Далее проводится уточнение проведения линий с учетом геологических, литологических, геоморфологических, почвенных, растительных, гидрологических особенностей территории. Карта сопровождается цветовой шкалой градаций содержаний микроэлементов. На полизлементной карте цифровой тематический слой отображает пространственное распределение значений мультипликативных показателей типоморфных элементов, ассоциаций элементов или сумму кларков концентраций элементов, выделенных с использованием корреляционного, факторного анализов и иных алгоритмов. Карта сопровождается цветовой шкалой градаций по сумме кларков концентраций микроэлементов.

При построении ландшафтно-геохимической карты использовались материалы карт фактического материала, функционального зонирования территории, ландшафтной карты, эколого-геохимической и базы данных по содержанию химических элементов. Ландшафтно-геохимическая карта характеризует взаимосвязь и закономерности распределения и условия миграции в ландшафтах. С учетом рельефа местности в пределах природных ландшафтов выделены элементарные ландшафты с наложением на них путей миграции вещества. Каждый из элементарных ландшафтов на карте отражен условным знаком с определенной штриховкой. Показаны границы и индексы природных ландшафтов. Цветом отображена степень устойчивости ландшафтов к химическому загрязнению.

Дополнительно к вышеназванным условным обозначениям на самой карте к ней прилагается экспликация в виде таблицы. В шапку таблицы включены название элементарного ландшафта, индексы природных ландшафтов, литологический состав почвообразующих пород и почв, условия миграции химических элементов, оценка геохимических условий среды, ряды накапливающихся элементов, показатели СПК ( $Z_c$ ), характер освоенности территории, и суммирующий показатель – степень устойчивости ландшафтов к химическому загрязнению.

#### Список литературы

1. Буренков Э.К., Головин А.А., Филатов Е.И. Комплексное геохимическое картирование: основы технологии // Прикладная геохимия. Вып. 1. Геохимическое картирование. – М.: ИМГРЭ, 2000. – С. 28–46.
2. Головин А.А., Ачкасов А.И., Волочкивич К.Л. и др. Многоцелевое геохимическое картирование – новые решения проблем металлогенического прогнозирования // Разведка и охрана недр. № 8. – М.: 2002. – С. 2–9.
3. Требования к производству и результатам многоцелевого геохимического картирования масштаба 1:200 000. Приложения. – М.: ИМГРЭ, 2002. – 177 с.

# ОСОБЕННОСТИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ПОТОКОВ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА С ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

**А.И. Павловский<sup>1</sup>, А.М. Павлюченко<sup>2</sup>, В.Н. Кузьмин<sup>3</sup>, С.И. Зуй<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»,

г. Гомель, Беларусь, e-mail: aipavlovsky@mail.ru;

<sup>2</sup>ГНПО НПЦ НАН Беларусь по биоресурсам,

г. Минск, Беларусь, e-mail: rabo4mail@gmail.com;

<sup>3</sup>Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь

*Рассмотрен измерительный комплекс, который можно рекомендовать для локального мониторинга потоков диоксида углерода с водной поверхности с целью изучения углеродного баланса озер и водохранилищ.*

**Ключевые слова:** диоксид углерода; озерные экосистемы.

## THE PARTICULARITIES OF CARBON DIOXIDE INSTRUMENTAL MEASUREMENTS FROM WATER SURFACE

**A.I. Pavlovsky<sup>1</sup>, A.M. Pavluchenko<sup>2</sup>, V.N. Kuzmin<sup>3</sup>, S.I. Zui<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Gomel State University NAMED AFTER Francysk Skoryna, Gomel, Belarus;

<sup>2</sup>SSPA The Scientific Practical Center for Bioresources, Minsk, Belarus

<sup>3</sup>Belarus State University, Minsk, Belarus

*A measuring complex is considered, which can be recommended for local monitoring of carbon dioxide fluxes from a water surface in order to study the carbon balance of lakes and reservoirs.*

**Keywords:** carbon dioxide; lake ecosystems.

Возрастание концентрации парниковых газов в атмосфере Земли принято считать основной причиной глобального изменением климата. Диоксид углерода ( $\text{CO}_2$ ) ответственен более чем за половину общего вклада в антропогенный парниковый эффект. Особенную актуальность проблема изучения углеродного цикла приобрела в последние годы. Это связано с анализом многочисленных данных о существенных изменениях в составе атмосферы Земли и влиянием на эти процессы парниковых газов, основным из которых является диоксид углерода. При этом основное внимание было сконцентрировано на углеродном цикле мирового океана, занимающего 70 % поверхности Земли [4]. Исследований, посвященных озерным экосистемам, занимающих около 2 %, значительно меньше. Однако в отдельных регионах, где озера могут составлять 10–20 % от общей площади, озерный углеродный обмен является важнейшим фактором углеродного цикла. В качестве примера можно привести регион Национального парка «Нарочанский», где озера занимают 19 % территории и являются структурообразующим элементами экосистемы региона. Цель настоящего исследования – предложить подходящий метод измерений потоков диоксида углерода с водной поверхности и создать необходимую для этого конфигурацию оборудования.

На сегодняшний день основным методом измерения потоков газа – метод вихревой ковариации и его подвиды (микрометеорологические методы). Он используется на многочисленных станциях в рамках программ глобального мониторинга углеродного цикла [1]. Преимущество микрометеорологического подхода заключается в том, что интервал осреднения в нем предполагает значительные по величине площади. Подобный подход эффективен при оценке углеродного обмена для значительных по пространственному охвату тропических или boreальных лесов. Однако с помощью него практически невозможно выделить вклад отдельных ключевых участников углеродного обмена, что является важным фактором при изучении газообмена на площадках, расположенных в непосредственной близости друг от друга [2]. К недостаткам микрометеорологических методов можно также отнести значительные

затраты на их оборудование и обслуживание и жесткие требования к чувствительности и быстродействию измерительной аппаратуры.

Локализовать отдельный объект газообмена от других источников и потребителей атмосферного углерода позволяют камерные методы измерения, которые обеспечивают измерения прироста или убыли газа в изолированном объеме. В последнее время эти методы получили достаточно широкое распространение ввиду их точности, простоты и доступности. Таким образом, во многих случаях более эффективным и целесообразным способом представляется способ измерений методом закрытых эмиссионных камер [3].

Измерительный комплекс на основе метода закрытых эмиссионных камер состоит из собственно камеры, которая служит накопителем выделяемых газов, и отдельного контрольно-измерительного блока. В рабочем состоянии камера и блок связаны друг с другом питающим электрокабелем и шлангами для откачки и возвращения газовых проб. В режиме накопления разъемы камеры герметично перекрыты.

Камера представляет собой изготовленный из ПВХ герметичный параллелепипед, одно из оснований которого отсутствует, т. е. открыто для газообмена. В нашем случае отсутствующим (открытым) основанием камера устанавливается на плавающую по водной поверхности герметизирующую рамку, образуя замкнутую среду и отделяя определенный объем воздуха от атмосферы. Поступающий из воды углекислый газ накапливается в камере и по скорости изменения его концентрации оценивается поток  $\text{CO}_2$  с изучаемого участка. Камеры имеют форму в виде параллелепипеда ( $70 \times 70 \times 51$  см), в основании которого лежит квадрат. Объем  $V$  камеры составляет  $0,269 \text{ м}^3$ , а площадь  $S$  покрываемого открытым основанием участка  $0,49 \text{ м}^2$ .

Подключением электрокабеля обеспечивается работа двух вентиляторов со скоростью перемешивания 1 л/мин и температурных датчиков, закрепленных внутри и снаружи камеры. Рост концентрации газа в камере означает, что идет выделение газа с водной поверхности, а спад – о поглощении. Зная площадь контакта камеры с водной поверхностью  $S$  и ее внутренний воздушный объем  $V$ , по скорости изменения концентрации газа  $\Delta C/\Delta t$  в этом объеме, можно вычислить поток  $F$ , поступающий в камеру:

$$F = \frac{\Delta C}{\Delta t} \times \frac{V}{S}$$

Установившееся равновесное давление  $\text{CO}_2$  между водой и воздухом в закрытой камере останавливает процесс газообмена, искажая оценку потока. Для устранения этого недостатка в процесс измерения была введена процедура проветривания камеры, с периодичностью, зависящей от величины потока. Таким образом, время экспозиции одного измерения зависело от скорости потока (изменение концентрации в пределах 20 ppm) и температуры внутри камеры (изменение в пределах 3 °C), но не превышало одного часа.

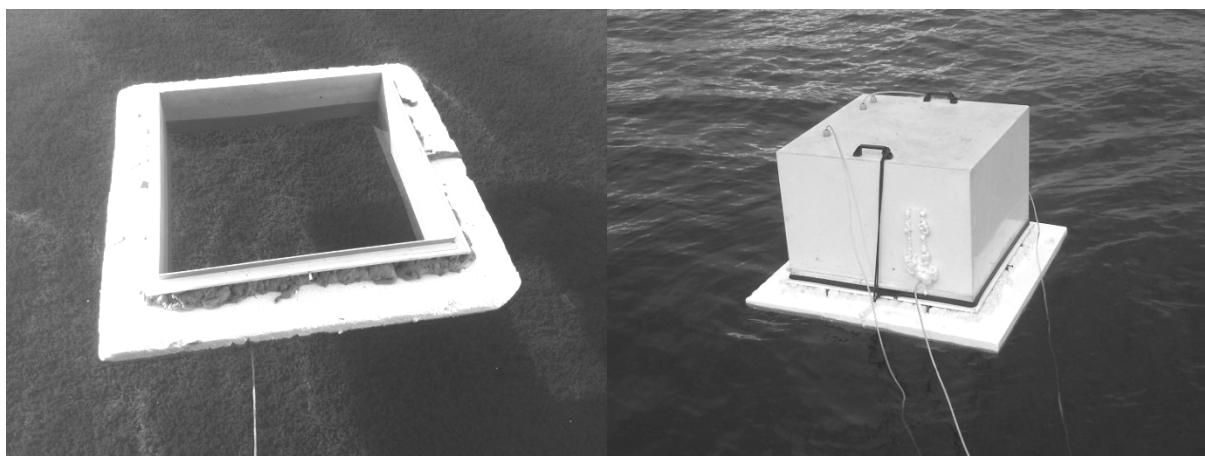


Рисунок 1. Плавающая герметичная рамка с установленной на нее камерой

Для измерений потока CO<sub>2</sub> с водной поверхности используется портативный инфракрасный газоанализатор LI-820 (LI-COR Biosciences) расположенный в измерительном блоке. Данный газоанализатор предназначен для долговременного мониторинга уровня содержания углекислого газа и паров воды в атмосфере (таблица 1). Газоанализатор LI-820 характеризуется следующими конструкционными особенностями: широким диапазоном измеряемых концентраций, широким диапазоном рабочих температур, компактностью, малым весом, низким энергопотреблением (менее 4 Вт), низким уровнем шума (менее 1 ppm), возможностью коррекции показаний в реальном времени (с помощью встроенного сенсора температуры и давления в ячейке); возможностью проведения сервисного обслуживания оптики непосредственно оператором, отсутствием необходимости перекалибровки на базе производителя.

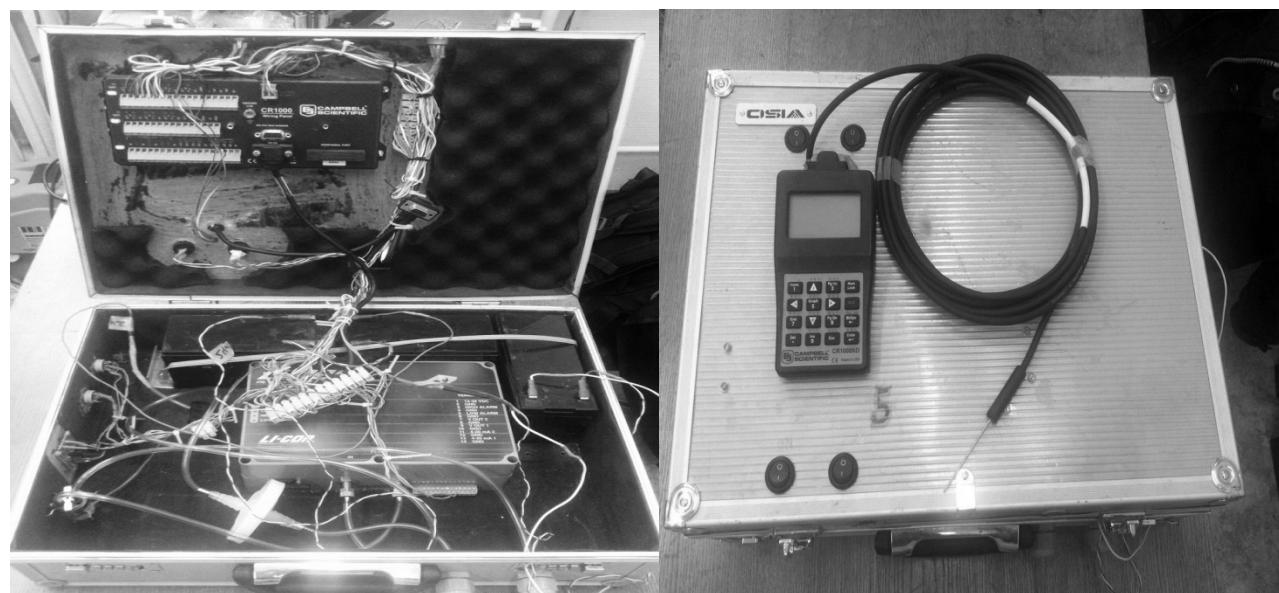
Для подачи воздушного потока в рабочую зону газоанализатора, расположенного вне камеры, используется непрерывно работающий насос, соединенный с воздушными шлангами из камеры. Чтобы обеспечить защиту газоанализатора от водяных капель, предусмотрен специальный фильтр.

**Таблица 1**  
**Технические характеристики газоанализатора LI-820**

Диапазон измеряемых значений	0–20,000 ppm
Принцип измерения	ИК детекция
Максимальный поток газа	1 л/минуту
Требования к электропитанию	постоянный ток напряжением 12 В
Диапазон рабочий значений температуры	-20 °C ... 45 °C
Диапазон рабочих значений относительной влажности	0–95 % (без конденсации)
Размеры	22,2 × 15,2 × 7,6 см

Концентрация CO<sub>2</sub> в объеме камеры измеряется с интервалом в 5 секунд. Полученная информация о концентрации поступает в контроллер измерительного блока и записывается в его внутреннюю память. Одновременно на контроллер поступают данные с датчиков температуры, которые расположены как внутри, так и снаружи камеры.

Для измерения и фиксации интенсивности фотосинтетически активной части солнечного излучения (ФАР) в конструкции предусмотрен специальный датчик. Все активные элементы питаются от трех сухозаряженных аккумуляторов.



**Рисунок 2. Прибор для измерения потоков CO<sub>2</sub>**

В результате выполненных работ был создан измерительный комплекс для определения потоков диоксида углерода с водной поверхности. В ходе его апробации на оз. Нарочь определена оптимальная конфигурация технических и программных средств для эффективного сбора всей необходимой информации. В ходе тестирования комплекс показал надежную работу без значительных трудностей и неполадок. Данный измерительный комплекс можно рекомендовать для локального мониторинга потоков оксида углерода с водной поверхности с целью изучения углеродного баланса озер и водохранилищ.

#### **Список литературы**

1. Дмитриев, В.В. Диагностика и моделирование водных экосистем / В.В. Дмитриев. – СПб., 1995. – 215 с.
2. Dillon, F. J. A simple method of predicting the capacity of a lake for development based on lake trophic status / F. J. Dillon, F.H. Rigler. – J. Fish. Res. Board Canada, 1975, v. 32, N9. – P. 1519–1531.
3. Livingston, G.P. Enclosure-based measurement of trace gas exchange: Applications and sources of error /G.P. Livingston, G.L. Hutchinson // Biogenic trace gases: Measuring emissions from soil and water. – Oxford: Blackwell Science Ltd, 1995. – P. 14–51.
4. Parparov, A. Water quality quantification: basics and implementation / A. Parparov, K.D. Hambright. L. Hakanson, A. Ostapenia // Hydrobiologia, 2006. – Vol. 560. – P. 227–237.

# АККУМУЛЯЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ДРЕВЕСНЫМИ РАСТЕНИЯМИ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СТЕКОЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА (НА ПРИМЕРЕ Г. БЕРЕЗОВКИ)

А.Ч. Пац

Институт природопользования НАН Беларуси,  
г. Минск, Беларусь, e-mail: paz\_andrej@mail.ru

*Приведены результаты исследований накопления тяжелых металлов древесной растительностью в зоне влияния стеклозавода «Неман» (г. Березовка). Содержание Cd, Pb, Cu, Zn, Ni и Mn определялось в листьях, хвое и стволовой древесине древесных пород в природных комплексах, расположенных на различном удалении от предприятия.*

**Ключевые слова:** древесные растения; ассимилирующие органы; тяжелые металлы; природные комплексы; урбанизированные территории.

## THE ACCUMULATION OF HEAVY METALS BY WOODY PLANTS IN THE ZONE OF IMPACT OF GLASS MANUFACTURING (ON THE EXAMPLE OF BEREZOVKA)

A. Pats

Institute for Nature Management of the NAS of Belarus, Minsk, Belarus

*The results of the studies of heavy metals' accumulation by woody plants in the area of impact of glassworks «Neman» (Berezovka) are given. The content of Cd, Pb, Cu, Zn, Ni and Mn was measured in leaves, needles and in the timber of tree species in natural complexes that are found at different distances from the plant.*

**Keywords:** woody plants; assimilative organs; heavy metals; natural complexes; urbanized territories.

В качестве одного из важных барьеров на пути распространения тяжелых металлов (ТМ) в условиях городской среды выступают древесные растения. Их ассимилирующие органы имеют широко развитую поверхность обмена с окружающим воздухом (удельная листовая поверхность березы – 150–249 см<sup>2</sup>/г, осины – 141–236, сосны – 102–184 см<sup>2</sup>/г) [4], поглощают и осаждают из атмосферы большое количество примесей, но при этом сами подвержены воздействию. Выявлено, что содержание ТМ в листьях в течение вегетационного периода не остается постоянным, а возрастает к концу вегетационного сезона, что наиболее четко проявляется у древесных пород, произрастающих на урбанизированных территориях [2].

Целью работы было определение содержания и особенностей аккумуляции кадмия, свинца, меди, цинка, никеля и марганца в различных морфологических частях древесной растительности в зонах импактного воздействия.

В качестве одного из объектов исследований были избраны лесные сообщества, расположенные в зоне воздействия стеклозавода Неман (г. Березовка).

Стеклозавод «Неман» производит изделия из стекла, в том числе хрустального. В составе предприятия 9 стекловаренных печей (одна электрическая и 8 газопламенных). Выбросы пыли и ТМ происходят на стадиях обработки сырьевых материалов, варки стекломассы, отрезки колпачка, шлифовки и полировки изделий [3]. По данным статистической отчетности, в атмосферный воздух выбрасывается около 0,47 т (среднее за 2011–2013 гг.) твердых частиц (суммарно). Концентрации ТМ в пыли стекловаренных печей указывают на свинцовую составляющую пыли: соединения свинца достигают 70 % от массы пыли [8]. По литературным данным в 1996 г. в атмосферу было выброшено около 10 т свинца [8].

**Методика исследования.** В наиболее типичных для местных ландшафтов условиях закладывались пробные площадки. При этом описывались растительность и напочвенный покров. Закладка пробных площадок проводилась с целью исследования изменения концентраций загрязняющих веществ как в ассимилирующих органах древесной растительности, так и в стволовой древесине с удалением от источника выбросов.

Отбор растительных проб для оценки накопления ТМ производился с деревьев, преобладающих в древесном ярусе природно-растительного комплекса (ПРК) и произрастающих вблизи источника эмиссий.

Для изучения аккумуляции ТМ было отобрано 12 растительных проб (листья и хвоя) основных (доминирующих в составе древостоя) древесных пород: сосна обыкновенная, береза бородавчатая, тополь дрожащий (осина). На пробных площадках также были отобраны образцы древесины (керны) с помощью бурава возрастного. Отбор проб проводился в период полного развития листовой пластинки и в соответствии с основными положениями методики ICP Forests [7]. Пробы ассимилирующих органов и пробы древесины формировались смешанные, с трех деревьев.

Концентрация тяжелых металлов (Cd, Pb, Cu, Zn, Ni и Mn) в растительных пробах (листьях, хвое и древесине) определялась атомно-абсорбционным методом в соответствии с [5]. В качестве фоновых использовались данные по Березинскому биосферному заповеднику согласно [9], также полученные с использованием атомно-абсорбционного метода определения. Для сравнения использовались также данные И.К. Вадковской по микроэлементному составу древесной растительности заповедных территорий Беларуси [1].

*Описание пробных площадок.* Леса вблизи Березовки, согласно геоботаническому районированию, входят в подзону грабово-дубово-темнохвойных лесов (Неманско-Предполесский округ). В зоне воздействия стеклозавода «Неман» расположен сосновый зеленомошно-брусничный [6]. В ходе исследования было заложено 5 пробных площадок (рисунок 1):

– площадка № 1 (ПП-1) заложена в 200 м к юго-востоку от завода; сосновый мшистый, единичны береза и ель; напочвенный покров: мох, папоротники, вереск, ландыш, брусника, земляника, вероника дубравная, чабрец;

– площадка № 2 (ПП-2) заложена в 1700 м к юго-востоку от завода; сосновый мшистый с примесью дуба и ели; в кустарниковом ярусе – можжевельник обыкновенный; подлесок образован порослью дуба и сосны; в напочвенном покрове доминируют мхи и черника;

– площадка № 3 (ПП-3) заложена в 500 м к северо-востоку от завода в сосновом мшистом; подлесок и кустарниковый ярус представлены рябиной и можжевельником обыкновенным; напочвенный покров представлен мхами, встречаются ландыш, злаки, черника, брусника, вереск;

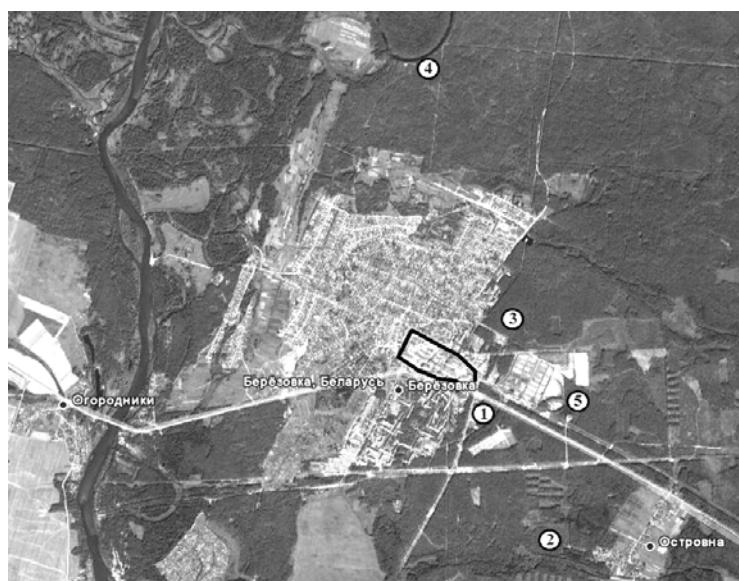


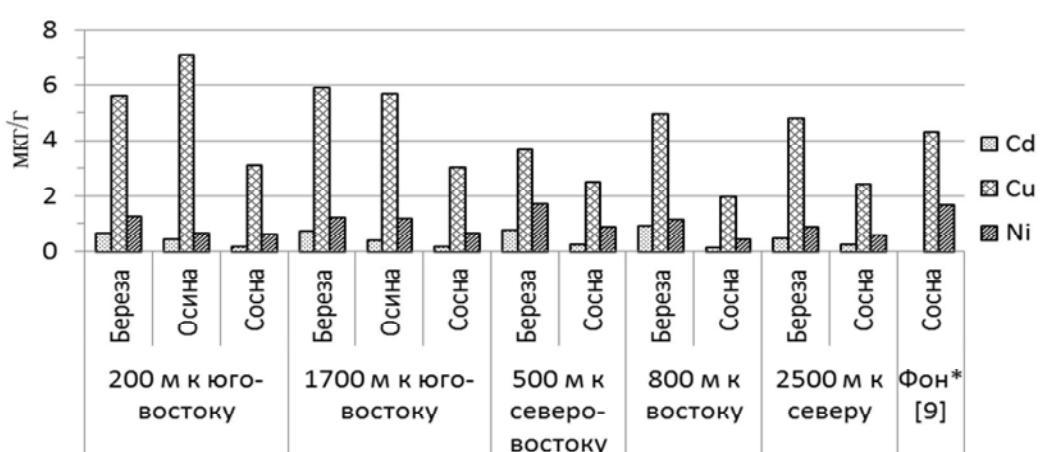
Рисунок 1. Расположение пробных площадок (№ 1–5) в зоне воздействия стеклозавода «Неман» (г. Березовка) [Google Earth]

– площадка № 4 (ПП-4) заложена в 2500 м к северу от завода вблизи старицы; ПРК представлен сосняком мшистым, с примесью березы и дуба; в кустарниковом ярусе встречается можжевельник обыкновенный; напочвенный покров представлен мхами, вереском и черникой;

– площадка № 5 (ПП-5) заложена в 800 м к востоку от завода; ПРК представлен сосняком мшистым с примесью березы, единична ель; в кустарниковом ярусе встречается можжевельник обыкновенный; напочвенный покров представлен мхами, встречаются вереск, черника, брусника, земляника. Анализ данных химико-аналитических исследований показал, что содержание в хвое сосны меди и никеля на всех пробных площадках близко фоновым значениям (рисунок 2).

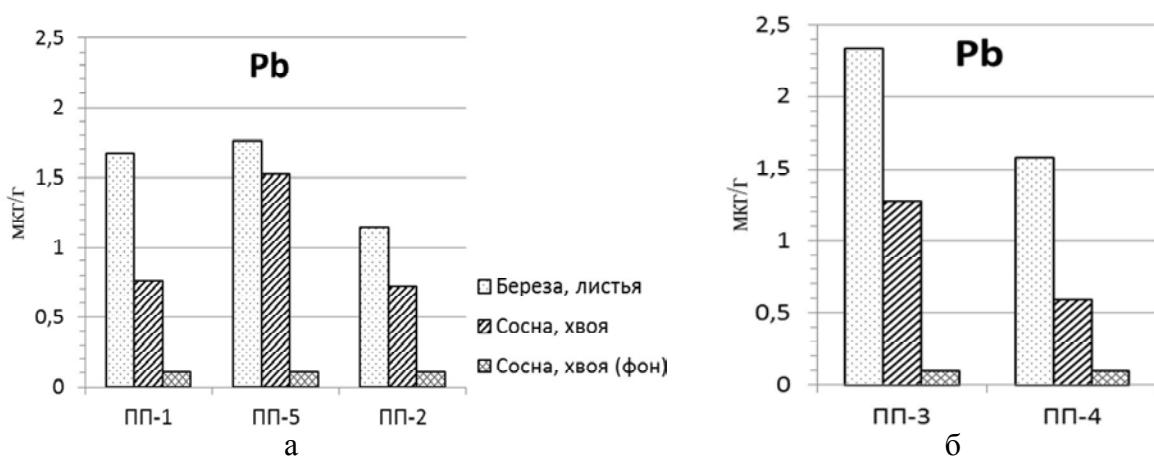
Содержание свинца в ассимилирующих органах березы и сосны с удалением от источника выбросов уменьшается (рисунок 3).

В пробах хвои сосны обыкновенной на исследуемых пробных площадках отмечается заметное превышение содержания свинца в 5,9–15,2 раза по сравнению с фоновыми территориями (Березинский биосферный заповедник).



\* Березинский биосферный заповедник.

**Рисунок 2. Содержание тяжелых металлов в ассимилирующих органах древесных пород на различном удалении от стеклозавода «Неман» (г. Березовка)**



**Рисунок 3. Изменение содержания свинца в ассимилирующих органах древесных пород с удалением от стеклозавода «Неман» в юго-восточном (а) и северном (б) направлениях**

С удалением от источника воздействия содержание цинка в листьях березы резко уменьшается (рисунок 4). В хвое сосны обыкновенной с увеличением расстояния от предприятия содержание цинка уменьшается, однако при этом не превышает фоновых значений [по 9].

На всех исследуемых пробных площадках аккумуляция тяжелых металлов в ассилирующих органах растений в большинстве случаев (71 %) в 1,5 и более раз выше, чем в древесине (таблица 1). В остальных случаях (29 %) различия не превышают 1,5 раза. При этом не выявлено заметных различий в соотношении концентраций ТМ в ассилирующих органах и древесине с удалением от источника воздействия.

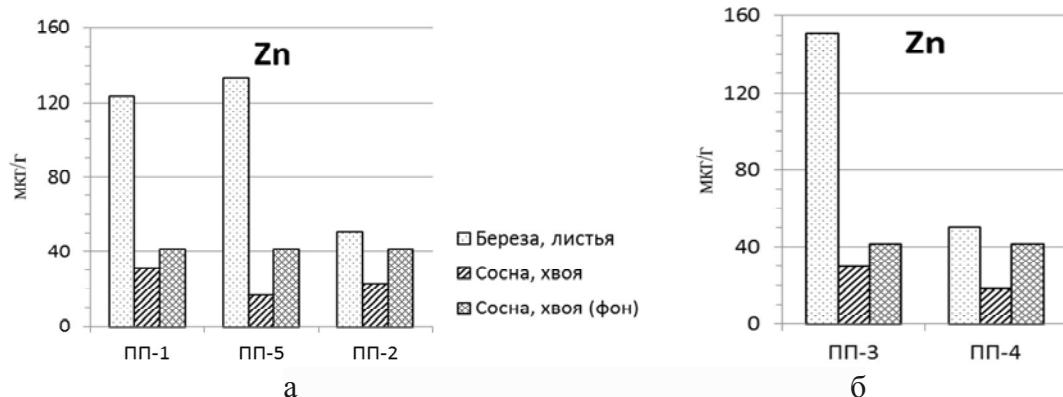


Рисунок 4. Изменение содержания цинка в ассилирующих органах древесных пород с удалением от стеклозавода «Неман» в юго-восточном (а) и северном (б) направлениях

**Соотношение содержания тяжелых металлов в ассилирующих органах и древесине различных древесных пород при удалении от стеклозавода «Неман»**

Древесная порода	Расстояние от промплощадки	Соотношение	Cd	Pb	Cu	Zn	Ni	Mn
Береза бородавчатая	200 м к юго-востоку	листья / древесина	7,7	1,2	3,5	5,9	4,6	4,2
	500 м к северо-востоку		4,8	<b>0,6</b>	2,0	1,9	4,2	9,1
	800 м к востоку		4,9	1,1	1,7	6,3	2,7	5,7
	1700 м к юго-востоку		3,7	<b>0,8</b>	1,9	2,8	2,9	10,4
	2500 м к северу		2,5	2,1	2,2	3,0	4,0	10,2
Осина	200 м к юго-востоку	листья / древесина	1,7	1,7	3,7	10,6	2,0	15,8
	1700 м к юго-востоку		1,4	1,7	2,1	4,8	2,9	11,0
Сосна обыкновенная	200 м к юго-востоку	хвоя / древесина	<b>0,9</b>	2,1	<b>0,8</b>	6,0	2,3	10,6
	500 м к северо-востоку		1,5	1,4	3,3	4,3	2,2	12,2
	800 м к востоку		1,1	4,5	<b>0,5</b>	2,5	1,7	10,7
	1700 м к юго-востоку		2,0	1,7	2,4	5,1	2,4	13,2
	2500 м к северу		1,1	1,2	2,6	2,6	1,3	4,8

Таким образом, в зоне воздействия стекольного производства отмечается заметное превышение содержания свинца в пробах хвои сосны по сравнению с фоновыми территориями – в 5,9–15,2 раза. Выявлено закономерное снижение концентраций свинца и цинка с удалением от предприятия в ассилирующих органах растений. Установлено, что в ассилирующих органах древесных пород тяжелые металлы накапливаются в большем количестве, чем в стволовой древесине.

#### Список литературы

1. Вадковская, И.К. Сравнительный анализ микроэлементного состава древесной растительности заповедных территорий Беларуси / И.К. Вадковская // Природопользование. – Минск, 1996. – Вып. 1. – С. 143–146.
2. Ветчинникова, Л.В. Особенности накопления тяжелых металлов в листьях древесных растений на урбанизированных территориях в условиях севера / Л.В. Ветчинникова, Т.Ю. Кузнецова, А.Ф. Титов // Труды Каельского научного центра РАН. – 2013. № 3. – С. 68–73.

3. Выбросы тяжелых металлов в атмосферу: опыт оценки удельных показателей / С.В. Какарека [и др.]. – Минск, 1998. – 156 с.
4. Ермолова, Л.С. Удельная листовая поверхность основных лесообразующих пород России / Л.С. Ермолова, А.И. Уткин // Экология. – 1998. № 3. – С. 178–183.
5. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М., 1992. – 61 с.
6. Нацыянальны Атлас Беларусі. Камітэт па зямельных рэсурсах, геадэзіі і картаграфіі пры Савецце Міністэрства Рэспублікі Беларусь. – Минск, 2002. – 292 с.
7. Руководство по методам и критериям согласованного отбора проб, оценки, мониторинга и анализа влияния загрязнения воздуха на леса. Ч. IV. Отбор проб и анализ хвои и листвы, 2000 [Электронный ресурс]. <http://www.icp-forests.org/pdf/Rmanual4.pdf>.
8. Хомич, В.С. Загрязнение природной среды тяжелыми металлами в зоне производства хрусталия / В.С. Хомич, С.В. Какарека, Т.И. Кухарчик, Л.А. Кравчук, А.Б. Федоров // Весці НАН Беларусі. Сер. хімічных наук. – 2001. № 1. – С. 98–103.
9. Хомич, В.С. Экогеохимия городских ландшафтов Беларуси / В.С. Хомич, С.В. Какарека, Т.И. Кухарчик. – Минск, 2004. – 260 с.

# ТРЕПЕЛ БЕЛОРУССКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В РАЦИОНАХ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

**В.Ф. Радчиков, Е.А. Шнитко, В.П. Цай, А.Н. Кот**

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», г. Жодино, Беларусь, e-mail: labkrs@mail.ru

*Установлено, что использование трепела в кормлении молодняка крупного рогатого скота оказывает положительное влияние на физиологическое состояние животных, о чем свидетельствует морфобиохимический состав крови. Наиболее эффективной нормой ввода трепела в состав комбикормов для молодняка крупного рогатого скота является: KR-1 – 1,5 %, KR-2 – 2 %, KR-3 – 2–2,5 %.*

**Ключевые слова:** бычки; трепел; рацион; кровь; приросты.

## THE TRIPOLI OF BELARUSIAN DEPOSIT IN DIETS FOR YOUNG CATTLE

**V.F. Radchikov, E.A. Shnitko, V.P. Tsai, A.N. Kot**

RUE “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry”, Zhodino, Belarus

*It is determined that the use of tripoli for young cattle feeding has a positive effect on the physiological state of animals, as evidenced by morphological and biochemical composition of blood. The most effective rate of implementation of tripoli in a diet for young cattle is: KR-1 – 1,5 %, KR-2 – 2 %, KR-3 – 2–2,5 %.*

**Keywords:** calves; tripoli; diets; blood; weight gains.

**Введение.** Широкое распространение в стратегии защиты от микотоксинов в животноводстве получили кормовые сорбенты, так как их применение технологически легче воспроизводится, требует меньше трудозатрат и легче контролируется. Основная задача сорбентов заключается в том, чтобы сделать неусвояемыми как можно большее количество микотоксинов и вывести их из организма [1; 2; 3].

Сорбенты микотоксинов не перевариваются в желудочно-кишечном тракте и при высокой норме ввода снижают энергетическую плотность рациона. Поэтому они должны быть эффективными при низкой норме ввода. К сорбентам относятся цеолиты и цеолитсодержащие вещества [4; 5].

Цеолитовые туфы обладают уникальными адсорбционными, ионообменными, молекуллярно-ситовыми, каталитическими свойствами и являются своеобразными регуляторами процессов пищеварения у жвачных животных [6; 7; 8]. Природные сорбенты способны выводить из организма животных эндо – и экзотоксины, тяжелые металлы, радионуклиды.

Цеолиты – природные минералы из группы алюмосиликатов щелочных и щелочноземельных элементов со структурным каркасом, включающим полости, занятые катионами и молекулами воды. Цеолит содержит свыше 40 минеральных соединений (оксиды кремния, алюминия, железа, кальция, магния, натрия, калия и др.). Из микроэлементов, которые важны в кормлении животных, содержатся железо, медь, цинк, марганец, кобальт, селен, молибден [9; 10].

По химическому составу цеолитовые руды подразделяются на натриево-кальциевые, кальциевые, калиевые, калиево-натриевые, калиево-кальциевые. Цеолиты различных месторождений отличаются по химическому составу. Например, 1 кг цеолитсодержащего трепела Костюковичского месторождения (Могилевская область, Беларусь) содержит: железа – 4,5 г, меди – 64,0, калия – 3,0 г, натрия – 0,5 г, кальция – 0,8 г, фосфора – 0,1 г, магния – 1,7 г, цинка – 25,5 мг, марганца – 58,9 мг [11; 12; 13].

В связи с этим **целью работы** явилось разработка норм ввода и изучение эффективности использования сорбента белорусского месторождения в рационах молодняка крупного рогатого скота.

**Материал и методика исследований.** Исследования проведены в РУП «Экспериментальная база "Жодино"» Минской области на бычках черно-пестрой породы согласно схемы опытов (таблица 1).

**Таблица 1**  
**Схема опытов по эффективности использования трепела  
в рационах молодняка крупного рогатого скота**

Группа животных	Количество голов	Продолжительность опыта, дней	Живая масса при постановке на опыт, кг	Условия кормления
I научно-хозяйственный опыт				
I контрольная	15	60, 60, 93	54,0	Основной рацион (ОР)+ комбикорм КР-1
II опытная	15	60, 60, 93	53,7	ОР + 1,0 % трепела в составе комбикорма КР-1
III опытная	15	60, 60, 93	55,2	ОР + 1,5 % трепела в составе комбикорма КР-1
IV опытная	15	60, 60, 93	54,6	ОР + 2,0 % трепела в составе комбикорма КР-1
II научно-хозяйственный опыт				
I контрольная	15	60	81,0	Основной рацион (ОР)+ комбикорм КР-2
II опытная	15	60	80,1	ОР + 1,5 % трепела в составе комбикорма КР-2
III опытная	15	60	79,8	ОР + 2,0 % трепела в составе комбикорма КР-2
IV опытная	15	60	79,1	ОР + 2,5 % трепела в составе комбикорма КР-2
III научно-хозяйственный опыт				
I контрольная	15	93	127,1	Основной рацион (ОР)+ комбикорм КР-3
II опытная	15	93	127,7	ОР + 1,5 % трепела в составе комбикорма КР-3
III опытная	15	93	130,8	ОР + 2,0 % трепела в составе комбикорма КР-3
IV опытная	15	93	126,6	ОР + 2,5 % трепела в составе комбикорма КР-3

Исследования проведены на 4 группах клинически здоровых бычков с учетом живой массы и возраста. В каждой группе находилось по 15 голов.

Кормление животных осуществлялось согласно схеме, принятой в хозяйстве. Зоотехнический анализ кормов проводился в лаборатории качества продуктов животноводства и кормов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» по общепринятым методикам.

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** В результате проведения контрольных кормлений установлено, что рацион животных в первом опыте состоял из заменителя цельного молока, сена, кукурузы, сенажа и комбикорма, с включением разных доз трепела для опытных групп, во втором и третьем опытах – силосно-сенажная кормосмесь и комбикорм, с соответствующей долей трепела для опытных групп.

В первом научно-хозяйственном опыте бычки контрольной группы потребляли 2,40 к. ед. обменной энергии (ОЭ) 20,2 МДж, переваримого протеина (ПП) 242 г. Молодняк второй, третьей и четвертой опытных групп потребляли 2,42, 2,47, 2,43 к. ед., 20,5, 21,9, 21,3 МДж ОЭ, 235, 201, 245 г ПП, соответственно.

Исследованиями установлено, что подопытные животные потребляли с кормом 3,43–3,58 к. ед., 323–343 МДж ОЭ, 275–286 г ПП.

В рационе бычков контрольной группы в третьем опыте имелось 5,25 к. ед., ОЭ – 433 МДж, ПП – 381 г. Подопытный молодняк второй, третьей и четвертой опытных групп получал 5,17, 5,04, 5,02 к. ед., 422, 404, 402 МДж ОЭ, 374, 365, 363 г ПП, соответственно.

Для контроля за физиологическим состоянием животных в процессе проведения опыта были взяты образцы крови подопытного молодняка. Результаты исследований второго научно-хозяйственного опыта приведены в таблице 2.

**Таблица 2**  
**Морфо-биохимический состав крови подопытного молодняка**

Показатель	Опытная группа			
	I	II	III	IV
Гемоглобин, г/л	93,0±1,5	95,1±1,3	99,6±0,8	97,8±0,2
Эритроциты, млн/мм <sup>3</sup>	6,5±0,4	6,6±0,7	7,1±0,3	6,8±0,3
Лейкоциты, тыс./мм <sup>3</sup>	9,4±0,4	9,3±0,3	9,1±0,2	9,2±0,6
Общий белок, г/л	73,8±3,2	76,7±3,3	78,6±0,7	77,2±2,2
Глюкоза, ммоль/л	2,6±0,2	3,0±0,6	3,4±1,0	3,2±0,8
Мочевина ммоль/л	4,2±0,4	3,8±0,1	3,5±0,2	3,8±0,2
Кальций, ммоль/л	2,13±0,1	2,4±0,4	3,2±0,2	2,7±0,2
Фосфор, ммоль/л	1,57±0,04	1,6±0,05	1,8±0,02	1,7±0,01
Магний, ммоль/л	1,03±0,1	1,0±0,01	1,0±0,1	1,0±0,05
Железо, ммоль/л	20,0±2,0	20,4±2,4	21,7±1,8	20,6±2,1
Бактерицидная активность, %	61,7±0,8	61,9±0,7	62,9±0,8	61,0±1,6
Лизоцимная активность, %	3,8±0,08	3,9±0,1	4,2±0,1	3,8±0,2
β-лизинная активность, %	13,9±0,6	14,8±0,6	14,9±0,3	15,7±0,2

В результате опытов отмечено увеличение содержания эритроцитов и гемоглобина в крови животных опытных групп, что указывает на усиление обменных процессов в их организме. В крови молодняка данных групп выявлено также повышение количества общего белка. Содержание глюкозы было на уровне физиологической нормы и пределы колебания между группами были незначительными.

Снижение концентрации мочевины в сыворотке крови в пределах физиологической нормы – признак рационального использования протеина корма организмом.

Бактерицидная активность сыворотки крови бычков III группы была выше на 1,2 %, а лизоцимная активность – на 0,4 % чем у животных I группы.

Одним из основных показателей эффективности использования в кормлении сельскохозяйственных животных кормовых добавок является изменение их живой массы и продуктивность, которые представлены в таблице 3.

При скармливании бычкам первого опыта комбикорма КР-1, содержащего 1 % трепела, среднесуточный прирост живой массы составил 581 г, что практически оказалось на уровне контрольной группы (увеличился на 1,7 %). Увеличение количества вводимой минеральной добавки до 1,5 % обеспечило получение 630 г среднесуточного прироста, что достоверно на 59 г ( $P < 0,05$ ), или на 10,3 % выше, чем в контрольной группе.

При включении в рацион бычков 4 опытной группы комбикорма, содержащего 2 % трепела, получен среднесуточный прирост 610 г, что на 6,8 % выше контроля.

Лучшие результаты во втором научно-хозяйственном опыте получены при скармливании бычкам комбикорма КР-2 с включением 2 % изучаемой добавки. При этом среднесуточный прирост живой массы животных данной группы был достоверно выше контрольной на 67 г ( $P < 0,05$ ), или 8,6 %. При включении в рацион бычков комбикорма, содержащего 1,5 и 2,5 % трепела, увеличение приростов составило 3,1 и 2,8 % ( $P > 0,05$ ).

Включение в рацион животных комбикорма КР-3, включающего 2 и 2,5 % трепела, обеспечило увеличение прироста живой массы на 8,0 и 9,7 % ( $P < 0,05$ ), соответственно.

Таблица 3

## Изменение живой массы и среднесуточные приrostы опытных животных

Показатель	Опытная группа			
	I	II	III	IV
<b>I научно-хозяйственный опыт</b>				
Живая масса, кг:				
в начале опыта	54,0±0,83	53,7±0,76	55,2±0,85	54,6±0,83
в конце опыта	88,3±1,16	88,6±1,36	93,0±1,68	91,2±2,13
Валовой прирост, кг	34,2±0,84	34,8±0,91	37,8±1,21	36,6±1,66
Среднесуточный прирост, г	571±13,9	581±15,1	630±20,2	610±27,5
в % к контролю	100	101,7	110,3	106,8
<b>II научно-хозяйственный опыт</b>				
Живая масса, кг:				
в начале опыта	81±0,96	80,1±0,81	79,8±0,77	79,1±0,87
в конце опыта	127,1±1,49	127,7±1,9	130±1,78	126,6±2,14
Валовой прирост, кг	46,1±1,08	47,6±1,81	50,1±1,5	47,4±3,85
Среднесуточный прирост, г	768±18	793±30,1	835±24,8	791±64,1
в % к контролю	100	103,1	108,6	102,8
<b>III научно-хозяйственный опыт</b>				
Живая масса, кг:				
в начале опыта	127,1±1,49	127,7±1,99	130,0±1,78	126,6±2,14
в конце опыта	202,5±1,97	205,4±2,20	211,4±2,56	209,3±3,35
Валовой прирост, кг	75,4±1,56	77,6±1,34	81,4±2,01	82,7±2,70
Среднесуточный прирост, г	810 ±16,8	835±14,3	875±21,6	889±29
в % к контролю	100	103	108*	109,7*

**Заключение.** Включение в рацион молодняка крупного рогатого скота трепела оказывает положительное влияние на физиологическое состояние животных, о чем свидетельствует морфо-биохимический состав крови. Лучшие результаты получены при включении трепела в состав комбикормов для молодняка крупного рогатого скота: КР-1 – 1,5 %, КР-2 – 2 %, КР-3 – 2–2,5 %.

## Список литературы

- Кузнецов Н.А. Адсорбенты против микотоксинов: как победить скрытую опасность // Наше сельское хозяйство. – 2011. – №5. – С. 30–33.
- Радчиков В.Ф., Шнитко Е.А., Бесараб Г.В., Пилюк Н.В., Букас В.В. Показатели рубцового метаболизма при скармливании добавок сорбирующего, пробиотического и симбиотического действия // Актуальные проблемы биологии в животноводстве : материалы VI междунар. конф. посвящ. 55-летию ВНИИФБиП (г. Боровск, 15–17 сентября 2015 г.). – Боровск, ВНИИФБиП, 2015. – С. 145–146.
- Радчиков В.Ф., Шнитко Е.А. Использование новых кормовых добавок в рационе молодняка крупного рогатого скота // Научные основы повышения продуктивности с.-х животных: сборник научных трудов СКНИИЖ. Ч. 2 / СКНИИЖ. – Краснодар, 2013. – С. 145–150.
- Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / А. П. Калашников [и др.]. – Москва, 2003. – 456 с.
- Радчиков В.Ф., Шнитко Е.А., Ярошевич С.А. Влияние разных доз трепела на продуктивность молодняка крупного рогатого скота // Розведення і генетика тварин. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Випуск 46. До 90-річчя заснування Інституту розведення і генетика тварин НААН. Матеріали науково-практичної конференції «Розведення та селекція сільськогосподарських тварин: історичний досвід, сучасне, майбутнє». – Інститут розведення і генетики тварин НААН, Київ, 2012. – С. 334–336.
- Кузнецов С.Г. Природные цеолиты в кормлении животных // Зоотехния. – 1993. – № 9. – С. 13.
- Левахин В.И. Использование цеолита при выращивании бычков симментальской породы // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2011. – № 5. – С. 7.
- Радчиков В.Ф., Шнитко, Е.А. Переваримость и использование питательных веществ кормов при скармливании бычкам трепела // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. – Ставрополь, 2014. Т. 2. № 7. – 2014. – С. 243–245.
- Ярмоц Л.П. Цеолит в рационах молочных коров и свиней // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2011. – № 1. – С. 51–53.

10. Радчиков В.Ф., Шнитко Е.А., Бесараб Г.В., Будько В.М., Шевцов А.Н. Использование питательных веществ при скармливании бычкам трепела // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми фізіології тварин» (23–25 червня, 2016 р.) м. Одеса, Україна – С. 42.
11. Рубина М.В. Продуктивность свиней на откорме при введении в рацион трепела и пикумина : автореф. ... дис. канд. с.-х. наук. – Жодино, 2001. – 19 с.
12. Содержание, кормление и уход за животными: справ. пособие / В.А. Медведский. – Минск, 2007. – 209 с.
13. Радчиков, В.Ф., Шнитко, Е.А. Эффективность использования трепела в рационах молодняка крупного рогатого скота // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. Т. 47, ч. 2 / Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству ; редкол. : И.П. Шейко (гл. ред.) [и др.]. – Жодино: Науч.-практический центр НАН Беларуси по жив-ву, 2012. – С. 216–223.

# **СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ РЕГИОНОВ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ ГЛОБАЛЬНЫХ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ДО 2030 ГОДА**

**Л.Г. Руденко**

*Институт географии НАН Украины,  
г. Киев, Украина, e-mail: l.gr.rudenko@gmail.com*

*Рассмотрен сложный процесс перехода к новой модели развития в XXI веке в основе которой находится парадигма устойчивого развития. Акцентировано внимание на проблеме исчерпаемости сырьевых ресурсов, ухудшении их качества и загрязнении компонентов природы. Для предотвращения деградации ресурсов и природной среды в целом рекомендуется использовать цели устойчивого развития до 2030 г. С разработкой стратегических и операционных целей в основе которых находятся определенные индикаторы и показатели.*

**Ключевые слова:** сырьевые ресурсы; устойчивое развитие; цели устойчивого развития.

## **THE RAW MATERIALS OF REGIONS THROUGH THE PRISM OF GLOBAL SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS TILL 2030**

**L. Rudenko**

*Institute of Geography of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

*The article examines the complex process of transition to a new development model in the 21<sup>st</sup> century which is based on a sustainable development paradigm. An attention is focused on the problem of raw materials exhaustion, deterioration of their quality and nature components pollution. To prevent the degradation of resources and environment in general, it is recommended to use the goals of sustainable development till 2030 with the development of strategic and operational goals based on certain indexes and indicators.*

**Keywords:** raw materials; sustainable development; sustainable development goals.

В мире более миллиарда семей, особенно в сельской местности, непосредственно зависят от природных ресурсов для обеспечения своей жизнедеятельности. Остальное население, по известным причинам, также зависит от наличия природных ресурсов, особенно минерально-сырьевых.

Заканчивается очень длительный период развития Общества, который был полностью ориентирован на использование сырьевых ресурсов. Они фактически все это время являлись основой жизнедеятельности человека, т.к. были основным источником материального производства. Это касается как биотических, так и абиотических ресурсов.

Процесс длительного интенсивного использования сырьевых ресурсов сопровождался значительными их изменениями и в количественном, и в качественном смысле. Часть ресурсов, например, минеральных, находится на стадии исчезновения или становится тяжело доступной, или со значительно ухудшенными природными свойствами. Часть природных ресурсов вследствие влияния хозяйственной деятельности человека уже сегодня имеет изменившие природные экологические свойства. И вместе с тем они во многих случаях являются определяющими в жизни человека. Эти обстоятельства фактически принуждают совершенствовать экологическую политику с ее ориентацией на понимание долгосрочных последствий того, что осуществляется сегодня. К сожалению, не все управленцы понимают эти последствия или понимают, но не осуществляют, не усиливают природоохранные мероприятия, потому что это приведет к принятию решений, ориентированных не на сегодняшний день, а на отдаленную перспективу. В большинстве случаев это не совпадает с интересами большого бизнеса, заинтересованного в получении прибыли в ближайшее время.

Развитие Общества многие политологи и экономисты рассматривают за многими сценариями. Наиболее общими являются такие возможные сценарии:

1. Консервативный: поиск новых видов ресурсов, обеспечивающих поддержание развития и рост ВВП;

2. Технологический: использование эффективных технологий, которые благоприятствуют возрастанию ВВП и направлены на значительное сокращение разных видов ресурсов, особенно минеральных;

3. Социальный: не предусматривается обеспечение собственных благ человека, зависящих от роста ВВП.

К сожалению, нам неизвестны подтвержденные факты, что объемы использования ресурсов сокращаются, а ВВП растет. Прибыль компаний зависит от объемов продажи товаров и услуг. Это приводит к тому, что продолжается формирование личности в рамках потребительства и неразумного отношения к природным ресурсам.

Мировая общественность установила, что при существующих программах развития не избежать катастрофы, обусловленной исчерпаемостью сырьевых ресурсов и значительным ухудшением их природных экологических свойств.

В настоящее время к сырьевым ресурсам можно отнести все виды природных ресурсов, т. к. они в той или иной мере используются в жизнедеятельности человека. Это и солнечная энергия, и воздух, и вода, и нефть, металлические руды и т. д. Как известно, все сырьевые ресурсы разделяются на две группы: биотические и abiотические. Каждый регион мира имеет определенный «набор» и сосредоточение сырьевых ресурсов. Как уже отмечалось, они по разным причинам находятся в состоянии деградации.

*Атмосферный воздух* и *поверхностные воды* являются наиболее динамичными компонентами природы. Их состояние постоянно меняется. В последние 50 лет на них существенное влияние оказывает хозяйственная деятельность человека. Ежегодно в воздух выbrasывается огромное количество загрязняющих веществ. Около 70 % из них поступают от стационарных источников. Для Украины основными загрязнителями воздуха являются предприятия, которые имеют сильную изношенность основных фондов и устаревшие технологии. Это, в основном, предприятия перерабатывающей и обрабатывающей промышленности (около 40 % всех выбросов).

Несмотря на значительное сокращение промышленного производства в Украине, как впрочем, и в других бывших союзных республиках, во многих местностях, особенно в городах, часто наблюдается значительное превышение гранично допустимых концентраций диоксина, формальдегида, фенола, оксидов азота и других загрязнителей.

Обеспечение жизнедеятельности человека *водными ресурсами* и ухудшение их качества в XXI веке выходит на первый план. Население многих регионов мира не имеет доступа к качественной питьевой воде, не имеет гарантированных источников водопотребления, ощущает ухудшение экологического состояния водоемов по санитарно-химическим и санитарно-эпидемиологическим показателям. По-прежнему главенствующими факторами ухудшения качества поверхностных вод являются: изношенность основных фондов очистных систем, канализационных сетей и промышленных предприятий; значительные объемы сброса неочищенных вод; интенсивная и нерегулированная застройка водоохраных зон и прибрежных территорий водных объектов; деградация малых рек и водостоков вследствие интенсивной хозяйственной деятельности.

*Земельные ресурсы* большинства регионов мира находятся не в лучшем природном состоянии и продолжается их деградация: развитие эрозионных процессов, загрязнение вследствие использования пестицидов и гербицидов; потеря гумуса, засоление и осолонцевание, изменение кислотно-щелочных условий и многое другое.

Во всех регионах мира ощущается исчерпанность или обеднение запасов *минеральных ресурсов*. Коренному пересмотру подлежат технологии комплексного использования этого вида ресурсов. Как и прежде, во многих случаях основное внимание уделяется извлечению одного или нескольких компонентов рудного сырья, остальное идет в отвалы. В настоящее время лишь около 2 тонн из извлеченных 50 превращается в качественный продукт, который позже также становится отходом производства. К примеру, в Украине после переработки различных руд в месте их добычи уже накопилось около 36 млрд куб. м отходов.

Не уделяется должного внимания и вопросам рекультивации нарушенных территорий. Предприятия горнодобывающей промышленности являются одними из самых крупных загрязнителей природных ландшафтов.

В постоянном прессинге пребывают *ресурсы растительного и животного мира*. Угрозой для них является неконтролируемое и не всегда оправданное использование местных ресурсов, интенсивное ведение сельского хозяйства, уничтожение или резкое сокращение природных экологических свойств отдельных компонентов природы, являющихся средой обитания животных организмов, появление инвазионных видов растений, непродуманная замена местных сортов и форм селекционными сортами, создание монокультур в лесных системах и прочее.

Академик НАН Украины Ю.Р. Шеляг-Сосонко акцентировал внимание, что растительность определяет энергетический баланс биосферы и круговорот вещества, т. е. она играет ведущую роль в биосфере и обуславливает происходящие в ней процессы, включая эволюцию, растительность влияет и на формирование почв [3].

Сложившаяся неблагоприятная ситуация с сырьевыми ресурсами в большинстве регионов мира обусловила необходимость поиска разных инструментов смягчения влияния человека на состояние сырьевых ресурсов.

Главной мировоззренческой парадигмой развития в XXI веке в Рио-де-Жанейро в 1996 г. на конференции ООН в «Порядке дня на XXI ст.» была принята парадигма устойчивого развития. Она стала альтернативой господствующей модели развития в основе которой находится природа и сырьевые ресурсы. Они рассматривались как главный источник для производства различной продукции. Классическое определение *устойчивого развития* сформировано в 1987 г.: развитие, отвечающее проблемам сегодняшнего дня, не нанося ущерба возможностям будущих поколений обеспечить свои потребности. В основе такого развития находятся известные принципы устойчивого развития:

- совмещение сохранения природы и развития Общества;
- удовлетворение основных потребностей человека;
- достижение равности и социальной справедливости;
- обеспечение социального самоопределения и культурного разнообразия;
- ликвидация несбалансированных моделей производства и потребления;
- экономное и эффективное использование ресурсов и другие.

Обеспечение сбалансированности экономического, социального и экологического развития не является технологической проблемой. В первую очередь, это проблема осмысливания представителями всех слоев населения опасности экологического кризиса и его последствий для жизни человека и живых организмов. Это проблема коренных изменений общественных отношений и формирование такого Общества, которое не разрушает среду своего существования. Внедрение мировоззренческой парадигмы общественного развития в значительной степени зависит от этических устоев Общества и его отношения к Природе не как неисчерпаемому ресурсу, а как к среде жизни человека и других живых организмов. Должно произойти переоценивание доминирующих ценностей и направлений общественного развития. Главенствующим условием приостановления деградации окружающей среды является сохранение экологических свойств компонентов природы, сохранение природного и культурного наследия, адаптация общественной деятельности к возможностям экосистем поддерживать жизнь на Земле.

Реализация принципов устойчивого развития требует формирования стратегического видения направлений развития, в основе которых должна находиться новая философия мышления и новые аспекты политических и организационных решений. Переход к устойчивому развитию требует глубоких структурных изменений в управлении и новых методов работы в разных отраслях экономической, социальной и политической жизни.

Система управления устойчивым развитием должна использовать модель публичного управления, предусматривающую взаимодействие государственных, частных и общественных структур. Внедрение такой модели связано с реализацией целого ряда сложных управлений-

ских задач, а именно: формирование общего видения целей развития государства, отраслей экономики и регионов; определение стратегических и операционных целей развития, в основе которых находятся определенные индикаторы и показатели; укрепление институций, отвечающих за участие заинтересованных стран в принятии решений, осуществление межотраслевого и межрегионального взаимодействия и стратегическое планирование учитывающее запросы и интересы будущих поколений; принятие согласованных решений при участии представителей заинтересованных государственных, частных и общественных структур.

В сентябре 2015 г. на саммите ООН по устойчивому развитию в Нью-Йорке в рамках 70-й юбилейной сессии генеральной Ассамблеи ООН главы государств и правительств согласовали порядок дня мирового развития на период после 2015 г. и определили 17 глобальных целей устойчивого развития на период до 2030 г. охватывающих 169 задач.

Без сомнения, определение целей устойчивого развития до 2030 г. вызывает потребность во всех государствах мира пересмотреть и уточнить целевые функции, разработанных ранее в Стратегии устойчивого развития. Национальные цели развития государств, ориентированные на глобальные цели 2030, должны учитывать специфику развития каждого государства: политические, экономические, социальные, экологические, моральные и культурные ценности, свойственные народу, проживающему в конкретном государстве.

Фактически каждая из 17 целей развития в той или иной мере должна учитывать состояние сырьевых ресурсов и природной среды в целом. Пять целей (6, 7, 13, 14, и 15) непосредственно посвящены проблеме рационального использования и сохранения природных ресурсов.

Достижение глобальных целей развития осуществляется через определение стратегических и операционных целей. В их основе находятся разработанные в каждом государстве ключевые индикаторы и целевые показатели достижения целей, которые предстоит разрабатывать, «привязав» их к установленным этапам развития.

Приходится напоминать, особенно политикам, о книге Дениса Медоуза «Пределы роста», которая явилась определенным результатом деятельности «Римского клуба» по реализации необыкновенно смелого проекта «Сложное положение человечества». Среди многих настораживающих выводов, приведем следующий: «Теперь должно быть ясно, что все ситуации с выбором являются следствием одного, единственного факта – Земля конечна. Чем ближе любой вид человеческой деятельности подходит к реальным пределам способности Земли поддерживать этот вид деятельности, тем более явными и неразрешенными становятся ситуации с таким выбором» [1].

#### Список литературы

1. Медоуз Доннела Х., Медоус Денис Л., Рэндерс Йорген, Беренс III Вильям. Пределы роста ; пер. с англ. – М.: Изд-во МГУ, 1991.
2. Состояние выполнения в Украине положений «Порядка дня в XXI столетии» (2002–2012) / под ред. Л.Г. Руденко. – Киев: Академпериодика, 2014.
3. Шеляг-Сосонко Ю.Р. Все, что человек делает с природой – он делает сам с собой // Состояние растительности – главная проблема мирового сообщества // Живая Украина, экологический журнал, № 1–2. – Киев, 2008.

# КАРТА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Л.Н. Рябова, И.А. Залыгина

Институт природопользования НАН Беларуси,  
г. Минск, Беларусь, e-mail: ryabova@nature.basnet.by

Получены новые данные по содержанию в донных отложениях микроэлементов, сульфатов, хлоридов, нитратов, нефтепродуктов, СПАВ и фенолов, на основании которых построена Карта загрязнения донных отложений территории Брестской области масштаба 1:200 000. Установлено, что геохимическое состояние донных отложений в водоемах находится в удовлетворительном состоянии, степень загрязненности тяжелыми металлами оценивается как допустимая.

**Ключевые слова:** донные отложения; карта загрязнения; концентрация; коэффициент загрязнения.

## THE MAP OF THE CONTAMINATION OF THE GROUND SEDIMENTATIONS OF THE TERRITORY OF BREST AREA

L. Ruabova, I. Zalygina

Institute for Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus,  
Minsk, Belarus

New data on the content of trace elements in ground sediments, sulfates, chlorides, nitrates, mineral oil, detergents and phenols, which is constructed on the basis of sediment contamination of the Brest region map scale of 1: 200 000. It is found that the state of geochemical sediment in reservoirs is in satisfactory condition, the degree of heavy metal contamination is estimated as allowable.

**Keywords:** ground sedimentations; the map of contamination; concentration; the coefficient of contamination.

Картографическое обобщение геохимических материалов донных отложений проводилось по данным, полученным в рамках выполнения геоэкологических исследований территории Брестской области в 2013–2015 гг. Отбор проб осуществлялся сотрудниками Института природопользования НАН Беларуси, химические анализы проб выполнялись в Центральной лаборатории ГП «НПЦ по геологии». Определение обменной кислотности проводилось в вытяжке 1N KCl методом потенциометрии. Изучение содержания водорастворимых веществ выполнялось с помощью водных вытяжек. Сульфаты определялись гравиметрическим методом, хлориды — с использованием титрометрии, определение соединений азота определялось фотоколометрическим методом. Определение нефтепродуктов в образцах производилось флюориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02». На проведение работ по выполнению вышеперечисленных анализов имеется аккредитация. Анализ микроэлементного состава выполнялся с использованием эмиссионного спектрального метода.

Построение геохимических карт, отражающих геоэкологическое состояние донных отложений, осуществлялось с использованием программного обеспечения «Map Info 8.5» на электронной (цифровой) топографической основе Брестской области масштаба 1:200 000 с использованием геохимических данных по 231 пробе донных отложений.

Геохимические данные обрабатывались методами математической статистики. Анализировались результаты статистической обработки для всей выборки в целом, а также выборки геохимических данных, сформированных по отложениям в основных типах водных объектов и различного гранулометрического состава.

Полученная геохимическая информация свидетельствует о широком разбросе показателей всех определяемых ингредиентов в донных отложениях. Кислотно-щелочные условия варьируют от кислой до щелочной среды, при этом превалирует слабощелочная реакция. По величине коэффициентов вариации водорастворимых соединений (в порядке убывания) составлен ряд:  $\text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_2^- > \text{PO}_4^{3-} > \text{NO}_3^-$ .

Концентрации нефтепродуктов, СПАВ и фенолов в донных отложениях изменяются в широких пределах (таблица 1). Превышение ПДК нефтепродуктов [1] выявлено в 12,3 % от общего количества проб.

Микроэлементный состав донных отложений отличается более стабильными показателями их концентрации, коэффициенты вариации менее 100 %, за исключением кобальта. Высокими показателями вариабельности характеризуются редкие и рассеянные элементы, встречаемость которых менее 50 %. Медианные концентрации микроэлементов в большинстве случаев выше средних значений, что связано с ограниченным количеством проб, содержания которых находятся в поле высоких значений.

Данные по выборке средних содержаний ингредиентов в донных отложениях основных типов водных объектов (таблица 2) показали, что максимальное накопление в них соединений азота, хлоридов и фосфатов характерно для рек, сульфаты концентрируются в большей степени в отложениях мелиоративных каналов.

Характерной чертой геохимического состояния донных отложений на территории Брестской области является значительное превышение в них (в десятки и сотни раз) концентраций водорастворимых форм сульфатов над их содержаниями в прилегающих к водоему почвах и торфяниках. Это объясняется рядом причин, основными из которых являются вынос подвижных соединений из почв прилегающих ландшафтов, в основном мелиорированных, и повышенной продуктивностью сульфатредукции при значительных запасах растворенных в воде сульфатов, особенно в тех водоемах, где в придонных слоях создается режим кислородной недостаточности. Концентрация сульфатов в донных отложениях зависит не только от абсолютного содержания в них органического вещества, но и в большей степени, от интенсивности тех процессов, которые протекают на контакте осадка и водной массы.

**Таблица 1**  
**Содержание нефтепродуктов, СПАВ и фенолов в донных отложениях территории Брестской области**

Ингредиент	Sреднее (n = 231)	Ошибка среднего (±)	Минимум	Максимум	Медиана	Встреча- емость
	мг/кг					%
Нефтепродукты	45,92	11,52	0,19	1268,78	4,97	70,3
СПАВ	0,008	0,0008	< 0,025	0,126	0,01	56,5
Фенолы	0,0003	0,00004	< 0,0001	0,0030	0,0002	10,9

**Таблица 2**  
**Средние концентрации водорастворимых соединений в донных отложениях основных типов водоемов на территории Брестской области**

Тип водоема	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>
	мг/кг возд. сух. в-ва					
Река (n=127)	8,6 0,5-75,0	9,4 0,1-70,2	0,9 0,1-7,5	623,2 1,0-6143,7	77,9 10,2-3078,8	1,4 0,1-8,4
Канал (n=61)	11,3 0,7-131,3	7,1 0-48,1	0,5 0,03-5,3	1220,3 1,0-9382,2	48,7 4,9-305,4	0,8 0,05-7,1
Озеро (n=21)	8,9 1,0-30,0	4,8 1,0-26,8	0,6 0,1-3,0	214,5 2,0-1462,9	35,9 10,0-165,6	1,0 0,1-3,6
Пруд (n=11)	5,7 1,0-8,8	9,6 1,5-23,9	0,8 0,07-1,8	180,3 1,0-703,7	30,9 14,7-50,9	0,9 0,2-2,4
Водохрани- лище (n=11)	4,6 0,7-10,0	7,6 3,5-20,4	0,2 0,07-0,3	71,0 2,1-275,7	23,0 10,2-35,1	1,3 0,05-2,9

Средние содержания и разброс концентраций микроэлементов в донных отложениях основных типов водоемов приведены в таблице 3.

В соответствии со значениями коэффициентов суммарного накопления микроэлементов ( $R_7$  – Ni, Co, V, Cr, Pb, Cu, Zn), для донных отложений составлен ряд водных объектов в порядке убывания величины коэффициента: реки (132,1 мг/кг) – каналы (102,9) – пруды (98,6) – водохранилища (89) – озера (77,6 мг/кг).

Максимальные средние концентрации никеля, кобальта, ванадия, хрома, меди, цинка характерны для рек, свинца – для прудов и водохранилищ

В целом, можно отметить, что накопление микроэлементов в донных отложениях во многом определяется их гранулометрическим составом, количеством органического вещества и его составом.

Полученные данные по содержанию нормируемых элементов (Ni, Co, V, Mn, Cr, Pb, Zn, Cu) в донных отложениях Брестской области показали, что приоритетными загрязнителями являются кобальт, концентрации которого превышают гигиенические нормы для почв [1] в 3,6 %, никеля – 2,9 %, цинка – 2,2 % от общего количества проб.

На основании проведенного анализа и обобщения полученных данных были построены геохимические карты масштаба 1:200 000: загрязнения донных отложений водорастворимыми соединениями (нитраты, нитриты, аммоний, сульфаты, хлориды) и комплексного загрязнения донных отложений тяжелыми металлами (по суммарному показателю загрязнения –  $Z_c$ ) [2].

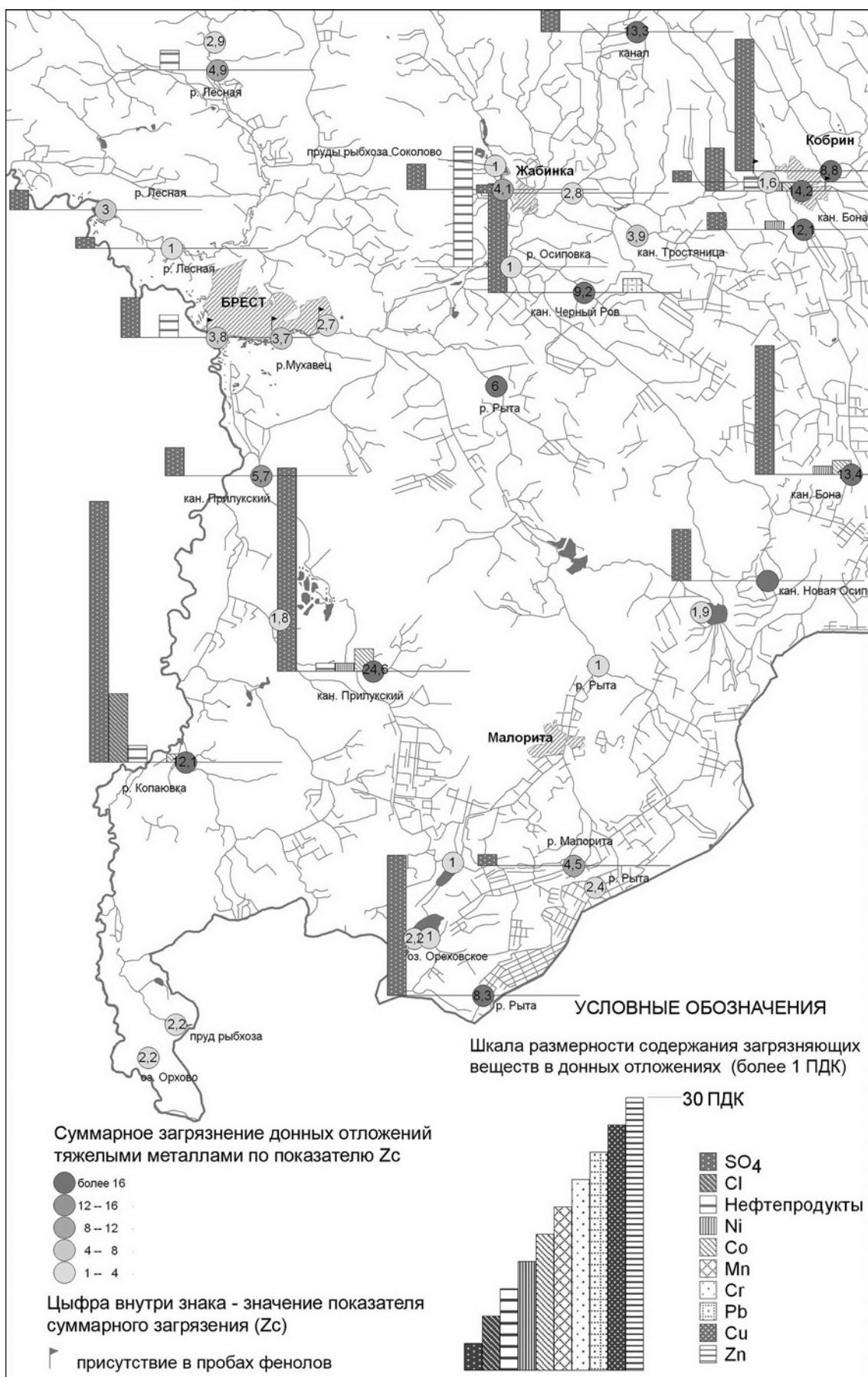
На рисунке представлен генерализованный фрагмент карты загрязнения донных отложений химическими веществами в точках опробования (масштаб 1:400000), содержащий информацию о загрязнении донных отложений тяжелыми металлами по суммарному показателю загрязнения ( $Z_c$ ), превышении ПДК/ОДК тяжелых металлов, нефтепродуктов, сульфатов и хлоридов, а также присутствие в донных отложениях фенолов.

При расчете суммарного показателя загрязнения для каждой пробы донных отложений подбирались фоновые концентрации в соответствии с геохимическими особенностями литологического состава отложений и почвенного покрова территории в точке опробования.

**Таблица 3**  
**Средние концентрации микроэлементов в донных отложениях**  
**основных типов водоемов Брестской области**

Тип водного объекта	Ni	Co	V	Mn	Cr	Pb	Cu	Zn
	мг/кг возд. сух. в-ва							
Река ( $n=127$ )	13,8 0,7-70	8,6 0-50	22,1 1-70	377,6 100-5000	30,3 0,7-200	13,7 1-50	11,3 2-30	32,3 0-200
Канал ( $n=61$ )	11,2 1-20	6,9 0,5-50	13,0 2-50	291,4 100-1000	27,3 7-70	12,1 0,7-50	9,9 2-20	23,5 0-50
Озеро ( $n=21$ )	8,2 0,7-70	3,7 0-30	12,6 0,7-50	225,0 30-500	20,1 0-100	8,7 0,7-30	6,7 1-20	17,6 0-30
Пруд ( $n=11$ )	9,3 1-20	6,2 0,5-20	13,4 1-30	175,0 100-300	29,4 10-70	14,0 2-30	9,4 3-15	16,9 0-30
Водохранилище ( $n=11$ )	7,2 1-15	1,4 0,7-5	9,0 3-30	190,9 100-300	18,4 7-50	14,3 7-30	9,8 3-15	29,5 22-50

Примечание: в числителе – средние содержания, в знаменателе – пределы концентраций.



Фрагмент Карты загрязнения химическими веществами донных отложений на территории Брестской области. Масштаб 1:400 000

Полученные результаты исследований показали, что значения суммарного показателя загрязнения донных отложений Брестской области по восьми нормируемым элементам (Ni, Co, Mn, Cr, Pb, Cu, Zn, V) варьируют в пределах от менее единицы до 24,6. Согласно оценочной шкале опасности загрязнения по суммарному показателю практически все исследуемые отложения относятся к категории допустимого загрязнения тяжелыми металлами ( $Z_c < 16$ ) и только 1,7 % попадают в категорию опасного уровня загрязнения ( $Z_c > 16$ ).

В целом, приведенные материалы показали, что донные отложения, являясь продуктом как аллювиального литогенеза, так и сноса химических элементов в растворенном и взвешенном состоянии с прилегающих территорий, выступают как геохимический барьер, на котором концентрируются часто ассоциацией тех же элементов, что и в почвенном покрове. Самые низкие содержания соединений фосфора в донных отложениях чаще всего приурочены к бассейнам с высокой долей торфяных почв, наиболее высокие – к территориям с песчаными, реже супесчаными почвами. Это свидетельствует о внесении чрезмерно высоких доз фосфорных минеральных удобрений на поля, интенсивных процессах зафосфачивания компонентов агротехнологичных ландшафтов. Характерная черта геохимии донных отложений – высокие концентрации сульфатов, превышающие во много раз их содержания в компонентах окружающего ландшафта.

#### Список литературы

1. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно-допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве: гигиенические нормативы 2.1.7.12-1.-2004 // Сб. нормативных документов по разделу коммунальной гигиены. – Минск, 2005. – С. 25–45.
2. Саэт Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. [и др.]. Геохимия окружающей среды. – М.: Недра, 1990. – 335 с.

# ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДОСБОРНОГО БАССЕЙНА ВОДОХРАНИЛИЩА ПТИЧЬ

М.И. Струк, С.Г. Живнач, Г.М. Бокая

Институт природопользования НАН Беларусь,  
г. Минск, Беларусь, e-mail: geosystem1@rambler.ru

*Приведена оценка химического загрязнения вод водохранилища Птичье. Определена его зависимость от экологического состояния водосборного бассейна. Показаны природно-ландшафтные условия и особенности природопользования в его пределах, оказывающие влияние на качество вод водохранилища.*

**Ключевые слова:** оценка; водохранилище; бассейн; экологическое состояние

## THE GEOECOLOGICAL ESTIMATION OF THE CATCH BASIN OF PTICH RESERVOIR

M.I. Struk, S.G. Zhivnach, G.M. Bokaya

Institute for Nature Management of the NAS of Belarus,  
Minsk, Belarus

*The estimation of the chemical pollution of the waters of Ptich reservoir is given. Its dependence on the ecological state of catch basin is determined. Natural-topographical conditions and the special features of use of natural resources in its boundaries, which have an effect on the quality of the waters of reservoir are shown.*

**Keywords:** estimation; reservoir; catch basin; ecological state

В пригородной зоне Минска располагаются водохранилища, которые играют исключительно важную роль в обеспечении его функционирования, выполняя рекреационную и водохозяйственную функции [2]. Их строительство предопределила специфика физико-географического положения города – его нахождение на водораздельной возвышенности, в пределах которой отсутствуют большие реки и озера.

На базе практически каждого из указанных водохранилищ созданы крупные зоны отдыха и оздоровления городских жителей. К их числу относится и водохранилище Птичье. Его рекреационное значение среди других таких объектов особенно высоко в силу размещения данного водоема в юго-западном направлении от города, где он является единственным на 3 сектора пригородной зоны – западный, юго-западный и южный.

Со временем подобного рода значение будет повышаться не только в связи с ростом городского населения, но и созданием вокруг Минска городов-спутников. Сформированная на основе рассматриваемого водохранилища зона отдыха будет также использоваться в рекреационных целях жителями одного из них – Фаниполя. Отсюда важность обеспечения в данном водоеме должного качества вод, из чего следует актуальность исследования по оценке ключевого фактора его формирования – экологического состояния водосборного бассейна.

В ходе исследования последовательно решались задачи по выявлению особенностей химического загрязнения вод водохранилища Птичье, а также значимых для его формирования природно-ландшафтных предпосылок и специфики природопользования в водосборном бассейне.

**Химическое загрязнение вод водохранилища Птичье.** Водохранилище Птичье расположается в 6 км на юго-запад от Минска. Создано оно в рекреационных целях в 1968 г. на одноименной реке. Его площадь составляет  $0,85 \text{ км}^2$ , объем воды –  $2,8 \text{ млн м}^3$ . Средняя глубина водохранилища 3,3 м, наибольшая – 6,5 м. Площадь водосбора составляет  $143 \text{ км}^2$ . Среднегодовой объем стока в створе плотины –  $27,6 \text{ млн м}^3$  [1].

По внешнему водообмену водохранилище является среднепроточным и относится к водоемам аккумулятивно-транзитного класса. Период водообмена в нем составляет немногим более 1 месяца, что соответствует требованиям, предъявляемым к рекреационным водоемам.

Материалами для оценки качества вод водохранилища послужили собственные данные авторов, полученные в результате полевых исследований в период 2009–2016 гг. Водные пробы отбирались по сезонам года в самом водоеме, а также в речных створах, расположенных выше и ниже его. Оценка их химического загрязнения опиралась на использование ПДК химических веществ для водоемов рыбохозяйственного назначения, как на более жесткие.

Выполненные анализы проб показали, что основное влияние на загрязнение водоема оказывают биогенные вещества – соединения азота и фосфора. За рассмотренный период наблюдений периодически фиксировались превышения ПДК по азоту аммонийному, азоту нитритному, фосфору фосфатов. Максимальные их значения по первому из них составили 2,7, второму – 21,2 и по третьему – 4,0 раза. Доля всех водных проб, в которых фиксировались превышения ПДК хотя бы по одному из указанных веществ, составила 54 % от их общего количества (таблица 1).

Приведенная величина свидетельствует о том, что биогенное загрязнение вод водохранилища носит устойчивый характер. В вещественном отношении основную роль играет фосфор фосфатов, по которому отмечены повышенные концентрации в четвертой части проб, далее следуют соединения азота нитритного и азота аммонийного – примерно в седьмой части.

В сезонном распределении случаев биогенного загрязнения водохранилища и речных створов выше и ниже его большая их часть приходится на зиму – 85 % от общего числа. Это в 2 и более раз выше, нежели в остальные сезоны, показатели которых являются сходными (лето – 42 %, осень – 40 %) при их наименьшем значении (37 %) весной. Подобное распределение согласуется, во-первых, с интенсивностью биопродукционных процессов в водоеме, ее минимальной величиной зимой, во-вторых, с разбавляющим влиянием талых снеговых вод, поступающих в водохранилище с весенным половодьем.

Зимний сезон выделяется также более высокой повторяемостью концентраций выше ПДК и для соединений азота. Так, по азоту нитритному она превышает соответствующий летний показатель в 1,4 раза, по азоту аммонийному – в 2,8 раза. По фосфору фосфатному подобного рода повторяемость более равномерная. Данное вещество является основным загрязнителем вод во все сезоны. Доля зимних и летних проб с концентрациями фосфора фосфатов выше ПДК составляет 31 %, осенних – 30 %, весенних – 16 %.

**Таблица 1**  
**Частота превышения ПДК биогенных веществ в воде водохранилища Птич и реке Птич,  
 2009–2016 гг. (данные авторов), %**

Створ	Сезон	Число проб	Азот нитритный	Азот аммонийный	Фосфор фосфатов	Всего выше ПДК
Река Птич, выше водохранилища	зима	4	25	50	25	100
	весна	6	17	-	17	33
	лето	6	33	-	67	83
	осень	3	-	-	67	67
	<b>всего</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	<b>11</b>	<b>42</b>	<b>68</b>
Водохранилище Птич	зима	5	20	40	40	100
	весна	7	14	14	14	43
	лето	7	-	-	-	-
	осень	4	-	25	25	50
	<b>всего</b>	<b>23</b>	<b>9</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>43</b>
Река Птич, ниже водохранилища	зима	4	25	-	25	50
	весна	6	17	-	17	33
	лето	6	17	33	33	50
	осень	3	-	-	-	-
	<b>всего</b>	<b>19</b>	<b>16</b>	<b>11</b>	<b>21</b>	<b>37</b>
<b>Всего</b>		<b>61</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>26</b>	<b>54</b>

Для выявления особенностей пространственного распределения биогенного загрязнения вод по линии: «река выше водохранилища – водохранилище – река ниже водохранилища» рассчитывались средние концентрации каждого из рассматриваемых веществ. Сравнение полученных данных показывает их снижение в данном направлении по соединениям азота (таблица 2). Водохранилище в этом случае, очевидно, выступает для них как своего рода фильтр.

**Таблица 2**

**Среднегодовые концентрации нитритов, аммонийного азота, нитратов и фосфора фосфатов в водохранилище Птичье и реке Птичье (данные авторов), 2009–2016 гг.**

Река/водохранилище	Нитраты, мг/дм <sup>3</sup>	Нитриты, мг/дм <sup>3</sup>	Азот аммонийный, мгN/дм <sup>3</sup>	Фосфор фосфатов, мгP/дм <sup>3</sup>
Река Птичье, выше водохранилища	11,69	0,17	0,18	0,067
Водохранилище Птичье	7,67	0,07	0,25	0,029
Река Птичье, ниже водохранилища	6,01	0,07	0,16	0,038
<b>ПДК</b>	<b>40</b>	<b>0,08</b>	<b>0,39</b>	<b>0,066</b>

Самые высокие численные значения концентраций трех веществ (нитратов, нитритов, фосфора фосфатов) фиксируются в реке выше водохранилища. По сравнению с самим водохранилищем их соответствующие превышения составляют 1,5; 2,4 и 2,3 раза, что свидетельствует о решающем влиянии водосборной территории на поступление в него этих веществ.

**Экологическое состояние водосборного бассейна.** Значимое для водных ресурсов водохранилища экологическое состояние его водосборного бассейна зависит от двух факторов: природно-ландшафтного строения территории и особенностей природопользования в ее пределах. Первый из них определяет характер хозяйственного освоения территории и ее устойчивость к внешним воздействиям, второй – вид и интенсивность последних.

Бассейн водохранилища Птичье в природно-ландшафтном отношении довольно однороден, 92 % его площади приходится на ландшафт холмисто-моренно-эрэзионной возвышенности с покровом лессовидных суглинков [3]. Грунтовые воды в его пределах залегают глубоко (более 10 м) и обладают высокой естественной защищенностью от загрязнения.

На лессовидных суглинках, образующих покровные отложения ландшафта, формируются плодородные почвы, что создает предпосылки его высокого сельскохозяйственного освоения. Кроме того, эти почвы при сведении произрастающей на них естественной растительности отличаются повышенной уязвимостью к линейной и плоскостной эрозии.

В соответствии с указанными предпосылками, рассматриваемый водосбор отличается высоким уровнем сельскохозяйственного использования и низкой лесистостью, составляющей лишь 17 %. С высоким уровнем сельскохозяйственного использования территории согласуется повышенная плотность сельских поселений, которая достигает здесь двух поселений на 10 км<sup>2</sup>, что в 2 раза выше среднего для Беларуси показателя. Кроме того, вследствие небольшого удаления данной территории от г. Минска (до 20 км), в ее пределах находятся еще 11 дачных поселений.

Для сельских поселений, расположенных на водосборной территории, характерно приречное размещение. Из имеющихся 28 таких объектов 22 примыкают к р. Птичье, вследствие чего ее берега оказались застроены на треть своей длины.

Сельские поселения могут рассматриваться как источник загрязняющего влияния на реку, однако за постсоветский период это влияние последовательно снижается из-за уменьшения поголовья скота в хозяйствах населения. Если в 1990 г. в Минской области 1 голова крупного рогатого скота приходилась на 5 сельских жителей, то в 2015 г. – на 34 таких жителей. Соответственно, смыт загрязняющих веществ с хозяйственных построек населения резко уменьшился.

В настоящее время основным источником загрязняющего влияния на речные воды бассейна водохранилища Птичь выступают сельскохозяйственные земли. Вследствие отмеченных выше его ландшафтных особенностей они подвержены активной эрозионной деятельности. Рассчитанные данные по площадному смыву почв на данной территории свидетельствуют о том, что он является здесь наиболее высоким среди бассейнов всех пригородных водохранилищ и составляет 0,7 т/га.

В качестве планировочной меры по снижению загрязнения рек и водоемов обычно принимается формирование для них водоохранных зон. На территории рассматриваемого бассейна проведены полевые маршрутные исследования по определению состояния прибрежной полосы р. Птичь. Они показали, что применительно к самой реке эта полоса почти на всем протяжении занята естественной древесно-кустарниковой и травянистой растительностью, что соответствует требованиям, предъявляемым к водоохранным зонам. В то же время по отношению к притокам реки – небольшим впадающим в нее ручьям, а также ложбинам стока, по которым движутся талые снеговые воды, подобного рода естественной защиты от загрязнения не имеется.

**Выводы.** Воды водохранилища Птичь подвержены биогенному загрязнению, которое носит устойчивый характер. Основным каналом поступления в него загрязняющих веществ служит поверхностный сток с сельскохозяйственных угодий водосборного бассейна, характеризующегося повышенной эрозионной опасностью. Для снижения такого поступления недостаточно ограничиться формированием водоохранной зоны реки. Необходимо создание соответствующей водоохранной инфраструктуры на всей территории бассейна в сочетании с применением противоэрозионной технологии обработки почв.

#### **Список литературы**

1. Блакітная кніга Беларусі: Энцыклапедыя / рэдкал.: Н.А. Дзісько і інш. – Минск: БелЭн, 1994. – 415 с.
2. Струк М.И. Региональные особенности оптимизации окружающей среды Беларуси. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 252 с.
3. Струк М.И., Жівнach С.Г. Экологическое состояние ландшафтов пригородной территории Минска // Природопользование. – 2012. – Вып. 21. – С. 174–182.

# СИСТЕМНАЯ СВЯЗЬ ПОТРЕБЛЕНИЯ ТОПЛИВНОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ С КОНЦЕПЦИЕЙ УСТОЙЧИВОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Е.В. Трубицына

Институт экономики НАН Беларусь,  
г. Минск, Беларусь, e-mail:trubicina\_ev@tut.by

*В статье рассматривается системная связь потребления топливно-энергетических ресурсов с концепцией устойчивого экономического развития. Рассматриваются ключевые факторы и движущие силы, определяющие динамику и направления развития энергетической системы.*

**Ключевые слова:** энергетическая система; энергопотребление; устойчивое развитие; экономический рост; факторы.

## SYSTEM RELATION BETWEEN FUEL AND ENERGY RESOURCES CONSUMPTION AND THE CONCEPT OF SUSTAINABLE ECONOMIC GROWTH

E. Trubitsyna

The Institute of Economics of the NAS of Belarus, Minsk, Belarus

*A system relation between fuel and energy resources consumption and the concept of sustainable economic growth is described in the article. Key factors and drivers, defining the dynamics and directions of the energy system development are considered.*

**Keywords:** energy system; energy consumption; sustainable development; economic growth; factors.

Одним из ключевых вопросов концепции устойчивого экономического развития является состояние мировой энергетической системы. Энергетика на современном этапе одновременно представляется как решением ряда глобальных проблем человечества, так и причиной их возникновения. В связи с этим, с целью выявления общемировых тенденций развития энергетики и прогнозирования ее будущего состояния ряд специализированных международных организаций, исследовательских институтов и отраслевых экспертов направляют свои усилия на поиск ключевых факторов и движущих сил, которые будут определять основные параметры развития энергетической системы.

В настоящее время на структуру и динамику потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) существенным образом влияют эволюция мирохозяйственных процессов в производственной, финансовой, инновационно-технологической, экологической и иных сферах деятельности человека. Эти процессы обуславливают необходимость регулярной переоценки связи между экономическим ростом и потреблением ТЭР.

Для условий устойчивого развития мировой экономики соотношение между темпами экономического роста и темпами роста потребления ТЭР может быть представлено формулой:

$$\Delta \text{ ВВП} \geq \Delta \text{ ТЭР},$$

где  $\Delta \text{ ВВП}$  – темпы прироста валового продукта;  $\Delta \text{ ТЭР}$  – темпы прироста потребления ТЭР.

Согласно этой формуле, в устойчиво развивающейся экономике темпы прироста потребления ТЭР ( $\Delta \text{ ТЭР}$ ) не должны превышать темпы прироста валового продукта ( $\Delta \text{ ВВП}$ ), что подтверждается данными таблицы 1.

На основании произведенных расчетов можно сделать вывод – в мировой экономике сформированы благоприятные условия для устойчивого развития с точки зрения сырьевого компонента экономического роста, связанного, в первую очередь, с повышением эффективности использования ТЭР.

Таблица 1

## Динамика глобального потребления ТЭР, мирового ВВП и интенсивности использования энергии

Год	Мировой ВВП		Глобальное энергопотребление		Мировая интенсивность использования энергии	
	Стоимость мирового ВВП по рыночным валютным курсам, млрд долларов США	Среднегодовые темпы прироста мирового ВВП, %	Валовое потребление ТЭР, млн тонн н. э.	Среднегодовые темпы прироста потребления ТЭР, %	Интенсивность использования энергии на единицу ВВП при ППС (кг н. э./доллар США в ценах 2005 г.)	Снижение средней мировой интенсивности использования энергии
2002	34418,0	3,8	10127	2,3	0,184	-0,6
2003	38656,3	12,3	10499	3,6	0,184	0
2004	43534,9	12,6	11010	4,8	0,183	-0,6
2005	47121,2	8,2	11355	3,1	0,180	-2,2
2006	51045,3	8,3	11679	2,8	0,176	-2,3
2007	57542,8	12,7	12003	2,7	0,172	-3,4
2008	63087,8	9,6	12109	0,8	0,168	-1,2
2009	59793,3	-5,3	12002	-0,9	0,167	-0,6
2010	65612,0	9,7	12540	4,5	0,166	0,6
2011	72818,1	10,9	12758	1,7	0,162	-2,4
2012	74373,3	2,1	12972	1,6	0,159	-1,2
2013	76362,6	2,6	13189	1,6	0,157	-1,3
2014	78088,5	2,3	13331	1,1	0,153	-2,5
2015	73502,3	-5,9	13423	0,7	0,149	-2,6

Источник: расчеты по данным международной статистики.

Исследование факторов, влияющих на изменение динамических и структурных характеристик энергопотребления, опирается на комплексный учет условий, в которых формируется спрос на энергию. Положения современной экономической науки дают необходимую теоретическую основу для выявления системных связей энергопотребления с процессами экономического роста. Существует неразрывная связь роста промышленного производства с ростом энергопотребления и относительным снижением энергопотребления за счет повышения эффективности используемых технологий, роста энергопотребления связанного с повышением качества жизни населения и т. д. В настоящее время устойчивое развитие мирового ТЭК находится под влиянием следующих основных факторов:

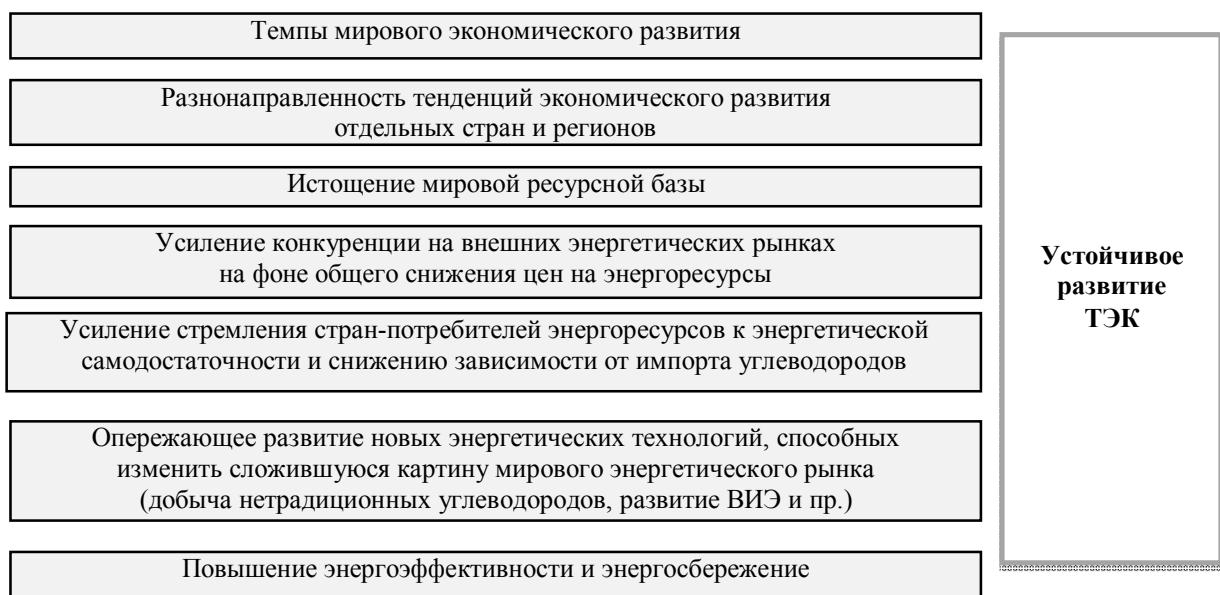


Рисунок 1. Факторы, влияющие на устойчивое развитие ТЭК

Согласно концепции устойчивого экономического развития (и ее модификации) [1–3], при рассмотрении стратегии развития энергетического сектора необходимо учитывать расширение границ объекта научного исследования от «социально-экономической системы» (социум-экономика) до «эко-социум-экономической системы» (природа-социум-экономика). Это определяется назревшей необходимостью учета влияния природного фактора – экологии и ограничения использования природных ресурсов.

До 70-х годов прошлого века вопросы экологии находились вне фокуса экономической науки. Необходимость наличия природных ресурсов рассматривалась как одно из ключевых условий (теория трудовой стоимости) и один из ключевых факторов производства (теория полезности).

Противоречие между непрерывно возрастающими потребностями общества и ограниченностью в каждый конкретный период времени объемами производственных ресурсов (труд, капитал, природные ресурсы) разрешается в ходе развития научно-технологических знаний, массового распространения в хозяйственной практике новых технологий и технических средств, обеспечивающих переход экономики из одного технологически-стационарного состояния в другое. Этот процесс сопровождается ростом валового внутреннего продукта и обеспечивается снижением трудоемкости и материоемкости производства при повышении насыщенности экономики более эффективными производственными элементами. Но, тем не менее, учет фактора научно-технического прогресса (НТП) не снимает проблему, связанную с иссякаемостью невоспроизводимых (в отличие от других факторов производства) природных ресурсов.

Смена научных взглядов на допустимость сложившихся в мировой экономике методов хозяйствования (90-е годы) привела к замене целевых установок, связанных с непрерывным экономическим ростом, на парадигму устойчивого развития [2; 3]. В принятых документах внимание сосредоточено на проблемах в экологической, социальной и экономической сферах, которые непосредственным образом связаны с вопросами энергопотребления и энергообеспеченности.

Согласно выдвинутым концептуальным идеям реализации модели устойчивого долговременного социально-экономического развития (как развития, при котором удовлетворение потребностей нынешнего поколения происходит без ущерба для будущих поколений) многими странами, в том числе и Республикой Беларусь, были приняты документы, декларирующие готовность к реализации политики по переходу к устойчивому развитию [4].

Генеральной Ассамблей ООН (2015 г.) принята Резолюция в области устойчивого развития на период до 2030 года [5]. В энергетической сфере определены следующие задачи:

обеспечить всеобщий доступ к недорогому, надежному и современному энергоснабжению;

значительно увеличить долю энергии из возобновляемых источников в мировом энергетическом балансе;

удвоить глобальный показатель повышения энергоэффективности;

активизировать международное сотрудничество в целях облегчения доступа к исследованиям и технологиям в области экологически чистой энергетики, включая возобновляемую энергетику, повышение энергоэффективности, передовые и более чистые технологии использования ископаемого топлива;

поощрять инвестиции в энергетическую инфраструктуру и технологии экологически чистой энергетики;

расширить инфраструктуру и модернизировать технологии для современного и устойчивого энергоснабжения всех развивающихся стран.

В неравномерности самообеспеченности стран ископаемыми (не возобновляемыми) источниками энергии кроются корни многих экономических и геополитических проблем, перерастающих локальные (региональные и национальные) рамки. Эти проблемы в той или иной мере всегда имели место, являясь фактором экономической и социальной дестабилизации, ограничивающим мировую экономическую динамику. Их значимость заметно возросла в со-

временном мире с существенно возросшими объемами энергопотребления, высокой зависимостью от традиционных источников энергии; мире, крайне чувствительном как к ценовым шокам на рынке энергоресурсов, так и к локальным конфликтам и кризисам, связанным со стремлением доминировать в праве на доступ к традиционным источникам энергии.

Радикальное решение энергетической проблемы лежит в технологической области – это в первую очередь вопрос о разработке и массовом распространении замещающих технологий (в производстве электроэнергии, в обрабатывающих отраслях и т.д.), позволяющих заметно снизить (а впоследствии, может быть, и практически устраниć) зависимость экономик и экономического роста от ископаемых энергоносителей.

Зарождение этого процесса сегодня просматривается достаточно явно и свидетельствует о начале новой длинной (кондратьевской) волны в экономической динамике, которая приведет к смене нынешнего технологического уклада, обеспечив масштабные сдвиги в методах производства и выход мировой экономики на существенно более высокий, энергоэффективный, технологический уровень.

Таким образом, связь между энергопотреблением и экономическим ростом определяется действием многих факторов и носит взаимообратный характер. В связи с этим, прогрессивные (доминирующие) научные взгляды на закономерности функционирования экономической системы способны влиять на выбор управлеченческих решений и схем хозяйственного поведения, определяющих динамику экономического развития. Во многом этому способствует научно обоснованная и воспринятая обществом и институтами государственной власти долгосрочная энергетическая политика, энергетическая стратегия, которую необходимо рассматривать как общий комплексный план развития энергетического сектора, ориентированный на максимально эффективное использование природных топливно-энергетических ресурсов и потенциала энергетического сектора для роста экономики и повышения качества жизни населения.

Поэтому, государственная энергетическая политика играет исключительно важную роль в формировании стимулов для активизации процессов в сфере энергоэффективности и энергосбережения в секторах экономики. Принятие государственных решений в этой области и разработка действенных мер по их реализации должны опираться на учет задач национальной экономики, особенностей в структуре национального хозяйства, а также исследования и выявления закономерностей в характере связи между динамикой энергопотребления и темпами развития экономики, успешное развитие которой определяется, главным образом, удачным встраиванием в мировые и региональные воспроизводственные процессы.

### Список литературы

1. Всемирная хартия природы. Принята резолюцией 37/7 Генеральной Ассамблеей ООН от 28 октября 1982 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/charter\\_for\\_nature.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/charter_for_nature.shtml). – Дата доступа : 29.06. 2016.
2. Декларация по окружающей среде и развитию : доклад на конференции ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 3–14 июля 1992 г. т. 1. Резолюции, принятые на конференции (издание ООН) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conv2010.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conv2010.shtml). – Дата доступа : 30.06. 2016.
3. Доклад Всемирной комиссии ООН по вопросам окружающей среды и развития «Развитие и международное экономическое сотрудничество: проблемы окружающей среды» ; Приложение «Наше общее будущее». – A/42/427, 4 августа 1987 [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://www.un.org/tu/ga/pdf;brundtland.pdf>. – Дата доступа 8.07.2016.
4. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г. // Экономический бюллетень НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь, № 4, 2015. – 99 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.economy.gov.by/dadvfiles/001251\\_55175\\_NSUR.pdf](http://www.economy.gov.by/dadvfiles/001251_55175_NSUR.pdf). – Дата доступа : 8.07.2016.
5. Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН в области устойчивого развития на период до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/291/92/PDF/N1529192.pdf?OpenElement>. – Дата доступа : 2.08.2016.

# **ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В БЕЛАРУСИ**

**В.М. Цилибина**

*Институт экономики Национальной академии наук Беларуси,  
г. Минск, Беларусь, e-mail: minres@economics.basnet.by*

*Институциональная среда в странах с высокоразвитой экономикой является движущей силой энергетического развития. Целенаправленная государственная политика Беларуси по повышению энергетической эффективности имеет системный характер и является приоритетной для экономики страны. При этом в качестве формальных институтов в данном контексте выступают нормативные правовые акты.*

**Ключевые слова:** энергоэффективность; топливно-энергетические ресурсы; институциональная среда.

## **THE INSTITUTIONAL ASPECTS OF FUEL AND ENERGY RESOURCES USE IN BELARUS**

**V. Tsilibina**

*Institute of Economics of the National Academy of Sciences of Belarus,  
Minsk, Belarus*

*The institutional environment in countries with a highly developed economy is the driving force of energy development. The purposeful state policy of Belarus to improve energy efficiency is systemic and is a priority for the country's economy. At the same time, normative legal acts serve as formal institutions in this context.*

**Keywords:** energy efficiency; fuel and energy resources; institutional environment.

Устойчивое развитие национальной экономики любого государства неразрывно связано с энергоэффективностью, которая предполагает не только рациональное использование топливно-энергетических ресурсов (далее – ТЭР), но и является своеобразным средством регулирования среды обитания. Эффективное использования топливно-энергетических ресурсов способствует удовлетворению постоянного роста потребностей в топливе, тепловой и электрической энергии; обеспечению энергетической безопасности; улучшению экологической обстановки; повышению уровня конкурентоспособности производимой продукции, как на внутреннем, так и на внешнем рынках; снижению валютных затрат государства на закупку энергоносителей; уменьшению зависимости энергоснабжения страны от внешних поставщиков энергоносителей. Другими словами, повышение энергоэффективности – это не только энергетическая и экономическая задача, но и социально-политическое условие достижения принятых странами основных направлений развития на перспективу, связанных с обеспечением устойчивого социально-экономического роста.

Одним из главных факторов, определяющих динамику и характер развития национальной экономики в целом, а также ее отдельных отраслевых секторов, является институциональная среда, целенаправленное создание которой в странах Западной Европы, США, Японии позволило этим странам добиться за последние 30 лет снижения и без того незначительной энергоемкости внутреннего валового продукта на 20–30 %. Институциональная среда в этих странах – движущая сила энергетического развития. Государственная энергетическая политика создает конкурентную, прозрачную и разнообразную среду эффективного взаимодействия различных экономических агентов.

Мировая практика показывает, что основными инструментами повышения энергоэффективности являются:

административные меры – законодательно закрепленные нормы и инициативы, внедряемые «сверху». Эти решения наиболее популярны в странах Европы, где законопослушное население и производители поддерживают обязательные государственные программы;

мотивация – такие мероприятия подразумевают воздействие на производителя. В странах, активно использующих эти методы, в ход идут инструменты финансового стимулирования, а также PR-инструменты;

просветительские методы, подразумевающие воздействие непосредственно потребителя, формирование новой потребительской культуры, основанной на бережном природопользовании и сознательном выборе энергосберегающих технологий. В свою очередь, потребительский спрос определяет предложение – производители внедряют «зеленые» решения, чтобы соответствовать пожеланиям покупателей.

Опыт высокоразвитых стран показывает, что вероятность достижения успешных результатов мер политики по энергоэффективности наиболее высока при наличии действенной системы управления энергоэффективностью – сочетание законодательной базы и механизмов финансирования, институциональной организации и механизмов координирования, которые все вместе направлены на поддержку реализации стратегий, политики и программ энергоэффективности [6]. Отметим, что государственное регулирование, будучи альтернативой рыночной самонастройке, не противопоставляется тем не менее рынку. При этом повышение энергоэффективности является не самоцелью, а необходимым условием для обеспечения и сохранения конкурентоспособности экономики любого государства. К примеру, в России энергосбережение и повышение энергоэффективности признано одним из пяти основных направлений модернизации экономики. При этом в системе управления в качестве первоочередной задачи должно стать повышение энергоэффективности, а не энергосбережения. Это не отменяет стратегию энергосбережения, но сама по себе идея экономии ресурсов не должна быть преобладающей, целевой. Она является вспомогательной, и представляет собой один из способов экономии ТЭР в отраслях и на предприятиях. В противном случае абсолютизация идеи энергосбережения может обернуться для многих производств потерей качества. В то же время расширение идеи энергосбережения должна рассматриваться как основополагающая не только в производстве, но и в потреблении: экономии воды, тепла и электроэнергии, топлива и пр.

Республика Беларусь, не имея достаточно собственных первичных топливно-энергетических ресурсов, в высокой степени зависит от импорта нефти и газа, в основном из Российской Федерации: доля импорта в общем потреблении первичных ТЭР составляет около 85 %. Как показали исследования [1, с. 171–194; 2; 3; 5, с. 220–244], зависимость энергоэффективности от обеспеченности страны собственными ТЭР не является определяющей, однако низкая степень ее обеспеченности энергоресурсами – дополнительный стимул к повышению эффективности их использования.

С начала 90-х годов Республика Беларусь проводит целенаправленную государственную политику, направленную на повышение энергоэффективности экономики: создается законодательная база; развиваются институциональные структуры; совершенствуются механизмы государственной поддержки и стимулирования, система целевых показателей; принимаются и реализуются государственные программы с мониторингом их выполнения.

Работа по повышению энергетической эффективности в нашей республике имеет системный характер и является приоритетной для экономики страны. При этом в качестве формальных институтов в данном контексте выступают нормативные правовые акты, основными из которых к настоящему времени являются:

Директива Президента Республики Беларусь № 3 «О приоритетных направлениях укрепления экономической безопасности государства» (в редакции Указа № 26 от 26 января 2016 г.);

Закон Республики Беларусь 8 января 2015 г. № 239-З «Об энергосбережении» (принят Палатой представителей 11 декабря 2014 года, одобрен Советом Республики 18 декабря 2014 года);

Закон Республики Беларусь 27 декабря 2010 г. № 204-З «О возобновляемых источниках энергии» (принят Палатой представителей 24 ноября 2010 года, одобрен Советом Республики 10 декабря 2010 года);

Концепция энергетической безопасности Республики Беларусь (утв. Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 23.12.2015 № 1084);

Стратегия развития энергетического потенциала Республики Беларусь (утв. Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 09.08.2010 № 1180).

За последние два десятилетия стремительное развитие получила концепция «низкоуглеродной» экономики, поскольку ее реализация на практике позволяет обеспечить более гармоничное согласование экономических, социальных и экологических аспектов развития. Заметим, что для Беларуси само понятие «низкоуглеродная» экономика является сравнительно новым, и оно фактически не используется в официальных документах. В то же время, намеченные страной цели на 10–30 лет во многом корреспондируют с целями перехода к низкоуглеродной экономике [4].

Одним из вариантов решения проблемы снижения энергетической зависимости Беларуси, повышения энергоэффективности может стать диверсификация используемых видов топлива путем более интенсивного вовлечения в топливно-энергетический баланс местных топливно-энергетических ресурсов (МТЭР), что является чрезвычайно важным направлением политики в энергетической сфере. Заметим, что применение МТЭР не должно быть самоцелью, а стать средством обеспечения энергетической безопасности и повышения энергоэффективности экономики. Развитие собственной энергосырьевой базы на основе экономически обоснованного использования местных видов топлива, прежде всего возобновляемых источников энергии (ВИЭ) признается одним из национальных интересов Республики Беларусь в энергетической сфере.

В числе принципов обеспечения энергетической безопасности выделяется максимальное вовлечение потенциала местных энергоресурсов в энергетический баланс при обеспечении экономического и экологического императивов. Поэтому неслучайно Президент Беларуси Александр Лукашенко на совещании по вопросам эффективности использования МТЭР 19 августа 2016 г. потребовал более активной работы по их использованию. При этом особое внимание уделялось системному, экономически выверенному подходу к решению всего комплекса вопросов, связанных с использованием местных видов топлива.

Государственной программой «Энергосбережение» на 2016–2020 годы определены стратегические цели деятельности в области энергосбережения на период до 2021 года: сдерживание роста валового потребления ТЭР при экономическом развитии страны; дальнейшее увеличение использования местных ТЭР, в том числе ВИЭ.

Одним из важнейших факторов энергетической безопасности страны является повышение энергетической самостоятельности государства, которая должна достигаться за счет максимального вовлечения в топливный баланс местных ТЭР и возобновляемых источников энергии.

Основными направлениями дальнейшего развития использования местных ТЭР будут являться: создание энергоисточников, использующих местные ТЭР; совершенствование инфраструктуры по заготовке и транспортировке древесного топлива со снижением затрат на заготовку, транспортировку и хранение энергетической биомассы, повышение ее эксплуатационных характеристик; создание в организациях жилищно-коммунального хозяйства мощностей по производству топлива из твердых коммунальных отходов с его использованием на энергоисточниках; создание биогазовых установок на очистных сооружениях и полигонах захоронения твердых коммунальных отходов, в сельскохозяйственных организациях суммарной электрической мощностью не менее 30 МВт; увеличение выработки электрической и тепловой энергии за счет использования энергии ветра, солнца, естественного движения водных потоков.

Производство электрической и тепловой энергии с использованием энергии воды, ветра и солнца будет осуществляться за счет: сооружения новых гидроэлектростанций; строительства фотоэлектрических станций; увеличения использования гелиоводонагревателей и различных гелиоустановок для интенсификации процессов сушки продукции и подогрева воды

в сельскохозяйственном производстве и для бытовых целей; ввода в эксплуатацию ветроэнергетических установок.

Реализация государственной программы «Энергосбережение» на 2016–2020 годы позволит республике выйти на уровень энергоэффективности, приблизившись вплотную по этому показателю к большинству развитых стран.

В то же время, по мнению ряда ученых [7], мировая экономика в ближайшие 50 лет не перейдет от эры углеводородов к эре «зеленой энергетики». Более вероятен сценарий многоукладного развития, когда все виды экономически, технологически и экологически доступной энергии (традиционные и нетрадиционные углеводороды, ВИЭ, биотопливо, атомная энергетика и пр.) будут использоваться для производства электроэнергии как конечного энергетического источника для всех категорий потребителей.

### **Список литературы**

1. Государственное регулирование институционального развития экономики Беларуси / Т.В. Садовская [и др.]; под науч. ред. Т.В. Садовской ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т экономики. – Минск : Беларуская навука, 2017. – 299 с.
2. Дайнеко, А.Е. Энергоэффективность экономики Беларуси / А.Е. Дайнеко, Л.П. Падалко, В.М. Цилибина; науч. ред. А. Е. Дайнеко; Нац. акад. наук Беларуси, И-т экономики. – Минск : Беларуская навука, 2016. – 363 с. – (Серия «Белорусская экономическая школа»).
3. Методические рекомендации по оценке уровня энергоэффективности экономики Республики Беларусь / А.Е. Дайнеко, В.М. Цилибина; под науч. ред. А.Е. Дайнеко; НАН Беларуси, Ин-т экономики – Минск : Право и экономика, 2015. – 43 с. – (Серия «Высшая школа бизнеса»).
4. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030г. // Экономический бюллетень НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь, № 4, 2015. – 99 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.economy.gov.by/dadvfiles/001251\\_55175\\_NSUR.pdf](http://www.economy.gov.by/dadvfiles/001251_55175_NSUR.pdf). – Дата доступа : 8.07.2016.
5. Система экономических институтов Республики Беларусь / А.Е. Дайнеко [и др.]; под. общ. ред. А.Е. Дайнеко ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т экономики. – Минск : Беларуская навука, 2015. – 279 с.
6. Управление энергоэффективностью. Справочное руководство. 2-е издание. Международное энергетическое агентство и Европейский банк реконструкции и развития МЭА, ЕБРР 2011 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/ee\\_gov\\_hanbook\\_ru.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/ee_gov_hanbook_ru.pdf). – Дата доступа : 12.03.2015.
7. Энергетика России: постстратегический взгляд на 50 лет вперед / В.В. Бушуев, А.И. Громов, А.М. Белогорьев, А.М. Мастепанов. – М.: ИАЦ «Энергия», 2016. – 96 с.

# ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КЛАРКОВ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ КАК ЭТАЛОННОВ ОЦЕНКИ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ

**Н.К. Чертко**

*Белорусский государственный университет,  
г. Минск, Беларусь, e-mail: tchertko@yandex.by*

*Приводятся сведения о пределах колебаний кларков химических элементов на основании опубликованных многими авторами кларков. Они определялись в разное время и по разным методикам. Нами рассчитаны средние кларки с учетом данных каждого автора по кларкам. Оценка содержания химических элементов в осадочных четвертичных породах Беларуси выполнена с использованием величины среднего кларка.*

**Ключевые слова:** кларк; средний кларк; оценка; химические элементы.

## THE PROBLEMS OF CLARK CHEMICAL ELEMENTS USE AS STANDARDS OF THE ASSESSMENT OF THE GEOCHEMICAL SITUATION

**N.K. Chertko**

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*Information about the clark fluctuation of chemical elements on the basis of clarks which were published by various authors is provided. They identified at different times and by different techniques. We calculated the average clarks with consideration of data from each author by clarks. Evaluation of the content of chemical elements in sedimentary of quaternary rocks of Belarus performed with an average clark use.*

**Keywords:** clark; average clark; evaluation; chemical elements.

В геологических и геохимических науках о Земле для оценки концентрации или распределения химических элементов в любом регионе и при поисках полезных ископаемых используется кларк – среднее содержание химического элемента в земной коре, почве, золе растений или водах. Кларки могут рассчитываться не только для коры выветривания в целом, но и для региона. В таких случаях используется термин «региональный» кларк. Для небольших геологических или ландшафтных структур устанавливается среднее содержание, которое мы определяем как фон.

А.Е. Ферсман, предложивший термин «кларк», отождествлял его с «новой константой мира». К сожалению, это не совсем так. Об этом свидетельствует множественность в литературе кларковых величин по каждому элементу. Это связано с разным методическим подходом авторов кларков при расчете средних величин.

Авторы в прошлом применяли разные модели соотношения преобладающих типов горных пород по континентам: ультраосновных, основных, средних и кислых. Различия современных оценок все в том же различии по соотношению главных групп горных пород и их химическом составе (пески, песчаники, глины, эвапориты, граниты, гранодиориты, базиты, сиениты и др.). Таким образом, принимая во внимание отсутствие четких данных и представлений о распространенности типов и групп горных пород, постоянное совершенствование аналитических методов и уточнение кларков химических элементов, можно согласиться с [1, с. 8]: в настоящее время кларк – это «набор условных констант» применяемых на определенном этапе развития науки, что необходимо учитывать при их использовании в качестве фоновых эталонов.

Приблизить величины кларков по химическим элементам к объективным константам для оценки геохимических и экологических ситуаций можно лишь при двух условиях:

– поручить трем ведущим научным центрам по аналитике, имеющим все необходимые современные точные приборы, организовать анализ отобранных образцов для получения средней арифметической ( $N = 3$ ).

– организовать по континентам отбор образцов пород таким образом, чтобы количество отбираемых образцов было пропорционально площади породы (осадочной, магматической или метаморфической), для получения средневзвешенной арифметической величины содержания данного элемента в коре выветривания.

В настоящее время используются условные кларковые величины того автора, которому больше доверяет исследователь. Сводная таблица кларков химических элементов известных 9 авторов опубликована в [1]. Наиболее полно представлены кларки элементов у А.П. Виноградова (1962), А.А. Беуса и др. (1976), Н.А. Григорьева (2009). Данные таблицы мы использовали для расчета средней арифметической кларков (таблица 1).

**Средние кларковые величины химических элементов верхней части коры выветривания, мг/кг**

**Таблица 1**

Элемент	Пределы кларка	Средний кларк	Элемент	Пределы кларка	Средний кларк
H	1000–1670	1335	Zn	51–83	66
Be	1,3–3,8	2,438	Ge	1,3–1,6	1,38
B	9,2–47	21	As	1,5–5,7	3,45
C	230–8100	2967	Br	1,6–11	3,7
N	19–106	63	Sr	230–350	301
F	500–720	588	Mo	0,6–1,56	1,11
Na	20700–28900	24180	Pd	0,0001–0,00052	0,0006
Mg	12000–18700	14932	Ag	0,048–0,11	0,063
Al	74900–81500	78530	Cd	0,08–0,64	0,16
P	655–930	727	Sn	1,73–3,5	2,8
S	62–1400	593	Sb	0,2–0,75	0,43
Cl	100–1500	442	Te	0,001–0,027	0,009
K	22250–28650	25267	I	0,4–1,4	0,64
Ca	24000–38900	29088	Cs	3,55–5,8	4,48
Ti	3000–4500	3598	Ba	510–1070	679
V	53–106	87	La	29–46	33
Cr	34–92	62	W	0,91–2,03	1,49
Mn	527–1000	709	Au	0,0012–0,0043	0,002
Fe	30890–46500	37546	Hg	0,0123–0,096	0,056
Co	7,3–18	13,9	Tl	0,524–1,8	0,98
Ni	18,6–58	34	Pb	16–20	17,2
Cu	14–47	27	Bi	0,009–0,29	0,13

Анализ таблицы кларков разных авторов [1] и таблицы 1 позволил получить следующие выводы:

– Соответствуют средней величине кларка по 9 элементам кларки у Беуса, Рудника и Гао, по 7 элементам – у Ведеполя, Гао, 6 элементам – у Ху и Гао, 3 элементам – у Тэйлор, Ленан, по 2 элементам – у Виноградова и Шау, 1 элементу – у Григорьева.

– Рассчитанная средняя кларковая величина может использоваться в равной степени с известными авторскими кларками: А. П. Виноградова, 1962; А.А. Беуса и др., 1976; D.M. Shav et. al., 1976; S.R. Taylor, S.M. McLennan, 1985; K.H. Wedephol, 1995; S.Gao et.al., 1998; R.L. Rudnic, S. Gao, 2003; Z.Hu, S. Gao, 2008; Н.А. Григорьев, 2009. При использовании кларков необходимо указывать их авторов.

– Использование разных величин кларков для одних и тех же элементов создает проблему сравнения полученных выводов о геохимической специализации исследуемого региона, а также контрастности и распространенности геохимических аномалий.

– Химический состав земной коры пространственно неоднороден в связи с ее геодинамической и возрастной гетерогенностью, что создает проблему количественной оценки различий.

При анализе различий между кларками в верхней части земной коры предлагается [1] использовать показатель геохимического диапазона кларков элементов ( $\Gamma\Delta$ ), равный отношению максимального и минимального значения содержания кларка i-го элемента:  $\Gamma\Delta = C_{i_{max}} / C_{i_{min}}$ .

По величине  $\Gamma\Delta$  химические элементы делятся на четыре группы: с большим ( $> 5,0$ ), средним (2,5–5,0), малым (1,5–2,5) и очень малым ( $< 1,5$ ) диапазоном. В качестве эталонов сравнения рекомендуется использовать любую оценку кларка элемента с очень малым геохимическим диапазоном.

Дадим оценку среднему содержанию некоторых химических элементов в почвообразующих четвертичных отложениях Беларуси ( $N = 4500$ ) [2, с. 74] в пределах западной части Восточно-Европейской платформы (таблица 2).

Для оценки геохимического состояния региона нами рассчитано среднее содержание важнейших химических элементов в породах и проведена их статистическая обработка [2]. Большинство химических элементов в породах характеризуются средней величиной варьирования (15–30 %), лишь для Al, Ca, F – варьирование выше среднего.

**Таблица 2**

**Сравнение среднего содержания химических элементов пород Беларуси с кларком, мг/кг**

Элемент	$M \pm m$ , мг/кг	Средний кларк	Минимальный кларк	Максимальный кларк
Si	$320000 \pm 1192$	283500	277000	290000
Al	$36000 \pm 172$	78530	74900	81500
Fe	$17400 \pm 78$	37546	30890	46500
Ca	$12000 \pm 68$	29088	24000	38900
Mg	$4100 \pm 15$	14932	12000	18700
Na	$5900 \pm 24$	24180	20700	28900
K	$8800 \pm 39$	25267	22250	28650
N	$130 \pm 0,29$	63	19	106
C	$800 \pm 2,02$	2967	230	8100
P	$450 \pm 2,14$	727	655	930
S	$450 \pm 1,47$	593	62	1400
Cl	$100 \pm 0,29$	442	100	1500
Mn	$350 \pm 1,41$	709	527	1000
Zn	$31,50 \pm 0,11$	66	51	83
Cu	$9,7 \pm 0,03$	27	14	47
Co	$6,8 \pm 0,03$	13,9	7,3	18
B	$14 \pm 0,05$	21	9,2	47
Mo	$0,93 \pm 0,02$	1,11	0,6	1,56

В зоне гипергенеза западной части Восточно-Европейской платформы при промывном водном режиме активно протекает процесс гидролиза и выщелачивания пород, что приводит к дифференциации химических элементов. Сильное выщелачивание из пород характерно для элементов имеющих коэффициент рассеивания  $K_p < 0,5$  (Al, Fe, Ca, Mg, Na, K, Mn, Zn, Cu, Co), слабое выщелачивание ( $K_p 0,51–0,95$ ) у элементов S, Cl, Mo. Устойчивы к выщелачиванию Si, B. Азот и углерод в породах накапливаются со временем в результате биологического круговорота.

Среднее содержание приведенных химических элементов в породах Беларуси ниже среднего кларка, что подтверждает вывод о выщелачивании химических элементов из пород на территории Беларуси. Исключением является кремний и азот, среднее содержание которых выше среднего кларка. Если накопление кремния в породах связано с устойчивостью его соединений к гидролизу, растворению и выносу, то накопление азота обеспечивается за счет биологического круговорота.

Сравнение химического состава пород с минимальными значениями кларка указывает также на преимущественный вынос химических элементов из пород, за исключением кремния, углерода, серы, бора и молибдена. Перечисленные элементы можно отнести к относительно накапливаемым в породах Беларуси.

Сравнение с максимальным кларком среднего содержания химических элементов в породах указывает на накопление лишь кремния и азота, как и при сравнении со средним кларком.

Таким образом, для условий западной части Восточно-Европейской платформы при геохимической оценке концентрации химических элементов хорошо аппроксимируется средний кларк.

#### Список литературы

- Касимов Н.С., Власов Д.В. Кларки химических элементов как эталоны сравнения в экогеохимии // Вестник Московского ун-та. Сер. 5. География. – 2015. – № 2. – С. 7–15.
- Чертко Н.К. Геохимия агроландшафтов Белоруссии и их оптимизация : дис. ... д-ра геогр. наук. – Минск, 1990. – 396 с.

# **ФОРМИРОВАНИЕ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ В ОТДАЛЁННОМ ПЕРИОДЕ АВАРИИ НА ЧАЭС**

**Л.А. Чуничин<sup>1</sup>, Н.Г. Власова<sup>2</sup>, Д.Н. Дроздов<sup>3</sup>, И.В. Жук<sup>4</sup>, А.К. Карабанов<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>*ГНУ «Институт радиобиологии НАН Беларусь»,*

*г. Гомель, Беларусь, e-mail: irb@mail.gomel.by;*

<sup>2</sup>*РНПЦ Радиационной медицины и экологии человека,*

*г. Гомель, Беларусь, e-mail: natalie\_ylasova@mail.ru;*

<sup>3</sup>*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,*

*г. Гомель, Беларусь, e-mail: dndrozdov@mail.ru;*

<sup>4</sup>*ГНУ «Объединённый институт ядерных исследований НАН Беларусь»,*

*г. Минск, Сосны, Беларусь, e-mail: zhuk@sosny.bas-net.by;*

<sup>5</sup>*Институт природопользования НАН Беларусь,*

*г. Минск, Беларусь, e-mail: karabanov@ecology.basnet.by*

*Приводится анализ радиационной обстановки в отдалённом периоде после аварии на ЧАЭС, обусловленной чернобыльскими выпадениями и радоном. На основе опубликованных материалов проведена оценка радиационной обстановки. Делается вывод о необходимости обязательного учёта радона при исследовании медико-биологических последствий облучения от техногенных источников.*

**Ключевые слова:** радон; цезий-137; доза облучения; радиационная обстановка.

## **THE FORMATION OF RADIATION SITUATION IN THE REPUBLIC OF BELARUS AT THE CHERNOBYL ACCIDENT FAR TIME PERIOD**

**L.A. Chunikhin<sup>1</sup>, N.G. Vlasova<sup>2</sup>, D.N. Drozdov<sup>3</sup>, I.V. Zhuk<sup>4</sup>, A.K. Karabanov<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>*SSI 'Institute for radiobiology of the NAS of Belarus' Gomel, Belarus;*

<sup>2</sup>*RSPC for Radiactive medicine and human's ecology, Gomel, Belarus;*

<sup>3</sup>*EE 'Gomel State University named after F. Skoriny', Gomel, Belarus;*

<sup>4</sup>*SSI 'Joint Institute of Nuclear Research of the NAS of Belarus', Minck, Sosny, Belarus;*

<sup>5</sup>*SSI 'Institute for Nature management of the NAS of Belarus', Minsk, Belarus*

*The analysis of the radiation situation in a remote period after the accident at Chernobyl caused by Chernobyl fallout and radon is given. Based on the published materials, the radiation situation was assessed. It is concluded that radon should be taken into account when investigating the medical and biological effects of irradiation from man-made sources.*

**Keywords:** radon; cesium-137; radiation dose; radiation situation.

**Введение.** Спустя 30 лет после аварии на ЧАЭС радиационная обстановка на территории Беларуси стабилизировалась. Сравнивая средние значения доз облучения по Каталогам-2010 и 2015 [1, 2], можно отметить, что наблюдается заметное их снижение: с 0,46 мЗв/год до 0,34 мЗв/год. Ещё более явно выражено снижение числа населённых пунктов (НП) с превышением предела дозы в 1 мЗв: со 193 из 2613 до 78 из 2401. За послеаварийный период территория загрязнения Беларуси цезием-137 снизилась с 46 450 км<sup>2</sup> до 27 900 км<sup>2</sup> [3]. На фоне снижения уровня облучения от техногенных источников всё большее влияние будут оказывать природные источники, в частности, радон. Радон на территории Республики Беларусь неравномерно поступает в помещения зданий, что обусловлено, в основном, различием содержания урана и тория в почвах и породах и их проникаемостью для радона.

Целью настоящей работы являлась оценка и сравнение радиационной обстановки на территории Республики Беларусь, обусловленной чернобыльскими выпадениями и радоном.

**Материалы и методы.** Для настоящего анализа были использованы опубликованные данные: картограмма загрязнения цезием-137 (рисунок 1) [3], картограмма радоново-

го риска (рисунок 2) [4] и Каталог доз жителей НП, проживающих на территории, подвергшейся загрязнению в результате аварии на ЧАЭС – Каталог-2015. На момент разработки Каталога-2015 в Республике Беларусь НП с уровнем загрязнения цезием-137 выше 37 кБк/м<sup>2</sup> находились на территориях 4 районов из 15 в Брестской, 1 из 21 – в Витебской, 20 из 21 – в Гомельской, 3 из 17 – в Гродненской, 10 из 22 – в Минской и 13 из 21- в Могилёвской областях.



Рисунок 1. Карта загрязнения территории Республики Беларусь цезием-137 на 2016 г. (прогноз)

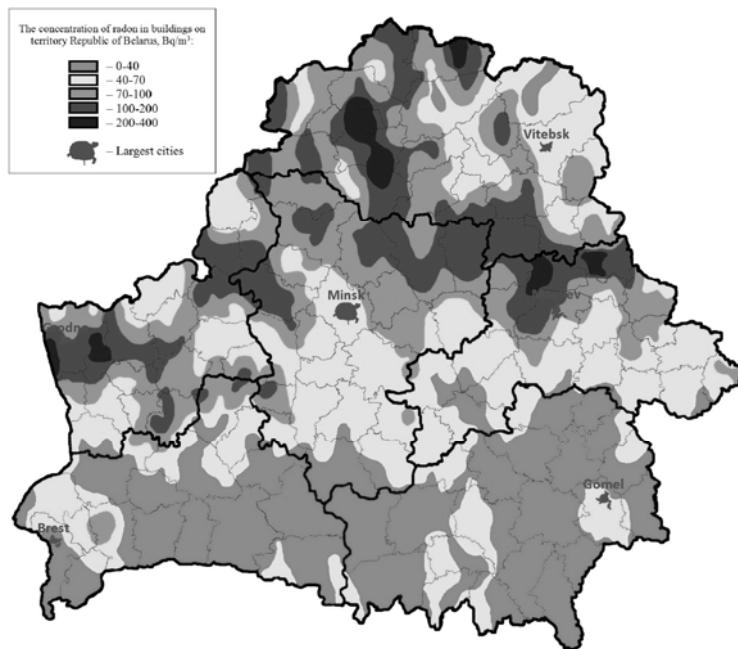


Рисунок 2. Карта радонового риска Республики Беларусь

Сравнительную оценку проводили по эффективной дозе облучения от чернобыльских радионуклидов и радона. В Каталоге-2015 все дозы приводятся для репрезентативного лица, что соответствует среднему значению 10 % наиболее облучаемой группы лиц из НП. Для оценки дозы от радона и его ДПР было использовано рекомендованное в Публикации № 65 МКРЗ [5] понятие условного дозового перехода. Оценка дозы облучения спо-

собом условного дозового перехода даёт несколько завышенные значения дозы для ДПР радона по сравнению с расчётами с использованием лёгочной модели.

Базовой территориальной структурой в данном исследовании являлись административные образования: область и район. Отбирали районы в каждой области с максимальными (около 0,5 мЗв/год и выше) и минимальными средними значениями эффективных доз (от 0 до 0,2 мЗв/год), т.е. для сравнения брали районы, НП которых не входили в Каталог. По картограмме, приведенной на рисунок 2, определяли взвешенное значение по 95 %-ному квантилю распределения объёмной активности (ОА) радона в помещениях НП выбранных районов при помощи следующего соотношения:

$$OA = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot A_{95i}}{\sum_{i=1}^n S_i}, \quad (1)$$

где  $S_i$  – площадь  $i$ -го диапазона концентраций,  $\text{км}^2$ ;  $A_{95i}$  – 95 % квантиль ОА –  $i$ -го диапазона.

Также была проведена сравнительная оценка доз облучения в целом для областей. Используя вышеприведенное выражение (1), были рассчитаны взвешенные значения ОА радона по областям, используя соотношение, приведенное в работе [5], – 1 Бк/м<sup>3</sup> формирует дозу от радона и ДПР в 0,017 мЗв/год, определили эффективные дозы от радона и ДПР.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Результаты сравнительной оценки эффективных доз облучения для репрезентативного лица от чернобыльского загрязнения и природного радона для характерных районов всех областей Беларуси приведены в таблице.

#### **Эффективные дозы облучения для репрезентативного человека от чернобыльского цезия и природного радона в отдельных районах Республики Беларусь**

Район с большими значениями эффективных доз от чернобыльских выпадений	Доза облучения, мЗв/год		Районы с малыми значениями доз от чернобыльских выпадений	Доза облучения, мЗв/год	
	Выпадения	Радон		Выпадения	Радон
<i>Брестская область</i>					
Столинский (2*)	0,49	0,77	Дрогиничский	0,16	0,65
<i>Витебская область</i>					
Толочинский	0,11	3,2	Глубокский	-	4,9
			Шарковичский	-	3,9
			Россонский	-	3,1
<i>Гомельская область</i>					
Ветковский	0,59	0,68	Октябрьский	-	0,95
Ельский	0,76	0,94	Петриковский	0,15	0,65
Наровлянский	1,4	0,68	Житковичский	0,18	0,65
Чечерский	0,58	0,80	Речицкий	0,17	0,66
Хойникский	0,5	0,65			
<i>Гродненская область</i>					
			Дятловский	0,18	1,6
			Ивьевский	0,19	2,6
<i>Минская область</i>					
Солигорский	0,43	0,77	Крупский	0,12	3,1
			Волошинский	0,16	2,9
			Логойский	0,14	2,4
			Борисовский	0,15	2,4
<i>Могилёвская область</i>					
Славгородский	0,51	1,1	Горецкий	-	4,4
Костюковичский	0,47	1,1	Шкловский	-	4,1
			Круглянский	-	3,1

\*В скобках отмечено число НП в районе со значением дозы облучения 1 мЗв/год и выше.

Сравнительный анализ количественно подтверждает сложившуюся на территории Беларуси радиационную обстановку, обусловленную чернобыльским цезием и природным радоном, приведенную на рисунок 1, 2. В наиболее загрязнённых районах Гомельской, Могилёвской, Минской и Брестской областях суммарная эффективная доза от чернобыльского цезия и природного радона находится в пределах величин 1,2–3,3 мЗв/год (среднее – 1,7, медиана – 1,2 мЗв/год). В «чистых» и малозагрязнённых районах аналогичное значение дозы находится в пределах величин 0,8–4,9 мЗв/год (среднее – 2,6, медиана – 2,8 мЗв/год). Дозы облучения от радона в загрязнённых районах в среднем в 4 раза выше, чем в «чистых», и величина дозы от чернобыльского цезия в наиболее загрязнённых районах в среднем в 4 раза ниже величины дозы от радона. В районе с максимальным загрязнением (Наровлянский район) доза от чернобыльских радионуклидов в 3 раза ниже, чем разница в дозах от радона в Глубокском и Наровлянском районах. В ранний период после аварии, когда имели место высокие уровни загрязнения чернобыльскими радионуклидами и, соответственно, дозы облучения населения от них были значительно выше, чем сейчас, значительно увеличилась интенсивность миграционных потоков по территории республики и за её пределы. При этом люди могли попасть в худшие условия по радиационной обстановке, обусловленные радоном. В отдалённом периоде аварии не учёт доз от радона является некорректным, если принять во внимание потенциальную и реальную, временную или постоянную миграцию населения

Диаграммы средних в целом по областям Республики Беларусь эффективных доз облучения от чернобыльского цезия и природного радона приведены на рисунке 3. Расчёт проводили по картограмме распределения объёмной активности радона по помещениям зданий в областях и данным Каталога-2015.

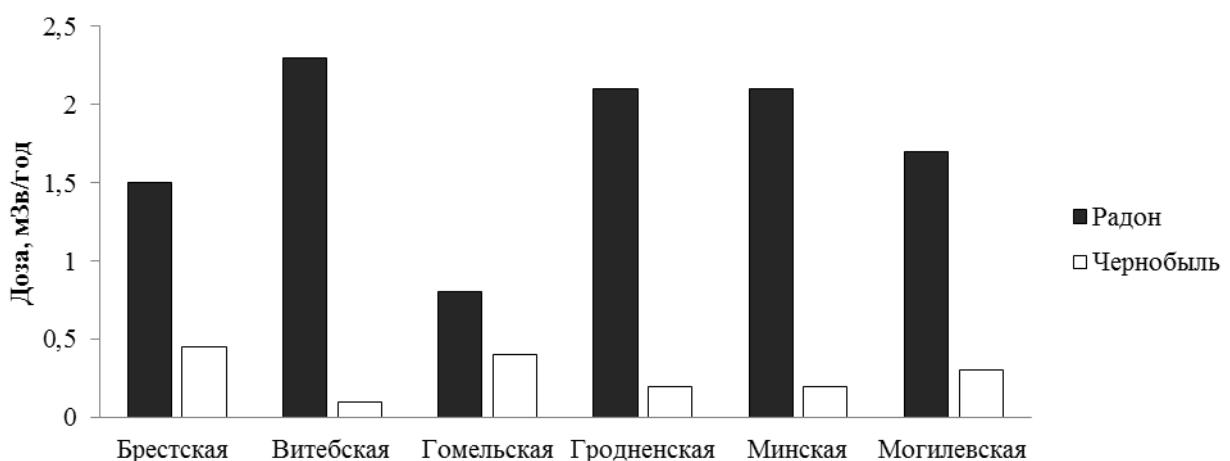


Рисунок 3. Распределение доз облучения по областям

По абсолютным значениям суммарных эффективных доз облучения и по соотношению между дозами от чернобыльского цезия и природного радона выделяются Витебская, Гродненская и Минская области. Минимальные суммарные абсолютные величины доз и соотношения между ними – в Гомельской и Брестской областях, радиационная обстановка в Могилёвской области является близкой по абсолютному значению к первой группе областей и занимает промежуточное значение по соотношению доз.

**Заключение.** Как показало исследование, в отдалённом периоде аварии на ЧАЭС сложилась радиационная обстановка, характеризующаяся тем, что во многих регионах основной вклад в дозу облучения населения вносит природный радон. Различие в дозах по регионам Беларуси в разы превышает дозу от чернобыльских радионуклидов. Также в разы различаются дозы от радона по регионам. Однозначным выводом, вытекающим из настоящего исследования, является необходимость учёта влияния радона при изучении медико-биологических последствий действия ионизирующего излучения на здоровье

населения. На основе проведенных исследований можно выделить районы Республики Беларусь с наиболее и наименее благоприятной радиационной обстановкой. Наиболее благоприятная радиационная обстановка по суммарной эффективной дозе сложилась в настоящее время в Октябрьском, Петриковском, Житковичском и Речицком районах Гомельской области, Дрогиничском районе Брестской области, наименее – Глубокский, Шарковичский, Толочинский и Россонский районы Витебской области, Горецкий, Шкловский, Круглянский районы Могилёвской области, Гродненский район Гродненской области, Крупский, Воложинский районы Минской области.

#### **Список литературы**

1. Каталог средних годовых эффективных доз облучения жителей населенных пунктов Республики Беларусь / Н.Г. Власова [и др.]; утв. Министром здравоохранения Республики Беларусь 17.08. 2009 г. – Гомель: РНПЦ РМ и ЭЧ, 2010. – 86 с.
2. Каталог средних годовых эффективных доз облучения жителей населенных пунктов Республики Беларусь / Н.Г. Власова [и др.]; утв. М-стром здравоохранения Республики Беларусь 26.03. 2015г. – Гомель: РНПЦ РМ и ЭЧ, 2015. – 72 с.
3. Карабанов А.К. Карта радионового риска Республики Беларусь / А.К. Карабанов [и др.] // Природные ресурсы. – № 2. – Минск: РУП «НПЦ по геологии», 2015. – С. 73–78.
4. Нацыянальны атлас Беларусі / рэд. кал. М.У. Мясніковіч [і інш.]. – Мінск: Белкартаграфія, 2002. – 292 с.
5. ICRP Publication 65. The 1993// Ann. ICRP. Oxford: Pergamon Press, 1993. – 76 р.

# ДЕЙСТВИЕ ТРЕПЕЛА И МЕЛИОРАНТОВ, СОДЕРЖАЩИХ ТРЕПЕЛ, НА РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ

Н.В. Шамаль, Е.А. Клементьева, Р.А. Король, А.А. Дворник,  
С.О. Гапоненко, Г.А. Леферд

Институт радиобиологии НАН Беларусь,  
г. Гомель, Беларусь, e-mail: namahasha@rambler.ru

*Проведенная оценка трепела и мелиорантов, содержащих трепел, показала их положительное действие на агрохимические показатели почвы, рост и развитие растений пшеницы, и закрепление  $^{137}\text{Cs}$  в почве. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования добавок на загрязненных территориях с целью улучшения структуры и плодородия почв и получения нормативно чистых продуктов питания.*

**Ключевые слова:** трепел; пшеница; цезий-137; рост растений; коэффициент накопления.

## THE INFLUENCE OF TREPEL AND MELIORANTS CONTAINING TREPEL ON THE DEVELOPMENT OF WHEAT PLANTS GROWING UNDER THE CONDITIONS OF THE RADIOACTIVE CONTAMINATION OF THE SOIL

N. Shamal, E. Klementjeva, R. Korol, A. Dvornik, S. Gaponenko, G. Leferd

Institute of Radiobiology of the NAS of Belarus, Gomel, Belarus

*Trepel and meliorants containing trepel have a positive effect on the agrochemical parameters of the soil, accelerate the growth and development of the wheat plants and anchor  $^{137}\text{Cs}$  in soil. Soil additives are promising for use as a sorbent in contaminated areas to improve soil structure and obtain of normatively clean food of products.*

**Keywords:** trepel; wheat; cesium-137; plant growth; storage factor.

Для Беларуси актуальным является поиск эффективных сорбентов на основе как органического, так и минерального сырья для проведения реабилитации загрязненных радионуклидами сельскохозяйственных угодий [1]. Важным условием их использования является их экологическая безопасность. Обогащение почв алюмосиликатами является наиболее экологически чистым направлением в контрмерах, так как многие его разновидности входят в состав минералогической компоненты почвенного поглощающего комплекса. Отмечено снижение доли обменного  $^{137}\text{Cs}$  в почвах при внесении на загрязненных почвах слюды флогопит и высокодисперсных глин, содержащих слюды и монтмориллонит [2], и фиксации радионуклидов и тяжелых металлов в почве в малоподвижные формы при использовании природных цеолитов.

В Республике имеются два месторождения «Дружба» и «Стальное», доступных для открытой разработки природного минерал-сорбента трепела. Минерал представляет собой сложное полимерное образование, состоящее из кремнеземистых минералов, цеолитов, кальцита, глинистых минералов и терригенного материала в виде слюды, кварца, полевого шпата и относится он к группе известковых трепелов. Целью работы была комплексная оценка влияния трепела и мелиорантов, содержащих трепел, на агрохимические параметры почвы, развитие растений и состояние  $^{137}\text{Cs}$  в почве.

Оценку влияния почвенных добавок проводили в условиях лабораторного опыта. Объектом исследования являлась яровая пшеница сорта «Рассвет». Добавки в почву вносили до высадки растений (таблица 1). Минеральные удобрения не добавлялись для тонкой оценки действия добавок. Растения выращивали в сосудах на почвенной смеси из супесчаной почвы и торфа при естественном освещении. Влажность почвы поддерживали на уровне 50 % полевой влагоемкости (ПВ). Всходженность растений в эксперименте оценивали на 10-ые сутки. На 35-й день после всходов растения срезали, взвешивали и снимали биометрические данные. Определение агрохимических показателей в почве проводилось по стандартным методикам. Выделение форм  $^{137}\text{Cs}$  проводили по модифицированной методике [3]. Измерение удельной активности образцов по  $^{137}\text{Cs}$  проводили на гамма-спектрометре производства CANBERRA Packard (США) с коаксиальным полупроводниковым детектором Ge(Li) расширенного энергетического диапазона.

**Схема эксперимента**

**Таблица 1**

Вариант опыта и доза внесения добавки
Контроль: смесь супесчаной почвы и торфа в соотношении 10:1
Трепел: 3 т/га
Трепел: 3т/га + бокаши (ферментированные органические остатки): 34,2 т/га
Трепел: 3т/га + бокаши: 34,2 т/га + биоуголь: 11,4 т/га

**Влияние трепела и почвенных добавок с трепелом на агрохимические параметры почвы.** Трепел способствуют улучшению структуры и агрохимических свойств почвы (таблица 2). Отмечено повышение pH почвы, и снижение гидролитической кислотности (Нг). На фоне снижения суммы поглощенных оснований (S) наблюдается увеличение емкости поглощения и степени насыщенности почвы основаниями (V). Снижение обменных форм Ca и Mg связано с сорбирующими свойствами минерала. Наблюдается существенное увеличение доли подвижного фосфора (на 15 %) и незначительное увеличение влагоемкости почвы (на 1 %).

**Таблица 2**  
**Влияние почвенных добавок на агрохимические параметры почвы**

Параметр	Контроль	Трепел	Трепел + бокаши	Трепел + бокаши + биоуголь
Влагоемкость почвы, %	55,2	55,7	56,3	56,6
pH, ед	6,17	6,47	6,32	6,16
S, ммоль/100 г	16,0	17,0	17,3	17,1
Hg, ммоль/100 г	1,80	1,37	2,10	1,53
V, %	89,9	92,7	89,1	90,0
Ca (обменный), млн <sup>-1</sup> (мг/кг)	169,7	164,0	166,0	166,5
Mg (обменный), млн <sup>-1</sup> (мг/кг)	24,6	18,7	22,2	25,7
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (подвижный), млн <sup>-1</sup> (мг/кг)	544	732	844	855
Гумус, %	4,2	3,9	4,3	4,6

При внесении в почву смеси трепел-бокаши отмечено повышение полевой влагоемкости почвы на 2 %, увеличение концентрации подвижного фосфора на 55 %. Сохраняется раскасляющего действия pH от использования трепела. В то же время отмечено увеличение гидролитической кислотности и снижение насыщенности почвы основаниями. Применение 3-компонентной смеси (трепел, бокаши и биоуголь) не оказало влияния на pH почвы и степень насыщенности почв основаниями, способствовало увеличению водопоглотительной способности почвы на 6 %, содержанию гумуса на 9 % и концентрации подвижного фосфора на 57 % по сравнению с параметрами контрольной почвы.

**Влияние трепела и почвенных добавок с трепелом на состояние <sup>137</sup>Cs в почве.** Анализ почвы контрольного варианта (таблица 3) показал, что половина <sup>137</sup>Cs находится в почве в недоступной для растений форме (IV–V формы). Доля обменного и подвижного <sup>137</sup>Cs составляет менее 1 % (I форма). Около 9 % составляет форма <sup>137</sup>Cs, связанного с оксидами железа и марганца (II форма) и 40 % форма, связанная с органическим веществом почвы (III форма). Внесение добавок в почву ведет к снижению доступности для растений <sup>137</sup>Cs в почве. В основном это происходит за счет увеличения форм радионуклида фиксированных с минеральными компонентами (IV–V формы).

При внесении в почву трепела и смеси трепела с бокаши отмечено увеличение доли обменной формы <sup>137</sup>Cs соответственно в 1,25 и 1,1 раза по сравнению с параметрами контрольной почвы. При добавлении в почву 3-х компонентной смеси доля I формы уменьшилась в 1,24 раза. Трепел увеличивает долю <sup>137</sup>Cs, связанного с оксидами железа и марганца (II форма), на 14 %, а почвенные добавки с трепелом снижают долю этой формы радионуклида: для 2-х компонентной добавки – на 5 %, для 3-х компонентной – на 38 % по сравнению с контрольным значением. Для формы радионуклида, связанного с органическим ве-

ществом, отмечено снижение показателей во всех вариантах опыта по сравнению с контрольным показателем. По эффективности снижения доли III формы радионуклида почвенные добавки можно расположить в следующей последовательности: 2-х компонентная смесь (10 %) → 3-х компонентная смесь (12 %) → трепел (28 %).

При использовании почвенных добавок отмечено увеличение суммы IV и V форм  $^{137}\text{Cs}$ . Минимальный эффект его фиксации отмечен при использовании смеси трепела с бокаши: увеличение составило 9 % к контрольному значению. Более эффективно шла фиксация при использовании трепела и 3-х компонентной смеси: доля форм увеличилась на 17–20 %.

**Таблица 3**  
**Содержание в почве форм  $^{137}\text{Cs}$  с различной биологической подвижностью (%)**

Вариант опыта	I	II	III	IV+V
Контроль	$0,66 \pm 0,02$	$9,20 \pm 0,14$	$40,1 \pm 0,9$	$50,0 \pm 1,1$
Трепел	$0,83 \pm 0,06$	$10,5 \pm 0,39$	$28,8 \pm 2,0$	$59,8 \pm 1,8$
Трепел + бокаши	$0,72 \pm 0,02$	$8,74 \pm 0,11$	$35,9 \pm 2,4$	$54,7 \pm 2,4$
Трепел + бокаши + биоуголь	$0,53 \pm 0,01$	$5,72 \pm 0,29$	$35,2 \pm 0,5$	$58,6 \pm 1,2$

**Влияние почвенных добавок на прорастание и развитие растений пшеницы.** Одним из важнейших параметров оценки почвенных добавок является их влияние на рост и развитие растений. Добавки оказали различное действие на всхожесть растений (таблица 4). Внесение в почву минерал-сорбента трепела практически не влияет на прорастание растений (102 % к контролю). При использовании смесей отмечено угнетающее действие добавок на всхожесть растений. Использование 2-х и 3-х компонентной смеси способствовало снижению всхожести на 27 и 22 % соответственно.

Биомасса контрольных растений к концу эксперимента составила 359 мг. Почвенные добавки стимулировали накопление биомассы (таблица 4): минимальный эффект – при внесении в почву трепела – 3 %. Использование 2-х компонентной смеси с трепелом увеличило биомассу растений на 70 %, 3-х компонентной смеси – на 80 % по сравнению с контрольными растениями.

Для оценки эффекта стимулирующего действия почвенных добавок на растения был проведен анализ накопления сухого вещества растениями. Установлено, что высокие значения накопления биомассы связаны с активным накоплением сухого вещества растениями. Накопление сухого вещества растения варианта с использованием трепела практически не отличалось от контрольного значения. Внесение в почву смесей стимулировало накопление сухого вещества растениями на 25,8 и 32,8 % соответственно для смеси (трепел и бокаши) и (трепел, биоуголь и бокаши).

**Таблица 4**  
**Влияние трепела и смесей на прорастание и рост растений**

Вариант опыта	Всхожесть, %	Биомасса растения		Длина листьев 1 растения, см
		Сырая, мг	Сухая, мг	
Контроль	$92 \pm 1,6$	$359 \pm 14,3$	47,6	$93,3 \pm 2,1$
Трепел	$94 \pm 3,5$	$369 \pm 2,6$	47,1	$90,3 \pm 2,0$
Трепел + бокаши	$66 \pm 7,8$	$611 \pm 5,5$	59,9	$103,1 \pm 2,7$
Трепел + бокаши + биоуголь	$72 \pm 6,5$	$653 \pm 21,1$	63,2	$109,3 \pm 3,2$

Аналогичные данные были получены при определении длины листьев одного растения. Общая длина листьев 1-го растения в варианте опыта с внесением в почву трепела была меньше на 3 % и укладывалась в границы отклонения контрольных значений. В вариантах эксперимента, где использовались смеси, отмечено усиление ростовых параметров листьев: при использовании смеси трепела с бокаши – на 11 %, трепела с бокаши и биоуглем – на 17 %.

Полученные выше данные влияния добавок на всхожесть растений пшеницы и накопление ими биомассы и длины листьев, потребовало оценки скорости развития растений. Установлено, что во всех вариантах эксперимента на 35-дневных растениях закончилось формирование 3-го листа. В контрольном варианте доля растений с 4-мя, 5-ю и 6-ю листьями составляла соответственно 98, 71 и 8,9 % от всех растений. В варианте с использованием трепала отмечено торможение скорости развития растений: доля растений с 4-мя и 5-ю листьями составляла 98 и 64 %, при этом отсутствовали растения с 6-ю листьями. При внесении смеси трепела с бокаши доля растений с 4-мя, 5-ю и 6-ю листьями незначительно отличалась от контрольных параметров (100, 70 и 7 % соответственно). В варианте с применением 3-х компонентной смеси отмечено стимулирование скорости развития растений (100, 86 и 11 % соответственно).

**Влияние почвенных добавок на прорастание и накопление  $^{137}\text{Cs}$  растениями пшеницы.** Как было установлено выше, внесение почвенных добавок способствует закреплению биологически доступных форм  $^{137}\text{Cs}$  в почве. Анализ удельной активности (УА) радионуклида в надземной части растений и расчет коэффициентов накопления (Кн) подтвердил полученные данные (таблица 5). Максимально высокая активность  $^{137}\text{Cs}$  обнаружена в растениях контрольного варианта. Внесение в почву добавок снижало переход радионуклида в растения. При этом прослеживается прямая зависимость между удельной активностью сухой и сырой биомассы растений и суммой I–III форм  $^{137}\text{Cs}$  в почве (таблица 3). Наиболее эффективным оказалось внесение трепела в почву, наименьшая эффективность отмечена от использования смеси трепела с бокаши. Эта зависимость сохранилась при расчете коэффициента накопления (отношение УА растений к УА почвы) и коэффициента выноса (отношение активности  $^{137}\text{Cs}$  в растениях к активности  $^{137}\text{Cs}$  в почве в расчете на 1 сосуд).

**Таблица 5**

**Влияние почвенных добавок на накопление  $^{137}\text{Cs}$  в надземной части растений**

Вариант опыта	Удельная активность, Бк/кг		$\text{Кн} \cdot 10^{-2}$	$\text{Кв} \cdot 10^{-4}$
	сухой массы	сырой массы		
Контроль	$1180 \pm 67$	$161,9 \pm 11,6$	$14,0 \pm 0,8$	$2,37 \pm 0,14$
Трепел	$584 \pm 10,5$	$79,3 \pm 1,43$	$9,2 \pm 0,17$	$1,58 \pm 0,03$
Трепел + бокаши	$791 \pm 27,7$	$80,0 \pm 2,80$	$12,4 \pm 0,4$	$1,93 \pm 0,07$
Трепел + бокаши + биоуголь	$634 \pm 19,0$	$65,2 \pm 1,95$	$10,7 \pm 0,3$	$1,85 \pm 0,06$

Таким образом, установлено, что трепел и мелиоранты, содержащие трепел, положительно влияют на агрохимические параметры почвы, ускоряют развитие и рост растений, способствуют закреплению  $^{137}\text{Cs}$  и снижению его перехода в растения. Полученные результаты обуславливают перспективность использования трепела и мелиорантов в качестве новых нетрадиционных сорбентов на загрязненных территориях с целью улучшения структуры и плодородия почв и получения нормативно чистых продуктов питания.

#### Список литературы

1. Sawhney B.L. Selective sorption and fixation of cations by clay minerals: a review // Clays and Clay Minerals. – 1972 – Vol. 20. – P. 93–100.
2. Бакунов Н.А., Архипов Н.П. Связывание  $^{137}\text{Cs}$  в органических почвах минералами и глинами, фиксирующими  $^{137}\text{Cs}$  // Радиоэкология торфяных болот : матер Межд. конф. (Санкт-Петербург, 7–11 июня 1994 г.) – Санкт-Петербург, 1994. – С. 3–4.
3. Chemical speciation in the environment. Second edition / Ed. by A.M. Ure, C.M. Davidson. – Wiley, 2002. – 452 p.

# ДИСТАНЦИОННОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ ПОЛЕСЬЯ ПОРОГОВОЙ ОБРАБОТКОЙ СПЕКТРАЛЬНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ

А.А. Яновский

Институт Природопользования НАН Беларуси,  
Минск, Беларусь, e-mail: yanouski@ya.ru

Выполнено сравнение эффективности дистанционного выделения деградированных торфяных почв Полесья путем пороговой обработки различных комбинаций спутниковых данных, которое показало большую эффективность использования непосредственно каналов 1, 2 и 3N спектрорадиометра ASTER, чем их парных отношений и нормализованных индексов.

**Ключевые слова:** деградированные торфяные почвы; пороговая обработка; ASTER.

## THE REMOTE DECOLLATING OF THE DEGRADED PEAT SOILS OF POLESIA BY SPECTRAL REFLECTANCE THRESHOLDING

A.A. Yanovskiy

Institute for Nature Management of the NAS of Belarus, Minsk, Belarus

The efficiency of the remote decollating of the degraded peat soils of Polesia by thresholding various satellite data combinations was compared, which showed a greater efficiency of thresholding directly bands 1, 2 and 3N of the ASTER spectroradiometer than their pairwise relations and normalized indices.

**Keywords:** degraded peat soils; thresholding; ASTER.

Общая площадь болот Беларуси до начала мелиорации составляла 2939 тыс. га, или 14,2 % территории страны, из них 1549,1 тыс. га на сегодня осушено [4]. Значительная часть осушенных торфяных почв в результате минерализации органического вещества торфа перешла в группу деградированных торфяных почв. Данная проблема актуальна для всей территории Беларуси, однако негативные последствия широкомасштабного осушения болот в наибольшей степени характерны для Полесья. Особенностью торфяных месторождений Полесья является их залегание на равнинных территориях, поэтому они имеют сравнительно большие размеры по площади (до десятков тысяч гектаров) и небольшую толщину торфяного слоя – в основном до 1,3 м в неосушенном состоянии [6].

Наиболее простым физически обоснованным способом дистанционного разделения данных почв является пороговая обработка значений спектрального коэффициента отражения выбранного канала или комбинации каналов спектрорадиометра, однако среди опубликованных работ отсутствуют публикации, в которых бы сопоставлялась эффективность разделения осушенных торфяных и деградированных торфяных почв Полесья путем пороговой обработки широких спектральных каналов видимой и начальной области ближнего ИК-диапазонов и их различных комбинаций для спутниковых снимков среднего пространственного разрешения. Данное исследование является целью настоящей работы, при этом из комбинаций спектральных каналов используются их парные отношения и нормализованные индексы.

Работа выполнена по снимкам спектрорадиометра ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection radiometer*) уровня обработки L1A территории Солигорского и Лунинецкого районов с датами съемки 01.10.2011 и 22.04.2008. Радиометрическая калибровка снимков ASTER на основе таблицы коэффициентов радиометрического пересчета, коррекция пропущенных строк каналов снимка и коррекции на значение зенитного угла Солнца, расстояние между Землей и Солнцем и состояние атмосферы на момент съемки проведены с помощью разработанного автором программного продукта «Оценка поверхности торфяных месторождений» [8, 9]. Атмосферная коррекция проведена с помощью метода DOS (*Dark Object Subtraction*) [10, 11] и ограничилась коррекцией на атмосферное рассеяние.

Для коррекции местоположения участков отбора проб почвы в системе координат снимка *ASTER* измерили *GPS*-координаты наземных контрольных точек. Геопривязка спутниковых снимков проведена путем расчета *RPC* модели по таблицам геометрической коррекции и последующей компенсации систематического смещения геопривязки полученной *RPC* модели. Для этого географические координаты и соответствующие им значения строки и колонки в системе координат снимка *ASTER* из таблицы геометрической коррекции аппроксимировали рациональными полиномами; географические координаты наземных контрольных точек с помощью полученной *RPC* модели пересчитали в координаты снимка, рассчитали их разности с координатами наземных контрольных точек, полученными при их локализации на снимке *ASTER*. Средние значения данных разностей по колонкам и по строкам добавили к соответствующим координатам точек отбора проб почвы. Все расчеты и итоговая коррекция расположения точек отбора проб почвы в системе координат снимка *ASTER* проведены с помощью программы «Оценка поверхности торфяных месторождений».

Подспутниковые измерения проведены 04–05.10.2011 на сельскохозяйственных полях, расположенных на торфяном месторождении Гричин (Солигорский и Лунинецкий районы) после уборки урожаев сельскохозяйственных культур. На их территории подобраны пять визуально относительно однородных по степени деградации участков торфяной и деградированной торфяной почв (участки 2, 4, 5 размером 60×60 м, участок 1 размером 40×40 м и участок 3 размером 120×120 м). На данных участках отобраны пробы из пахотного слоя почвы с глубины 3–5 см для определения содержания углерода органического вещества ( $C_{\text{опр}}$ ), место отбора каждой пробы геопривязано с помощью *GPS*-навигатора *Garmin GPSMAP® 60CSx*. Пробы отбирали в центре каждого участка (две пробы) и через каждые 10 м (участки на сельскохозяйственных полях в виде мозаичных комплексов из торфяной и деградированной торфяной почвы) или 20 м (на участке торфяной почвы с глубиной торфа более 1 м) по четырем направлениям от центра, примерно ориентированным по сторонам света.

Для каждой пробы определена величина остатка после прокаливания при 800 °C [5], в зависимости от которой далее выбирался метод определения содержания в пробе  $C_{\text{опр}}$ : для почв с зольностью выше 90 % – по методике И. В. Тюрина [7] в модификации В. И. Никитина [2], для почв с зольностью менее 90 % – по методике Анстета в модификации Пономаревой и Николаевой [3]. Полученные значения  $C_{\text{опр}}$  пересчитывались в значения органического вещества путем умножения на коэффициент 1,724 в соответствии с установившейся в почвоведении практикой [1; 2]. Используя принятное в Беларуси граничное значение содержания органического вещества в торфе, равное 50 %, для каждой пробы определен тип почвы: торфяная или деградированная торфяная. Пробы, приводящие после расчета содержания органического вещества к значениям более 100 %, отнесены к торфяной почве, поскольку на участках их отбора отсутствовала деградированная торфяная почва.

Для сравнения эффективности разделения осущенных торфяных и деградированных торфяных почв путем пороговой обработки *VNIR* (*Visible and Near Infrared Radiometer*) каналов *ASTER* и их различных парных комбинаций исключили пробы, которым соответствуют участки поверхности со значением индекса *NDVI*, равным 0,35 и более, поскольку в этом случае растительность и/или растительные остатки начинают вносить существенный вклад в спектральный коэффициент отражения поверхности поля.

Для обоих снимков значения спектрального коэффициента отражения на участке 5 показали заметное отличие для всех *VNIR* каналов *ASTER* от торфяной почвы, однако данный участок характеризуется начальной стадией деградации торфяной почвы, и значения содержания  $C_{\text{опр}}$  в пробах почвы на данном участке близки к торфяной почве участка 3. Общей для обоих снимков причиной различия значений спектрального коэффициента отражения на данных участках является повышенное содержание песка на поверхности торфяных почв на разных стадиях деградации по сравнению с нижележащим слоем почвы, из которого проводился отбор проб (с поверхности поля в большей степени выдуваются частицы торфа как более легкие по сравнению с частицами песка). Для снимка с датой съемки 01.10.2011 другими существенными причинами данного различия являются наличие на поверхности участка 5 на 01.10.2011 послеуборочных растительных остатков и разность расстояний до проекции границы облачного поля от участков 4 и 5 (2 км) и участка 3 (более 4 км), в результате чего значения коэффициента отражения данных участков поверхности оказались завышенными в

разной степени, поскольку величина данного завышения линейно пропорциональна логарифму расстояния от края облака [14].

По указанной причине, значения  $C_{\text{опр}}$  в пробах почвы на участке 5 не использовались далее для обоих снимков. Для снимка с датой съемки 01.10.2011 в итоге осталось 42 значения  $C_{\text{опр}}$ , 22.05.2008 – 25 значений  $C_{\text{опр}}$ , поскольку без растительного покрова 22.04.2008 были только участки 3, 4 и 5.

Для отобранных значений  $C_{\text{опр}}$  для каждого *VNIR* канала обоих снимков *ASTER* извлекли соответствующие значения коэффициента отражения, по которым рассчитали парные комбинации *VNIR* каналов *ASTER*: канал 1 / канал 2, канал 1 / канал 3N, канал 3N / канал 2, *NDVI*, *NDWI* [13] и *NDGI* [18]. Используя непосредственно значения коэффициента отражения каналов 1, 2 и 3N *ASTER*, а также значения рассчитанных комбинаций каналов построили диаграммы размаха для сравнения эффективности разделения торфяных и деградированных торфяных почв пороговой обработкой. Из дальнейшего анализа для снимка с датой съемки 01.10.2011 исключили каналы и их комбинации, которым соответствуют диаграммы размаха с перекрывающимися межквартильными расстояниями. В результате остались канал 1, канал 2, канал 3N и комбинации каналов канал 1 / канал 3N, канал 3N / канал 2, *NDVI* и *NDWI*, при этом из исследованных каналов и их комбинаций наилучшее разделение торфяных и деградированных торфяных почв продемонстрировали непосредственно канал 1, канал 2 и канал 3N. Для снимка с датой съемки 22.04.2008 только непосредственно каналы 1, 2 и 3N показали отсутствие перекрытия диапазонов значений, что подтверждает выводы по первому снимку. Расчет диаграмм размаха проведен в командной строке языка программирования *Python* с использованием пакета *seaborn* [17].

Для проверки выводов из анализа диаграмм размаха, для отобранных по снимку с датой съемки 01.10.2011 *VNIR* каналов и их комбинаций выполнена проверка различимости торфяных и деградированных торфяных почв на основе их спектральных свойств с помощью теста Ван-дер-Вардена [12]. Расчеты выполнены в программной среде вычислений *R* [16] с использованием пакета *PMCMR* [15].

Результаты теста Ван-дер-Вардена подтверждают вывод из анализа диаграмм размаха, что наилучшее разделение торфяных и деградированных торфяных почв обеспечивают непосредственно каналы 1, 2 и 3N (таблица). При этом из всех сравниваемых каналов и их комбинаций каналу 2 соответствует наименьшее *p*-значение, равное  $9,374 \times 10^{-7}$  для снимка с датой съемки 01.10.2011 и  $3,571 \times 10^{-5}$  – с датой съемки 22.04.2008.

**Результаты теста Ван-дер-Вардена для проверки различимости торфяных и деградированных торфяных почв**

	Дата съемки	Канал 1	Канал 2	Канал 3N	Канал 1	Канал 3N	<i>NDVI</i>	<i>NDWI</i>
					Канал 3N	Канал 2		
$\chi^2$	01.10.2011	23,856	24,053	23,9	23,347	21,991	21,991	23,347
	22.04.2008	17,079	17,087	16,917	5,9736	13,185	13,185	5,9736
<i>p</i> -значение	01.10.2011	1,038e-06	9,374e-07	1,015e-06	1,353e-06	2,74e-06	2,74e-06	1,353e-06
	22.04.2008	3,586e-05	3,571e-05	3,904e-05	0,01452	0,0002822	0,0002822	0,01452

Таким образом, для дистанционного разделения осушенных торфяных и деградированных торфяных почв Полесья пороговая обработка непосредственно каналов 1, 2 и 3N спектрорадиометра *ASTER* является более эффективной по сравнению с пороговой обработкой их парных отношений и нормализованных индексов. Из этого следует, что различие усредненных в спектральных диапазонах *VNIR* каналов *ASTER* значений спектрального коэффициента отражения торфяных и деградированных торфяных почв, является более существенным, чем различие их изменения между данными спектральными диапазонами.

## Список литературы

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 2-е изд. – 1970. – 488 с.
2. Орлов Д.С., Гришина Л. А. Практикум по химии гумуса. – М: МГУ, 1981. – 172 с.
3. Пономарева В.В., Николаева Т.А. Методы изучения органического вещества в торфяно-болотных почвах // Почвоведение. – 1961. – № 5. – С. 88–95.
4. Стратегия сохранения и рационального (устойчивого) использования торфяников: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 30 декабря 2015 г. № 1111 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 7 января 2016 г. – № 5/41510.
5. Торф. Методы определения влаги и зольности : СТБ 2042–2010. – Введ. 29.03.10 (с отменой на территории РБ ГОСТ 11305–83 и ГОСТ 11306–83). – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2010. – 10 с.
6. Торфяные и сапропелевые месторождения / А.П. Пидопличко [и др.] // Проблемы Полесья. – Минск: Наука и техника, 1972. – Вып. 1. – С. 292–313.
7. Тюрин И.В. Новое видоизменение объемного метода определения гумуса с помощью хромовой кислоты // Почвоведение. – 1931. – № 6. – С. 36–47.
8. Яновский А.А. Автоматизированная оценка состояния поверхности повторно заболоченных и осущеных торфяных месторождений: свидетельство о регистрации компьютерной программы в Национальном центре интеллектуальной собственности Республики Беларусь № 821. – Опубл. 16.10.2015.
9. Яновский А.А. Автоматизированное тематическое картографирование поверхности нарушенных торфяных месторождений: свидетельство о регистрации компьютерной программы в Национальном центре интеллектуальной собственности Республики Беларусь № 816. – Опубл. 16.10.2015.
10. Chavez P.S. An Improved Dark–Object Subtraction Technique for Atmospheric Scattering Correction of Multispectral Data // Remote Sensing of Environment. – 1988. – Vol. 24, No. 3. – P. 459–479.
11. Chavez P.S. Radiometric Calibration of Landsat Thematic Mapper Multispectral // Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. – 1989. – Vol. 55, iss. 9. – P. 1285–1294.
12. Conover W.J. Practical Nonparametric Statistics. – 3rd edition. – 1999. – New York: Wiley. – 584 p.
13. McFeeters S. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features // Int. J. Remote Sens. – 1996. – Vol. 17. – P. 1425–1432.
14. On the twilight zone between clouds and aerosols / I. Koren [et al.] // Geophysical research letters. – 2007. – Vol. 34, iss. 8. – L08805.
15. Pohlert T. The Pairwise Multiple Comparison of Mean Ranks Package (PMCMR) [Electronic resource] // R package. – 2014 (revision: 2016-01-06). – Mode of access : <http://CRAN.R-project.org/package=PMCMR>. – Date of access: 21.09.2016.
16. R: A language and environment for statistical computing [Electronic resource] / R Core Team. – Vienna, Austria, 2016. – Mode of access: <http://www.R-project.org>. – Date of access: 01.08.2016.
17. seaborn: v0.7.0 [Electronic resource] / M. Waskom [et al.]. – Zenodo, January, 2016. – Mode of access: <http://doi.org/10.5281/zenodo.45133>. – Date of access: 21.09.2016.
18. Utilisation des bandes spectrales du vert et du rouge pour une meilleure évaluation des formations végétales actives / P.C. Chamard [et al.] // Теледетекция и Картография, Эд. AUPELF–UREF. – 1991. – P. 203–209.

\* \* \*

---

## IGNACY DOMEYKO, HUSBAND AND FATHER

**Paz Domeyko**

*97/177 Bellevue Road, Double Bay NSW 2028 Sydney, Australia*

*e-mail: paz.domeyko@gmail.com*

Ignacy Domeyko arrived in Chile in 1838. During the following nine years he lived and worked as a teacher of science in the northern Chilean city of La Serena, and once his contract there was finished he moved to the capital Santiago. Since his arrival it was his intention to return to Europe at any moment, to fight for the freedom of his country if an uprising in his homeland needed him.

In 1849 Ignacy realized that there was no hope of such an uprising taking place or being successful. He decided to make his home in Chile, the country where he was appreciated and honoured, which had granted him citizenship. However, he fell into a deep depression. He disliked city life, with its noise and crowds, and lost his taste for the theatre and social life. He decided to find a place to buy so that he could have his own home and a garden. He found what he wanted in the suburb of Yungay, a small house surrounded by fruit trees, flowers and a grape arbour, and bought it for a reasonable price. He moved in at the beginning of 1850. Sad and depressed, he decided to lead a life as similar as possible to that of a monk. After early morning Mass at the nearby church he would walk three kilometres to his work as a school teacher. In the evenings he would walk home, read, write, work in his garden and play the piano. On Sundays, after Mass he would write letters in Polish, and in the afternoon he would allow himself to see friends.

This monastic life went on for three months. In late March his friend General Jose Santiago Aldunate invited him for a walk to a beautiful nearby park. On the way home they passed in front of the wide open gate of a neighbouring house, whose owners, the Sotomayor family, were the General's relatives. He suggested to Ignacy that he introduce him to the family. As they walked inside, a girl ran out from behind a hedge, stared at Ignacy, and ran off. The effect on him was overwhelming. She was the most beautiful girl he had ever seen! The general informed him her name was Enriqueta, that she was the eldest of 13 children, and that she was 15 years old.

Ignacy went home in a daze. He could not forget the girl's face, and despite his ascetic intentions he soon accepted an invitation to the house of his friendly neighbours. By the end of that visit he had to admit that he was in love, but also in despair. How could he win the love of such a beautiful girl, when he was as old as her father, not rich, and a foreigner? However, Enriqueta had been equally fascinated by the blue-eyed stranger, who had already gained a reputation as a scientist, explorer and arbiter in mining disputes. He was handsome, spoke several languages, was a friend of the President and many other important people in the country. She was fascinated, as he opened her eyes to a totally new world. Ignacy became a frequent visitor to the Sotomayor household, and just two months after seeing her for the first time, he declared his love and asked Enriqueta to become his wife, and she accepted. She loved him! He went wild with joy and impatience, and wanted to marry immediately. Her parents tried to persuade him to wait until after her sixteenth birthday, but he insisted, and the wedding took place on 5 July, 1850.

The next few years were the happiest Ignacy had experienced since leaving his beloved home and country. He had not only gained a beautiful and loving wife, but had also become part of a large, devout, well connected family, such as he had not enjoyed since leaving home many years before.

Ignacy had hoped that despite his age he would become a father, but it was not until three years later that Enriqueta announced the happy news. She was pregnant! The following months were difficult, as despite her youth Enriqueta's health was frail, and the pregnancy was a difficult

one. On 14 August, 1854 a little daughter was born, and Ignacy named her Ana, although he soon described her as Anusia. The experience of fatherhood was a tremendous novelty and joy for Ignacy. As a scientist, he analysed his little daughter minutely. Each new tooth, each sign of progress was described in great detail in his letters to his cousin Wladislaw Laskowicz in Paris and other friends. He compared her to members of his faraway family, as her hair at first was as bright as that of Lithuanian children. However, as time went on she grew to resemble her dark haired Chilean relatives.

On 29 November, 1855 a new baby arrived, this time a boy. Once again Ignacy was delighted. He named the baby Henryk, and in his letters he described the beauty of his little son. However, just a year later his pride and joy turned to sorrow, as little Henryk became ill and died less than 24 hours later.

This tragedy, added to the stress of Ignacy's ever increasing work load, caused him to suffer a bout of great sorrow and depression, reawakening the homesickness that had lain dormant since his marriage. Encouraged by an amnesty proclaimed by the Russian government, he began to dream of travelling to Europe with Enriqueta and his daughter, and perhaps settling in the area around Krakow. He longed to be reunited with his brother Kazimierz and to revisit the places where he had lived and studied. However, Enriqueta's ill health prevented him from being able to carry out his plan, and the idea was abandoned when in 1858 she learned she was pregnant once more. To his cousin Wladislaw, Ignacy wrote "*ever since I conquered in myself the temptation to return, it seems God wishes to give me children as a consolation*".

A new son was born in January, 1859. The baby was healthy and strong, and Ignacy named him Hernan Esteban. Finally, in 1863 another son was born, and named Kazimierz, but known always in Chile as Casimiro. He was big and fat, and Ignacy always wrote delightedly about his fat little son. However, Enriqueta's health had always been delicate, and with the birth of four children it had deteriorated. Ignacy was obliged to accept the verdict of the doctors, that she had "lung disease," later known as tuberculosis. After terrible suffering, she died on 26 December, 1870. For Ignacy, the death of his adored wife, after twenty years of happy life together, was an almost unbearable tragedy.

His eldest daughter, now known as Anita, at the age of only 15 was obliged to take over the management of the house, although she had already performed it during her mother's illness. However, his son Hernan gave him the greatest concern. He had always been delicate, but his mother's death affected him badly. He suffered constant illness, and had difficulty learning. In contrast, Casimiro was tall and strong, became an excellent student and had a bright and outgoing personality.

In 1876 Ignacy had a wonderful surprise. His nephew Leon, son of his brother Kazimierz, arrived in Chile to visit his uncle. Although his visit was brief, he and Anita fell in love. Leon returned home, but a year later returned to Chile, and he and Anita were married. Six months later the young couple sailed to Europe, leaving Ignacy devastated by the departure of his beloved daughter and the nephew he had come to love like a son.

Ignacy planned to return to Europe to join Leon and Anita. However, time and again he was re-elected as Rector of the University of Chile, and it was only in 1885, when he was 83 years old, that he was able to leave Chile, taking with him his sons Hernan and Casimiro.

During their stay in Europe Casimiro studied mining engineering, and Hernan studied to be a priest, which had been his life-long desire. He was ordained in Rome on 31 July, 1887, on Ignacy's 85<sup>th</sup> birthday. Ignacy considered this as the happiest event of his life. Returning to his old home, Ignacy spent time with his daughter and nephew in their home in Zybur, as well as visiting friends in France, and fulfilling his dream of travelling to the Holy Land.

However, his health was failing. In November, 1888 he returned to Chile, and after terrible suffering on the ocean voyage, he died in Santiago on 23 January, 1889. As he had requested, he was buried beside his adored Enriqueta.

Many years later, in a notebook kept by his son Hernan, I found a tribute he had written about his father, which says in part...

## NOTES ON MY FATHER

*I never saw in my father a bad action or heard an angry word. In his dress he observed the greatest modesty and delicacy. He was always tender and loving to my mother and the same with each one of us. As long as he lived, every night before we went to bed we went to kiss his hand. He would kiss our forehead and bless us. When we had done something bad or misbehaved, he would hug us with greater tenderness than ever, with tears in his eyes. For us that was the most terrible of all punishments, and the greatest sorrow. We would have preferred any reproof rather than that.*  
(...)

The love and respect his children felt for Ignacy has carried on to succeeding generations of Domeykos. His descendants now number several hundreds, distributed in many countries of the world. Today, more than a hundred years after his death, our admiration for our exceptional ancestor is shared by many people in many countries, who have learned of his outstanding achievements and personal qualities.

### List of sources

1. Domeyko, Ignacy – “Mis Viajes – Memorias de un Exiliado”, volumes I and II. Editorial Universidad de Chile, 1978.
2. Domeyko, Hernan – Apuntes Sobre mi Padre. Handwritten, dated 23 April 1923. Original held by family members.
3. Laskowicz, Wladislaw – “Ignacy Domeyko, Listy do Ladislawa Laskowicza”, Institut Widawniczy Pax, Warsaw 1976.
4. Unpublished letters in Spanish from Ignacy Domeyko to his children Ana, Hernan and Casimiro and from his children to Ignacy. Held by Paz Domeyko and other family members.

## HARMONY BETWEEN SCIENCE AND FAITH IN THE LIFE OF IGNACY DOMEYKO

**Miguel Zauschkevich Domeyko**  
*Santiago, Chile, e-mail: slmmila@tie.cl*

In this lecture, I will have the honour to refer to my forefather, Ignacy Domeyko, from whom I descend in the fourth generation on my mother's side

Ignacy was a man of science and a man of faith. In a century when these two visions of Man in relation to nature were antagonistic and wrestled hardly against each other, Ignacy reconciled them in his own mind and spirit, through a life of hard labour and piety.

From the sixteenth century on, science and faith began to diverge along different paths, reaching a peak in the nineteenth century, the century of the continuous scientific progress of Man, which was believed to be limitless. God could be cast away, taken to rest, and was even declared "Dead".

The origin of his faith resides in his childhood, from the teaching of his tender mother, Karolina. Subsequently it developed along his youth, as a synonym of his patriotism against the occupation of his country by foreign powers, especially the Russian Empire, which controlled the northeastern corner of the former Polish–Lithuanian Commonwealth.

In Poland, catholic religion and patriotism are intimately intertwined. He used to say: *We have no homeland anymore: we are scattered all over the world. The only thing left from Poland, which will never be taken from us, are our religious beliefs. Religion is the only bond for this people of outcasts. The bosom of religion is for us the bosom of homeland* [1].

As we all know, Domeyko arrived in Chile in 1838 as a professor of mineralogy in the northern port of Coquimbo. He had received his degree in the *École des Mines de Paris*, after his forced exile from Lithuania, following the failed insurrection of 1830.

His Chilean alumni, captivated by this vision of Man's everlasting progress, based solely on science, could not understand that their master, being an outstanding scientist, could sustain his religious beliefs, so rusted and out of date.

But to him, the beauty of nature, which he observed acutely, was an expression of the wisdom of God. He recognized that nature – and especially the geological phenomena – had an intrinsic ordering which the scientist ought to discover, and that in order to understand this framework, the scientist should recognize the limitation of his understanding, and pray to Almighty God for His support and the awakening of the mind, through the vehicle of faith.

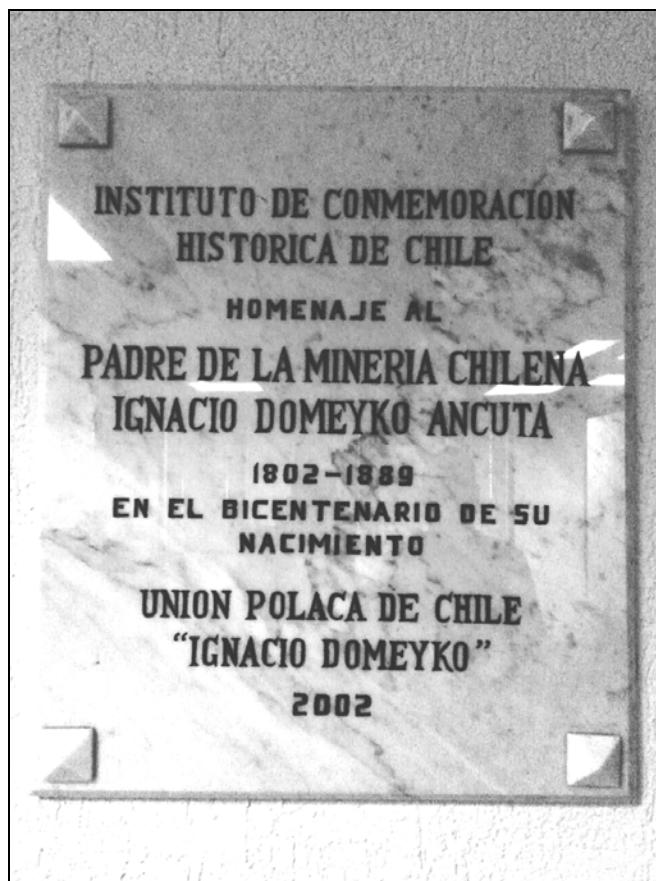
When he climbed a mountain – an exercise which he did on countless occasions – he admired more than ever the intelligence of the Creator of the universe, and felt even closer to Him.

When Domeyko was approaching his fifty years of age, the longing to return to his homeland was unbearable: despite all he had achieved, he felt that his life was useless. Then, unexpectedly, he felt a sensation that shook him to the ground: he fell in love. He met a young lady from the Chilean society, named Enriqueta Sotomayor. This sensation, altogether new, was completely different and fairly more powerful than the thrill of adventure and danger that he experienced during his youth, when he fought to liberate his country, or the passion for science that had occupied him since he was a student.

The marriage was celebrated in 1850, and Enriqueta was blessed with three children: two boys – Hernán and Casimiro – and a girl, Anita. Domeyko declared that he loved his wife more and more everyday and praised her virtues. Regrettably, Enriqueta died very young, in 1870, from a painful disease, which tested Ignacy's faith. He consoled himself with a Christian resignation and continued to develop his scientific work and his role as a father, now all by himself.

Domeyko had a paramount role in the reorganization of the statutes of the "Universidad de Chile" in order to widen its role to the scientific area, directing it as its Principal for many years, over four periods. In 1978, as a homage to his work, the Universidad de Chile translated to the

Spanish language the recall of his trips, translated from the original *Moe podróże*, which had been edited by the University of Krakow in 1962.



The memorial plate exhibited in the meeting room of the Instituto de Ingenieros de Minas de Chile reads:  
“Chilean Institute of Historical Commemoration. Hommage to the Father of Chilean mining Ignacio Domeyko  
Ancuta 1802–1889. On the Bicentennial of his birth. Polish Union of Chile “Ignacio Domeyko”, 2002”

Moreover, in 2002, to honour the bicentennial of his birth, the Faculty of Mining Engineers of the Universidad de Chile declared Ignacy Domeyko as “Father of the Chilean mining”; a marble plaque in the hall of the faculty remembers this ceremony.

This same year, a cause of Beatification was initiated in the Vatican, stating that Domeyko practiced heroic virtues as a Christian throughout his whole life. He has been adequately named as “an apostle of science and education”.

Sensing that the end was near, Ignacy received from the Russian authorities an unexpected gift: the permission to visit his homeland. His dream would be fulfilled ...

In May 1884 he embarked on a ship, in a journey which would last more than four years. He was received like a hero in Poland and subsequently in Lithuania. He visited and prayed in front of the tomb of his mother, 42 long years after leaving his home and his dear mother, whom he never met again. A soon as he came back home, he went to visit his mother’s grave: there his heart bloomed, he burst in tears and thanked God to allow him to pray in front of her remains.

In 1885 he visited the Holy Land and prayed reverently at the tomb of His Savior, Jesus Christ. He thanked God for the privilege of having lived a long and productive life, and especially for the exceptional privilege of being there, where His Lord had suffered and died for the sake of mankind.

Upon reaching the Golgotha, he exclaimed: *In climbing this Most Holy Hill (the Golgotha), my heart was shaken as if an earthquake had hit it, my soul got confused, I could not pray and I could only manage to tap upon my chest, begging for the Divine Mercy for me, unworthy of stepping onto the earth sprayed with the blood of our Savior [2].*

Yet, another final gift was awaiting him: the ordination of his son Hernán. On July 31, 1887, precisely on the day of Ignacy's 85th. birthday, Hernán was ordained in the Jesuit convent in Rome. Some months later, he was present in the first High Mass celebrated by Hernán in the Wawel Castle, on Easter Sunday of 1888. Ignacy recalls this as the happiest moment of his life. The solemnity of the Mass, sung by his son Hernán, covered with the chasuble donated by King Batory to the cathedral, the decoration of the altar with the Golden Rose presented by pope Clement, the pristine voices of the choir and the devotion of the worshipers made him to declare it as the happiest moment of his life.

In November 1888 he returns to Chile, suffering an extremely hard sea voyage. Another task was awaiting him: the “Sociedad Nacional de Minería” – mining association recently created – asked him to prepare a catalog of mineral samples that the Republic of Chile wanted to send to the Universal Exposition that would be held in Paris in 1889. Ignacy devoted him to this task, with the professionalism and the altruism he had showed all along his life.

Finally, his energies exhausted with the harshness of the sea voyage from Europe to Chile and with this last intellectual task, this brave man rendered his soul back to His Creator in the afternoon of January 23, 1889.

His last days on earth were a synthesis of his entire life: working and praying. I have no doubt that God presented him with the gift that is reserved to those chosen to go to paradise, to share His Glory eternally: the knowledge of His Mysteries, that is the ultimate knowledge he sought all along his life.

May God allow us to fulfill our own lives in a similar way.  
Thank you very much.

#### References

1. “La Escuela”, Augusto Orrego Cortés. Anales de la Universidad de Chile, 1847. Page 23.
2. “My voyages”, spanish edition, Universidad de Chile, 1978. Page 1.056.

## SOME THOUGHTS ON IGNACY DOMEYKO HERITAGE IN PRESENT BELARUS AND LITHUANIA

Algimantas Grigelis

Lithuanian Academy of Sciences

Gedimino Ave. 3, 01134 Vilnius, Lithuania, e-mail: algimantas.grigelis@geo.lt

Among the most famous South American naturalists of the 19th century, Ignacy Domeyko, Alexander von Humboldt and Claudio Gay were the ones who through their studies greatly contributed to the knowledge of this continent's geography, living nature, geology and its underground riches. Regarding one of these scholars – Ignacy Domeyko – his life and works in Lithuania, Poland, France and Chile are narrated by the authors of the just published new extended edition [1].

Ignacy Domeyko (1802–1889), a descendant of the old Lithuanian noble house of Kontrim, was born in the lands of the Grand Duchy of Lithuania (GDL), in Domeyko's Miadzviadka Estate (pol. Niedźwiadka), Navahrudak county (now Karelichy district, Belarus). After schoolwork in Piarist liceum in Schchuchyn (1816) Ignacy, being only fourteenth, entered Vilnius University, Branch of Physics and Mathematics. In 1822, Domeyko held a Master of Philosophy degree from Vilnius University (1822). He was a member of the Philomaths Society, lived several years in Zapolle Estate near Lida town (1824–1831), took part in the November Uprising (1831) but after defeat near Šiauliai town in Lithuania in July 1831, he emigrated to France. Here, in Paris, he learned at the *École Supérieure des Mines* and, in 1837, got a diploma of the mining engineer. In 1838, Domeyko departed to work in Chile for what was supposed to be a period of several years, but remained there for a total of 46 years – all the while longing for his Homeland, left under the oppression of the Russia Empire regime.

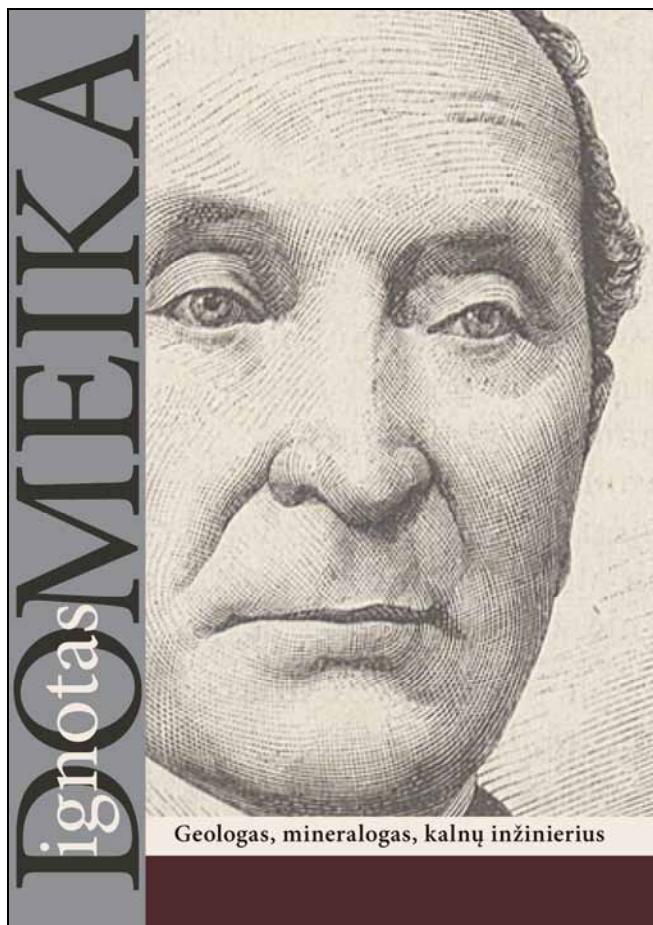
In Chile Domeyko held professorship in the fields of chemistry and mineralogy at both La Serena College (1838–1847) and, later on, at Santiago University (1848–1884). He became an re-organizer of the Chilean education system, got honorary citizenship of the Republic of Chile (1846), four times was elected as a Rector at Santiago University (1867–1883). In 1874, he became a member of the Kraków Academy of Arts and Sciences, and in 1887, he held *an doctor honoris causa* at the Kraków Jagiellonian University. Considering these achievements, Ignacy Domeyko is well-deservedly named as a great enlightener and humanist of the 19<sup>th</sup> century. This was an individual who paved the way for Transatlantic scientific progress and the globally developing civilization.

The edition just only issued "Ignotas Domeika – geologas, mineralogas, kalnų inžinierius = Ignacy Domeyko – geologist, mineralogist, mining engineer" conventionally could be named ***Ignacy Domeyko for Lithuania*** covers a gap in the row of solid publications on Ignacy Domeyko (except his own diaries and letters) but still not in the Lithuanian language [2–5]. Therefore, a such a book was definitely needed (Figure).

The edition contains four parts thematically joined in several chapters and subchapters, rich illustrated by archive and memoiristic documents, portraits, mineral and fossil figures, travel photographs, even memorial burial places in the former GDL lands. The book is suplied with a bibliography, name and location indexes, extended summaries in English, Polish and Spain languages. Well-known historians of science from Vilnius, Krakow, Sydney, New York, Santiago, Minsk and Warsaw are authors of this collective work.

Thus, the long-lasting activites of Ignacy Domeyko in Chile as well as his constant relations with European scientific centers are to be appreciated as the erection of an intellectual bridge between Europe and South America. Let us admit – this is a phenomenon in the history of science. His life and works do testify, first and foremost, to his inherent abilities, his thirst for knowledge and talent for research. On the other hand, the olden Kontrim' family roots of the Lithuanian noble house in Miadzviadka and Žybartauščyna (pol. Żyburtowszczyzna), the Philomaths Society at Vilnius University, his science fellows in Vilnius and Paris and the family in Santiago had impact

on his mentality, granted him strength and were the foundation of his personality. He was affiliated, in a spiritual sense, with many people. He was not alone. He did not complain of any losses, for he was always near the vicinity of his native Navahrudak, or just nearby Vilnius University or the Our Lady of the Gate of Dawn (*Lith. Aušros Vartų švč. Mergelė Marija*). In his letters, addressed to Adam Mickiewicz and Władysław Laskowicz, which are remarkably virtuous and honest, he would, in some sense, draw nearer to his native land. Even though he had resided in Chile, he was still a son of Lithuania, who belonged to the Polish-Lithuanian Commonwealth – to both Lithuania and Poland, as was the sense of those times. It is by no chance that his Chilean travel diaries were titled *An Exile's Recollections*. Despite that, he was also an honorary citizen of his second Homeland – Chile. Ignacy Domeyko was a pious and conscientious individual, an attentive husband and father, an excellent analyst, longevious rector, a gifted literarian, an open, hard-working and versatile man.



Cover of the book. Graphic artist Miglė Datkūnaitė, 2017

Domeyko, due to his life and accomplishments, holds one of the most notable places among the *Alumni* of Vilnius University. As a talented geologist, mineralogist, pedagogue, ethnologist, philomath – Ignacy Domeyko had lived during the time that came to be known as the Romantic era. In his passions and actions, he was a staunch representative of his age. The life of this famous man was especially rich, colorful and interesting. Ignacy Domeyko and Adam Mickiewicz are *some of the greatest people of our land that were given to it by the 19<sup>th</sup> century*. These are the individuals that were brought up and who had matured in the intellectual and spiritual environment of the Grand Duchy of Lithuania and Vilnius University – an environment that had reached international recognition. Neither Domeyko or Mickiewicz can be appropriated by any single nation.

The star of the especially famous 19<sup>th</sup> century personality, one of Ignacy Domeyko – citizen and scientist, pedagogue, geologist, mineralogist and ethnologist – shone brightly in the world in

2002, during the commemoration of his 200<sup>th</sup> birth anniversary. This date, worth of remembrance, was widely commemorated in Chile, Lithuania, Belarus, Poland and France.

His path of life was marvelous. He was born for science, for creation, for discoveries. His luster grew with the passing years, as he was responsible for great deeds. Domeyko was devoted to his work, his family, his duties and his Homeland – and he was remunerated. Fate was gracious to him. This was true happiness. Yet this was all obtained at the cost of the most secret sadness and suffering. An indescribable longing for his Homeland and the people that loved him, the drama of his exile and emigration would occasionally surface in his letters, all stemming from the depths of a soul that underwent much anguish.

### References

1. Ignatas Domeika – geologas, mineralogas, kalnų inžinierius = Ignacy Domeyko – geologist, mineralogist, mining engineer. Mokslinis redaktorius / Science Editor Algimantas Grigelis. – Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla, 2017. – 726 p. ISBN 978-609-459-851-7 (online); ISBN 978-609-459-852-4 (print).
2. Domeyko P. A life in exile: Ignacy Domeyko 1802–1889. – Australia, 2005. – 426 p.
3. Grigelis A. (Ed.) Ignacy Domeyko 1802–1889. His life, works and contribution to science. – Vilnius : Geologijos ir geografinios institutas, 2002. – 354 p.
4. Ryn, Z. J. Ignacy Domeyko – Kalendarium życia. – Kraków, 2006. – 860 s.
5. Wójcik Z. Ignacy Domeiko. Litwa, Francja, Chile. Polskie Towarzystwo Ludoznawcze, Seria wydawnicza “Biblioteka Zesłańca”, Stowarzyszenie “Wspólnota Polska”. Warszawa–Wrocław, 1995. – 477 s.

# С О Д Е Р Ж А Н И Е

## Раздел 1. ЖИЗНЬ И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ИГНАТА ДОМЕЙКИ

<b>НАВУКОВАЯ СПАДЧЫНА ІГНАТА ДАМЕЙКІ І ПРАБЛЕМЫ РАЗВІЦЦЯ НАВУК АБ ЗЯМЛІ</b> Гусаков У.Р., Махнач А.А., Карабанаў А.К. ....	3
<b>ПАЎСТАННЕ 1830–1831 гг. У ЛЮСТЭРКУ ТАГАЧАСНАЙ РАСІЙСКАЙ ПРАПАГАНДЫ</b> Анофранка Н.В. ....	9
<b>«ЯШЧЭ КІПІЦЬ КРОЎ У ВЕНАХ, ЛІТОЎСКАЯ КРОЎ»: 80-я гг. XIX ст. У ЖЫЩЦІ І ДЗЕЙНАСЦІ ІГНАЦІЯ ДАМЕЙКІ</b> Гарбачова В.В. ....	13
<b>ПЕТРОГРАФИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ДРЕВНЕЙ КЕРАМИКИ В БЕЛАРУСИ</b> Дубицкая Н.Н. ....	17
<b>МИРОВОЕ ПРИЗНАНИЕ: ИГНАТИЙ ДОМЕЙКО И ВСЕМИРНЫЕ ВЫСТАВКИ XIX в.</b> Киштымов А.Л. ....	21
<b>РОЛЯ РЭЛІГІЙНАГА ФАКТАРА Ў ЖЫЩЦІ ІГНАТА ДАМЕЙКІ</b> Кузьма Д.І. ....	25
<b>ІГНАСІО ДОМЕЙКО – УЧЕНЫЙ, МЫСЛИТЕЛЬ, ИССЛЕДОВАТЕЛЬ И ПРОСВЕТИТЕЛЬ ЧИЛИ</b> Логинова Е.В., Лопух П.С. ....	27
<b>«ЗАЙМЕЎ Я НАВАТ СЛАВУ АКАНОМА»: ДА ХАРАКТАРЫСТЫКІ ГАСПАДАРЧАЙ ДЗЕЙ- НАСЦІ ЛІДСКАЙ ШЛЯХТЫ</b> Лугаўцова С.Л. ....	32
<b>З БЕЛАРУСІ – ДА АНТЫПОДАЎ</b> Мальдзіс А. І. ....	36
<b>ДАКУМЕНТЫ НАЦЫЯНАЛЬНАГА ГІСТАРЫЧНАГА АРХІВА БЕЛАРУСІ ДА БІЯГРАФІИ ІГНАТА ДАМЕЙКІ</b> Матвейчык Д.Ч. ....	40
<b>ХАВАЛЬНІЦА ПАМЯЦІ ІГНАЦЫ ДАМЕЙКІ: ЛЁС І ДАСЛЕДЧЫЦКАЯ ДЗЕЙНАСЦЬ ПАЗ ДАМЕЙКА</b> Мятліцкая В.М. ....	43
<b>ДАМЕЙКІ В ЛІДСКОМ УЕЗДЕ</b> Сливкин В.В. ....	47
<b>ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКАЯ (РУССКАЯ) РАВНИНА КАК ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНЦА XIX-НАЧАЛА XX ВЕКОВ</b> Снытко В.А., Борсук О.А. ....	52
<b>ІГНАТ ДОМЕЙКО – МЕМУАРЫ И ПЕРЕПИСКА</b> Филатова Е. ....	55
<b>ДЫНАМІКА КОЛЬКАСЦІ МЯШЧАН У СТРУКТУРЫ НАСЕЛЬНІЦТВА БЕЛАРУСІ (60-я гг. XIX – ПАЧАТАК XX ст.)</b> Церашкова К.С. ....	57
<b>ДА ПЫТАННЯ АБ ІДЭНТЫЧНАСЦІ ІГНАТА ДАМЕЙКІ</b> Унучак А.У. ....	62
<b>ПРОДКІ ІГНАТА ДАМЕЙКІ ПА КУДЗЕЛІ: НОВЫЯ АРХІЎНЫЯ ЗДАБЫТКІ</b> Юркевіч З.Ю. ....	65
<b>НАВАГРУДАК ЧАСОЎ АДАМА МІЦКЕВІЧА І ІГНАТА ДАМЕЙКІ</b> Яноўская В.В. ....	70

## **Раздел 2. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ, МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ И ИХ РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

<b>МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ БЕЛАРУСИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ</b>	
Айзберг Р.Е., Березко О.А., Гарецкий Р.Г., Грибик Я.Г., Карабанов А.К., Кудельский А.В., Лиштван И.И., Матвеев А.В., Махнач А.А. ....	74
<b>СЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ</b>	
Аронова Т.И., Сероглазов Р.Р., Аронов В.А., Ацуга О.Н., Аронов Г.А. ....	84
<b>ГЕОХИМИЯ И ГЕНЕЗИС МЕТААНДЕЗИТОВ ЗЕЛЕНОКАМЕННЫХ СТРУКТУР СРЕДНЕПРИДНЕПРОВСКОГО МЕГАБЛОКА И ОРЕХОВО-ПАВЛОГРАДСКОЙ ЗОНЫ (УКРАИНСКИЙ щит)</b>	
Артеменко Г.В. ....	88
<b>ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ СТРУКТУРНО-ТЕРМО-АТМОГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ (СТАГИ) С ЦЕЛЬЮ ПОИСКОВ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ И ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ</b>	
Багрий И.Д., Дубосарский В.Р., Жаловский В.П. ....	93
<b>ПОЛУЧЕНИЕ ПОРИСТОГО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ ИЗ ОТХОДОВ ГРАНИТОИДНЫХ ПОРОД – РАЦИОНАЛЬНЫЙ ПУТЬ ИХ УТИЛИЗАЦИИ И УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ РЕГИОНА</b>	
Бобкова Н.М., Баранцева С.Е., Позняк А.И. ....	96
<b>МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ РУДОНОСНЫХ СТРУКТУР УКРАИНЫ</b>	
[Галецкий Л.С.], Ремезова Е.А., Черниенко Н.Н., Науменко У.З., Александров А.Л., Василенко С.П., Охолина Т.В., Яременко О.В. ....	100
<b>ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И СВОЙСТВА ГРУНТОВ РЕЧНЫХ ДОЛИН БЕЛАРУСИ</b>	
Галкин А.Н., Павловский А.И. ....	104
<b>ИНСТРУМЕНТАРИЙ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ПРОДУКЦИИ ИЗ ОСАДОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД</b>	
Гамаюнов С.Н., Зюзин Б.Ф. ....	108
<b>ТЕКТОНО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПОЯСА И РУДОНОСНОСТЬ ФУНДАМЕНТА БЕЛАРУСИ</b>	
Гарецкий Р.Г., Каратаев Г.И. ....	112
<b>ЭОЛОВЫЕ АККУМУЛЯЦИИ, ИХ МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ И РЕЛЬЕФНЫЕ ФОРМЫ НА ТЕРРИТОРИИ БРЕСТСКОГО ПОЛЕСЬЯ</b>	
Гречаник Н.Ф. ....	116
<b>ПОТЕНЦИАЛ НЕТРАДИЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ ЗАПАДА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ</b>	
Грибик Я.Г., Айзберг Р.Е. ....	120
<b>ФЛЮИДОДИНАМИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕНОСНОСТИ КОЛЬЦЕВЫХ СТРУКТУР ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА</b>	
Губин В.Н. ....	126
<b>ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ НИЖНЕЙ ГРАНИЦЫ ЧЕТВЕРТИЧНОЙ СИСТЕМЫ (ПЕРИОДА) НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ</b>	
Демидова С.В., Рылова Т.Б., Якубовская Т.В. ....	130
<b>ИНФОРМАТИВНОСТЬ МЕСТНЫХ БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ШКАЛ ГЛЯЦИОПЛЕЙСТОЦЕНА БЕЛАРУСИ КАК ПРИРОДНОГО НАСЛЕДИЯ</b>	
Еловичева Я.К. ....	134
<b>МЕТОДОЛОГИЯ И ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОРФЯНЫХ РЕСУРСОВ РОССИИ</b>	
Женихов Ю.Н., Кузовлев В.В., Женихов К.Ю. ....	138
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ</b>	
Жигальская Л.О. ....	142

<b>ФОРМИРОВАНИЕ ФЛЮООРИТОВЫХ РУДОПРОЯВЛЕНИЙ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ОКРАИНЫ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ</b>	
Жовинский Э.Я., Крюченко Н.О., Дмитренко К.Э. ....	145
<b>ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС ТВЕРСКОГО РЕГИОНА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ</b>	
Зюзин Б.Ф., Жигульская А.И., Яконовская Т.Б. ....	148
<b>ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ИНВАРИАНТЫ ДИСТОРТНОСТИ В МЕХАНИКЕ ГРУНТОВ</b>	
Зюзин Б.Ф., Миронов В.А., Юдин С.А. ....	152
<b>НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГРАНИЦЕ ДНЕПРОВСКОЙ СТАДИИ ПРИПЯТСКОГО ОЛЕДЕНЕНИЯ В ПРИГРАНИЧНОМ ПОЛЬСКО-БЕЛОРУССКОМ РЕГИОНЕ</b>	
Карабанов А., Маркс Л., Нитихорук Е., Богдасаров М., Крживицки Т., Маецка А., Похоща-Шварц К., Рихель И., Воронко Б., Збуцки Л., Грядунова О., Гречаник Н., Мамчик С., Рылова Т., Новацки Л., Пиела М. ....	157
<b>ЭМССКИЙ-ЭЙФЕЛЬСКИЙ ЭТАПЫ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ НА ЮГО-ВОСТОКЕ БЕЛАРУСИ И ИХ ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ И ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ</b>	
Кручек С.А., Обуховская В.Ю. ....	163
<b>ЭКСГАЛЯЦИОННО-ОСАДОЧНЫЙ ГАЛОГЕНЕЗ В ПРИПЯТСКОМ ПАЛЕОРИФТЕ</b>	
Кудельский А.В. ....	167
<b>ГЛАУКОНИТСОДЕРЖАЩИЕ ПОРОДЫ ПОИСКОВОГО УЧАСТКА ПИНСКИЙ (БЕЛАРУСЬ)</b>	
Кузьменкова О.Ф., Стрельцова Г.Д., Миненкова Т.М., Лаппо Г.А., Качанко Г.Б., Лапцевич А.Г., Лутгин В.Г., Манкевич С.С. ....	172
<b>ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ И ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ТОРФЯНЫХ РЕСУРСОВ ЧИЛИ</b>	
Курзо Б.В. ....	177
<b>К ИСТОРИИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРИПЯТСКО-ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОГО АВЛАКОГЕНА (С УЧЕТОМ ПАЛЕОМАГНИТНЫХ ДАННЫХ)</b>	
Куриленко В.С., Олейник Е.П. ....	184
<b>ОПАСНЫЕ ЭНДОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ</b>	
Матвеев А.В. ....	188
<b>ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ СЕРЫ И ПРОИСХОЖДЕНИЕ ГИПСА В СИЛУРИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ БЕЛАРУСИ</b>	
Махнач А.А., Кручек С.А., Покровский Б.Г. ....	192
<b>ОЦЕНКА ЭТАПОВ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА РАЗРАБОТКИ ТОРФЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ</b>	
Михайлов А.В., Жигульская А.И., Яконовская Т.Б., Жигульский М.А. ....	196
<b>ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОРФОСТРУКТУРНО-НЕОТЕКТОНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ И ТРАНСФОРМАЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В УКРАИНЕ</b>	
Палиенко В.П. ....	200
<b>ИДЕНТИФИКАЦИЯ СТРУКТУРНО-ВЕЩЕСТВЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ КАМЕННОЙ СОЛИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ</b>	
Петрова Н.С., Денисова Н.Ю. ....	203
<b>МЕТАЛЛОГЕНИЯ ТИТАНА ЮГО-ЗАПАДА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ</b>	
Ремезова Е.А., Охолина Т.В., Василенко С.П., Науменко У.З., Яременко О.В. ....	207
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ СЛАНЦЕВ БЕЛАРУСИ В ПОЛЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ</b>	
Сасковец В.В., Макаревич Г.В., Сальников Л.И., Сальникова И.А. ....	211
<b>СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КАОЛИНОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ</b>	
Сергиеевич О.А., Дятлова Е.М., Баранцева С.Е., Попов Р.Ю. ....	216
<b>О СТРУКТУРЕ ПОВЕРХНОСТИ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ФУНДАМЕНТА ЛУЧИНСКОГО ГРАБЕНА ЖЛОБИНСКОЙ СЕДЛОВИНЫ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ</b>	
Толстощеев В.И., Кручек С.А., Левый М.Г., Сахарук П.О. ....	221
<b>К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ГЛИНИСТОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД МЕТОДОМ ЕСТЕСТВЕННОЙ РАДИОАКТИВНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)</b>	
Турышев В.В. ....	227

<b>ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ</b>	.....	231
Турышев В.В.	.....	
<b>ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПО СТРАТИГРАФИЧЕСКОМУ РАЗРЕЗУ МЕЗОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ</b>	.....	235
Турышев В.В.	.....	
<b>НОВЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О РУДОНОСНЫХ СТРУКТУРАХ, ГЕНЕЗИСЕ РУД И УСЛОВИЯХ РУДОКОНЦЕНТРАЦИИ</b>	.....	239
Черниенко Н.М., Науменко У.З., Александров А.Л.	.....	
<b>В.И. ВЕРНАДСКИЙ О МИНЕРАЛОГИЧЕСКОМ ТВОРЧЕСТВЕ ИГНАТА ДОМЕЙКО</b>	.....	243
Янин Е.П.	.....	

### **Раздел 3. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЭКОЛОГИИ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

<b>ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ</b>	.....	247
Бастрыгина Т.М., Губина В.Г., Заборовский В.С.	.....	
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ ВЛИЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФАКТОРА НА РАЗВИТИЕ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЙ СРЕДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЭР</b>	.....	251
Бурима Л.Я., Левкевич В.Е.	.....	
<b>ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В СОСТАВЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ РЕК В БАССЕЙНЕ ВИЛИИ</b>	.....	256
Кадацкая О.В., Овчарова Е.П., Санец Е.В., Хомич В.С.	.....	
<b>АНАЛИЗ РАЦИОНАЛЬНОСТИ использования ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ ПОД ПОСЕВЫ КАРТОФЕЛЯ</b>	.....	261
Камышенко Г.А.	.....	
<b>АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ВЕЩЕСТВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ТОРФЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ БЕЛАРУСИ</b>	.....	266
Козел Н.В., Ракович В.А., Аверина Н.Г.	.....	
<b>ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ СБАЛАНСИРОВАНИЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСУШАЕМЫХ ТОРФЯНИКОВ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ</b>	.....	270
Коломиец С.С., Пилипчук И.М.	.....	
<b>ТАНФИЛЬЕВ Г.И. – ОДИН ИЗ ПЕРВЫХ БОЛОТОВЕДОВ РОССИИ (к 160-летию со дня рождения)</b>	.....	274
Копенкина Л.В.	.....	
<b>СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВЕТРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В ЕВРОПЕ</b>	.....	278
Курочкина А.И.	.....	
<b>ВОПРОСЫ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФИЛЬРАЦИОННЫХ ВОД ИЗ ДНЕПРОВСКОГО КАСКАДА ВОДОХРАНИЛИЩ</b>	.....	282
Левицкая В.Д.	.....	
<b>МАСШТАБЫ И ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ВОДОХРАНИЛИЩАХ БЕЛАРУСИ</b>	.....	286
Левкевич В.Е.	.....	
<b>ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ</b>	.....	291
Максимович Н.Г., Мещерякова О.Ю., Пьянков С.В., Хайрулина Е.А.	.....	
<b>СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОДЕРЖАНИЯ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ ФОНОВЫХ И АГРОТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ЮГО-ЗАПАДА БЕЛАРУСИ</b>	.....	295
Михальчук Н.В.	.....	
<b>КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ ВОПРОСОВ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ТРАНСГРАНИЧНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ «ХОТИСЛАВСКОЕ» В БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ</b>	.....	299
Музыкин В.П., Антипович Ю.Ф., Будько С.А.	.....	

<b>ГЕОХИМИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ ОТЛОЖЕНИЙ БЕЛАРУСИ (НА ПРИМЕРЕ ЛИСТА СВИРЬ)</b>	
Оношко М.П., Глаз А.С., Смыкович Л.И. ....	303
<b>ОСОБЕННОСТИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ПОТОКОВ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА С ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ</b>	
Павловский А.И., Павлюченко А.М., Кузьмин В.Н., Зуй С.И. ....	306
<b>АККУМУЛЯЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ДРЕВЕСНЫМИ РАСТЕНИЯМИ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СТЕКОЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА (НА ПРИМЕРЕ г. БЕРЕЗОВКИ)</b>	
Пац А.Ч. ....	310
<b>ТРЕПЕЛ БЕЛОРУССКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В РАЦИОНАХ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА</b>	
Радчиков В.Ф., Шнитко Е.А., Цай В.П., Кот А.Н. ....	315
<b>СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ РЕГИОНОВ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ ГЛОБАЛЬНЫХ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ДО 2030 ГОДА</b>	
Руденко Л.Г. ....	320
<b>КАРТА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ</b>	
Рябова Л.Н., Залыгина И.А. ....	324
<b>ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДОСБОРНОГО БАССЕЙНА ВОДОХРАНИЛИЩА ПТИЧЬ</b>	
Струк М.И., Живнач С.Г., Бокая Г.М. ....	329
<b>СИСТЕМНАЯ СВЯЗЬ ПОТРЕБЛЕНИЯ ТОПЛИВНОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ С КОНЦЕПЦИЕЙ УСТОЙЧИВОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ</b>	
Трубицына Е.В. ....	333
<b>ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В БЕЛАРУСИ</b>	
Цилибина В.М. ....	337
<b>ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КЛАРКОВ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ КАК ЭТАЛОНов ОЦЕНКИ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ</b>	
Чертко Н.К. ....	341
<b>ФОРМИРОВАНИЕ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ В ОТДАЛЁННОМ ПЕРИОДЕ АВАРИИ НА ЧАЭС</b>	
Чуничин Л.А., Власова Н.Г., Дроздов Д.Н., И.В. Жук, Карабанов А.К. ....	344
<b>ДЕЙСТВИЕ ТРЕПЕЛА И МЕЛИОРАНТОВ, СОДЕРЖАЩИХ ТРЕПЕЛ, НА РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ</b>	
Шамаль Н.В., Клементьева Е.А., Король Р.А., Дворник А.А., Гапопенко С.О., Леферд Г.А. ....	349
<b>ДИСТАНЦИОННОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ ПОЛЕСЬЯ ПОРОГОВОЙ ОБРАБОТКОЙ СПЕКТРАЛЬНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ</b>	
Яновский А.А. ....	353
* * *	
<b>IGNACY DOMEYKO, HUSBAND AND FATHER</b>	
Paz Domeyko ....	357
<b>HARMONY BETWEEN SCIENCE AND FAITH IN THE LIFE OF IGNACY DOMEYKO</b>	
Miguel Zauschkevich Domeyko ....	360
<b>SOME THOUGHTS ON IGNACY DOMEYKO HERITAGE IN PRESENT BELARUS AND LITHUANIA</b>	
Algimantas Grigelis ....	363

Научное издание

**ГЕОЛОГИЯ И МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ  
ЗАПАДА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ:  
ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Материалы Международной научной конференции,  
посвященной 215-летию со дня рождения И. Домейко

Минск, 31 июля – 3 августа 2017 г.

Компьютерная верстка *T. Н. Козловская*

Переводчик *M. Ю. Козловская*

Подписано в печать 18.07.17. Формат 60×84/8. Бумага офсетная.  
Печать цифровая. Усл. печ. л. 43,27. Уч.-изд. л. 34,02.  
Тираж 100 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение  
Государственное предприятие «СтройМедиаПроект».  
Свидетельство о государственной регистрации  
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/43 от 03.10.2013,  
№ 2/42 от 13.02.2014.  
Ул В. Хоружей, 13/61, 220123, г. Минск



Институт природопользования НАН Беларуси  
220114 г. Минск, ул. Ф. Скорины, 10  
Тел.(факс) +375 (017) 267-24-13  
Web-сайт: [ecology.basnet.by](http://ecology.basnet.by)  
E-mail: [nature@ecology.basnet.by](mailto:nature@ecology.basnet.by)