

ВЕСТНИК
СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. М.К. АММОСОВА

Научный журнал
Периодическое издание
Издается с 2004 года
Журнал выходит 6 раз в год

Учредитель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова»

Журнал включен в Перечень периодических научных изданий, рекомендуемых ВАК Министерства образования и науки РФ для публикации основных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук

Журнал включен в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)

4(48) 2015

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор
Е. И. Михайлова, академик РАО, д. п. н.

Заместители главного редактора:
В. И. Васильев, д. ф.-м. н., проф.,
С. М. Петрова, д. п. н., проф.

Ответственный секретарь
Р. В. Корякина

Члены международного редакционного совета:

Л. Г. Гольдфарб, проф., Национальный институт неврологических заболеваний (NIH/NINDS) Национальных институтов здоровья США, г. Вашингтон;
С. А. Карабасов, проф., Лондонский университет имени Королевы Мэри, Великобритания;
В. В. Красных, проф., МГУ им. М.В. Ломоносова, Россия;
Н. Равжаа, проф., Монгольский государственный университет науки и технологий, Монголия;
Л. Сальмон, проф., Генуэзский университет, Италия;
Ву Сок Хванг, проф., Фонд биотехнологических исследований Sooaam, Южная Корея;
Дж. Судзуки, проф., Университет Саппоро, Япония;
Д. К. Фишер, проф., Мичиганский университет, США;
Дж.-Х. Чо, проф., Университет Мёнджи, Южная Корея;
В. Штольманн, проф., Технический университет Зволена, Словакия.

Члены редакционной коллегии:

А. Н. Алексеев, д. и. н., проф.; *А. А. Бурцев*, д. филол. н., проф.; *А. И. Гоголев*, д. и. н., проф.; *А. И. Голиков*, д. п. н., доцент; *Ю. М. Григорьев*, д. ф.-м. н., проф.; *Н. Н. Кожесников*, д. филос. н., проф.; *Т. А. Корнилов*, д. т. н., проф.; *И. И. Корякин*, к. ю. н., доцент; *Г. Ф. Крымский*, д. ф.-м. н., акад. РАН, проф.; *А. А. Кугаевский*, к. э. н., доцент; *О. А. Мельничук*, д. филол. н., доцент; *А. Е. Местников*, д. т. н., проф.; *В. Д. Михайлов*, д. филос. н., проф.; *И. И. Мордосов*, д. б. н., проф.; *А. П. Оконешникова*, д. психол. н., проф.; *А. А. Охлопкова*, д. т. н., проф.; *П. Г. Петрова*, д. м. н., проф.; *А. С. Саввинов*, д. филос. н., проф.; *П. В. Сивцева-Максимова*, д. филол. н., проф.; *Н. Г. Соломонов*, д. б. н., член-корр. РАН, проф.; *Ю. И. Трофимцев*, д. т. н., проф.; *Г. Г. Филиппов*, д. филол. н., проф.; *В. Ю. Фридовский*, д. г.-м. н., проф.

Адрес редакции: 677027, г. Якутск, ул. Кулаковского, 42
Северо-Восточный федеральный университет
Тел./факс: (4112) 32-16-79
<http://s-vfu.ru/universitet/rukovodstvo-i-struktura/strukturnye-podrazdeleniya/unir/vestnik-svfu/>

Подписной индекс в каталоге «Почта России» 78776

Подписной индекс в каталоге «Роспечать» 47182

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-43460 выдано 30 декабря 2010 года Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

© Северо-Восточный федеральный университет, 2015

VESTNIK OF THE NORTH-EASTERN FEDERAL UNIVERSITY NAMED AFTER M.K. AMMOSOV

Academic periodical

Published since 2004

The frequency of publication is 6 times a year

The founder is Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education "The North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov"

The periodical is included in the list of periodicals recommended for publishing doctoral research results by the Higher Attestation Commission (HAC) of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation

The periodical is included into the system of Russian Scientific Quotation Index (RSQI)

4(48) 2015

EDITORIAL BOARD

Head editor

E. I. Mikhailova, Academician of RAS, Dr. Sci. Education

Deputy chief editors:

V. I. Vasiliev, Dr. Sci. Physics & Mathematics, Prof.,

S. M. Petrova, Dr. Sci. Education, Prof.

Executive editor

R. V. Koryakina

Members of the international editorial board:

L. G. Goldfarb, Prof., the National Institute of Neurological Diseases (NIH/NINDS) of the National Institutes of Health of the USA, Washington;

S. A. Karabasov, Prof., Queen Mary University of London, Great Britain;

V. V. Krasnykh, Prof., Moscow State University named after M. V. Lomonosov, Russia;

N. Ravzhaa, Prof., Mongolian State University of Science and Technologies, Mongolia;

L. Salmon, Prof., University of Genoa, Italy;

Woo Suk Hwang, Prof., SOOAM Biotech Research Foundation, South Korea;

J. Suzuki, Prof., Sapporo University, Japan;

D. C. Fisher, Prof., University of Michigan, USA;

J.-H. Cho, Prof., Myongji University, South Korea;

V. Stollmann, Prof., Technical University in Zvolen, Slovakia

Members of the editorial board:

A. N. Alekseev, Dr. Sci. History, Prof.; *A. A. Burtsev*, Dr. Sci. Philology, Prof.; *A. I. Gogolev*, Dr. Sci. History, Prof.;

A. I. Golikov, Dr. Sci. Pedagogics, Asst Prof.; *Yu. M. Grigoriev*, Dr. Sci. Physics & Mathematics, Prof.; *N. N. Kozhevnikov*,

Dr. Sci. Philosophy, Prof.; *T. A. Kornilov*, Dr. Sci. Engineering, Prof.; *I. I. Koryakin*, Cand. Sci. Law, Asst Prof.;

G. F. Krymskiy, Dr. Sci. Physics & Mathematics, Acad. RAS, Prof.; *A. A. Kugaevskiy*, Cand. Sci. Economics, Asst Prof.;

O. A. Melnichuk, Dr. Sci. Philology, Asst Prof.; *A. E. Mestnikov*, Dr. Sci. Engineering, Prof.; *V. D. Mikhailov*, Dr. Sci.

Philosophy, Prof.; *I. I. Mordosov*, Dr. Sci. Biology, Prof.; *A. P. Okoneshnikova*, Dr. Sci. Psychology, Prof.;

A. A. Okhlopova, Dr. Sci. Engineering, Prof.; *P. G. Petrova*, Dr. Sci. Medicine, Prof.; *A. S. Savvinov*, Dr. Sci. Philosophy,

Prof.; *P. V. Sivtseva-Maksimova*, Dr. Sci. Philology, Prof.; *N. G. Solomonov*, Dr. Sci. Biology, Corr. Member RAS,

Prof.; *Yu. I. Trofimov*, Dr. Sci. Engineering, Prof.; *G. G. Philippov*, Dr. Sci. Philology, Prof.; *V. Yu. Fridovskiy*, Dr. Sci.

Geology & Mineralogy, Prof.

Editorial office address: the North-Eastern Federal University,

Kulakovskogo 42 st., Yakutsk, 677027,

Telephone: (4112) 32-16-79

<http://s-vfu.ru/universitet/rukovodstvo-i-struktura/strukturnye-podrazdeleniya/unir/vestnik-svfu/>

Subscription index in the catalogue "Russian Post" 78776

Subscription index in the catalogue "Rospechat" 47182

Accreditation certificate ПИ № ФЧ77-43460 on December, 30, 2010 by the Federal Service for Supervision in the Sphere of Communications, Information Technology and Mass Communications (Roskomnadzor)

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Кириллов А. Ф., Пшенникова Е. В., Салова Т. А.</i> Трансформация озер Лено-Амгинского междуречья Центральной Якутии и причины их деградации.....	5
<i>Николин Е. Г.</i> Новые сведения о распространениях редких растений Якутии.....	15
<i>Тяптыргянов М. М.</i> Влияние каскада Вилюйской ГЭС на популяции рыб бассейна реки Вилюй.....	27

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Аввакумов А. В., Васильев А. О., Захаров П. Е.</i> Программная реализация метода конечных элементов для уравнения диффузии нейтронов.....	35
<i>Леонтьев Н. А., Слепцов И. А.</i> Идентификация текстового документа с помощью триграмм на материалах якутского языка.....	45
<i>Охлопова А. А., Стручкова Т. С., Алексеев А. Г., Васильев А. П.</i> Разработка и исследование полимерных композиционных материалов на основе активации политетрафторэтилена и углеродных наполнителей.....	51
<i>Сивцев П. В.</i> Численное моделирование задачи упругости железобетонных плит.....	64

ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Горбунова Я. Я.</i> Оценочные номинации человека с смысловой доминантой «особенности характера» как способ объективации ценностной картины мира.....	75
<i>Иванова Р. П., Сидорова Я. Д.</i> Функционирование синестетических эпитетов в произведении Э. Фрейда «The Sea House» («Дом у моря»).....	84
<i>Мыреева А. Н.</i> Экологические традиции в романах писателей Севера Якутии.....	91
<i>Петрова С. М.</i> Русский язык как средство межкультурной коммуникации на современном этапе.....	98
<i>Филиппов Г. Г.</i> Модальные формы причастий на -ых и -ья в якутском языке.....	109

ХРОНИКА

<i>Вабищевич П. Н., Васильев В. И., Колесов А. Е.</i> IX Всероссийская школа-семинар студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов с международным участием «Математическое моделирование развития северных территорий Российской Федерации».....	122
--	-----

CONTENT

BIOLOGICAL SCIENCES

<i>Kirillov A. F., Pshennikova E. V., Salova T. A.</i> Transformation of Lakes of Lena-Amga Interfluvium of Central Yakutia and Causes of Their Degradation.....	5
<i>Nikolin E. G.</i> New Information about the Distribution of Rare Plants of Yakutia.....	15
<i>Tyaptirgyanov M. M.</i> Influence of the Vilyuisk Hydroelectric Power Plant Cascade on the Fish Population in the Vilyui River Basin.....	27

TECHNICAL SCIENCES

<i>Avvakumov A. A., Vasilyev A. O., Zakharov P. E.</i> Software Implementation of the Finite Element Method for Neutron Diffusion Equation.....	35
<i>Leontiev N. A., Sleptsov I. A.</i> Identification of Text Document with Trigrams as a Case Study of Yakut Language.....	45
<i>Okhlopko A. A., Struchkova T. S., Alekseev A. G., Vasilyev A. P.</i> Development and Research of Polymeric Composite Materials Based on Activated Polytetrafluoroethylene and Carbon Filler.....	51
<i>Sivtsev P. V.</i> Numerical Modeling of Reinforced Concrete Plate Elasticity Problem.....	64

PHILOLOGICAL SCIENCES

<i>Gorbunova Ya. Ya.</i> Evaluative Nominations of a Person with Semantic Dominant of «Character Trait» as a Way of Objectivization of Axiological Worldview.....	75
<i>Ivanova R. P., Sidorova Ya. D.</i> Functioning of the Synesthetic Epithets in the Novel «The Sea House» by E. Freud.....	84
<i>Myreyeva A. N.</i> The Environmental Traditions in the Novels of Northern Writers of Yakutia.....	91
<i>Petrova S. M.</i> Russian Language as a Means of Cross-Cultural Communication in Recent Times.....	98
<i>Filippov G. G.</i> Modal Forms of Participles Ending by -yakh and -ya in the Yakut Language.....	109

CHRONICLE

<i>Vabishchevich P. N., Vasilyev V. I., Kolesov A. E.</i> IX Russian School Workshop of Students, Postgraduates, Young Scientists and Specialists «Mathematical Modeling of the Development of Northern Territories of the Russian Federation».....	122
---	-----

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 574-631.02

А. Ф. Кириллов, Е. В. Пшенникова, Т. А. Салова

ТРАНСФОРМАЦИЯ ОЗЕР ЛЕНО-АМГИНСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ И ПРИЧИНЫ ИХ ДЕГРАДАЦИИ

В Якутии широко распространены озера термокарстового (криогенного) происхождения. Озера имеют возраст 10,5-11,5 тыс. лет, характеризуются коротким биологическим летом, длительной зимой и почти полным отсутствием биологической весны и осени. В Лено-Амгинском междуречье такие озера составляют подавляющее большинство. В работе впервые приводятся результаты комплексных исследований этих озер, рассматриваются вопросы развития и обсуждаются причины их деградации. На основе анализа материалов о физико-географическом состоянии озер, их гидрохимии и гидробиологии, включая исследования ихтиофауны, альгофлоры, высших околководных сосудистых растений и донных отложений, с учетом климатических условий и антропогенной нагрузки авторами предложены мероприятия по восстановлению термокарстовых озерных экосистем. Причинами деградации водоемов являются вырубка лесов, распашка сельскохозяйственных территорий, нарушение водоохраных зон, антропогенное загрязнение водоемов, вследствие чего происходит увеличение содержания биогенов в воде и последующая эвтрофикация озер.

Ключевые слова: озерные экосистемы, термокарстовые озера, бактериальные комплексы, макрофиты, сапропель, фитопланктон, зообентос, ихтиофауна, ондатра, деградация, восстановление.

КИРИЛЛОВ Александр Федорович – к. б. н., доцент, в. н. с. Якутского филиала ФГУП «Госрыбцентр».

E-mail: afkirillov@yandex.ru

KIRILLOV Alexandr Fyedorovich – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Leading Researcher of the Yakut branch of the Federal State Unitary Enterprise «Gosrybtcenter».

E-mail: afkirillov@yandex.ru

ПШЕННИКОВА Елена Виссарионовна – к. б. н., зав. каф. гистологии и микробиологии Медицинского института СВФУ им. М. К. Аммосова.

E-mail: el_viss@mail.ru

PSHENNIKOVA Elena Vissarionovna – Candidate of Biological Sciences, Chair of the Department of Histology and Microbiology of Medical Institute, the North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov.

E-mail: el_viss@mail.ru

САЛОВА Татьяна Александровна – к. б. н., главный ученый секретарь якутского научного центра СО РАН.

E-mail: t.a.salova@prez.ysn.ru

SALOVA Tatyana Alexandrovna – Candidate of Biological Sciences, Chief Academic Secretary of Yakut Scientific Center of RAS.

E-mail: t.a.salova@prez.ysn.ru

A. F. Kirillov, E. V. Pshennikova, T. A. Salova

Transformation of Lakes of Lena-Amga Interfluve of Central Yakutia and Causes of Their Degradation

Lakes of thermokarst (cryogenic) origin are widespread in Yakutia. Lakes have the age of 10,5-11,5 thousand years, and they are characterized by short biological summer, long winter and almost total absence of biological spring and fall. In the Lena-Amga interfluve such lakes are the overwhelming majority. In this article results of complex studies of these lakes are given for the first time, questions of development are considered and the causes of their degradation are discussed. On the basis of analysis of materials of physiographic state of lakes, their hydrochemistry and hydrobiology including studies of ichthyofauna, algal flora, higher semi-aquatic vascular plants and bottom sediments, taking into account climatic conditions and an anthropogenic load, the authors propose measures for reconstruction of thermokarst lake ecosystems. The causes of water reservoirs degradation are forest clearance, plowing of agricultural areas, breach of water conservation zones, anthropogenic pollution of water reservoirs, whereupon the increase of biogenes in water and then eutrophication of lakes are descended up.

Keywords: lake ecosystems, thermokarst lakes, bacterial complex, macrophyte, sapropel, phytoplankton, zoobenthos, ichthyofauna, musk beaver (*Ondatra zibethicus*), degradation, reconstruction.

Введение

В Якутии широко распространены озера термокарстового (криогенного) происхождения, составляющие в Лено-Амгинском междуречье подавляющее большинство, среди них преобладают мелководные заморные водоемы. В целом в Лено-Алданском междуречье площадь озер, отнесенных к рыбохозяйственному фонду, составляет 572 км² [1].

В работе впервые приводятся результаты комплексных исследований озер, расположенных в Лено-Амгинском междуречье Центральной Якутии; рассматриваются вопросы развития замкнутых водоемов и обсуждаются причины их деградации.

На основе анализа материалов о физико-географическом состоянии озер, их гидрохимии и гидробиологии, включая исследования ихтиофауны, альгофлоры, зообентоса, околоводных высших сосудистых растений, донных отложений, и с учетом тренда климатических условий и антропогенной нагрузки предложены мероприятия по восстановлению термокарстовых озерных экосистем.

Результаты и обсуждение

Район исследований (около 100 тыс. км²) расположен в восточной части Центрально-Якутской низменности Средне-Сибирской плоскогорной возвышенности, с запада ограничен рекой Леной, с востока – Алданом и его левобережным притоком Амгой.

Зима продолжительная и малоснежная, длительность с температурами ниже 0 °С составляет 204-219 дней. Средняя годовая температура составляет минус 8-10 °С. Среднегодовое количество осадков составляет 247 мм. Снежный покров имеет существенное значение для пополнения поверхностных вод региона, средняя высота его колеблется от 25 до 50 см. Летом испарение с акватории озера в 2-4 раза превышает количество выпадающих осадков.

Лено-Амгинское междуречье слагается тремя террасами. Самой низкой и молодой террасой является Бестяхская, которая залегает вдоль долины среднего течения Лены в субмеридиальном направлении, ширина составляет 15-20 км, высота 56-78 м над уровнем реки. Терраса сложена однообразной толщей мелких песков, которые бедны криогенными образованиями. При продвижении на восток Бестяхская терраса постепенно переходит в Тюнгюлюнскую (ширина 25-40 км, высота 66-98 м). Верхнюю часть этой террасы слагают пронизанные жилами льда лессовидные суглинки и супеси, мощность которых достигает 30 м. Большую часть Лено-Амгинского междуречья составляют отложения Абалахской террасы. Ее строение сложно, мощность колеблется от 30 до 100 м [2].

Озера на террасах имеют возраст 10,5-11,5 тыс. лет [3]. Водоемы криолитозоны характеризуются коротким биологическим летом, длительной зимой и почти полным отсутствием

биологической весны и осени. Потребление CO_2 при фотосинтезе повышает щелочность. При значительном развитии фитопланктона и прибрежных водных растений в поверхностных слоях воды значения pH могут повышаться до 9-10. Явление «цветения» (активный фотосинтез) на озерах Лено-Амгинского междуречья приводит к значительному увеличению щелочности воды и дефициту кислорода.

В высоких широтах в последние десятилетия наблюдаются глобальные климатические изменения. Они выражаются в повышении среднегодовой температуры воздуха и более высокой интенсивности атмосферной циркуляции, что ведет к таянию вечной мерзлоты, увеличению масштабов эрозии берегов водоемов. Установлено также, что потепление, ведущее к таянию наземной мерзлоты, приводит к расконсервации и деградации огромного количества органического вещества, захороненного в поверхностных континентальных отложениях. Конечным продуктом разложения органического вещества являются углекислый газ и метан, т. е. основные парниковые газы, определяющие глобальные изменения климата [4]. В настоящее время в результате изменения климата наблюдается увеличение акватории озер без изменения их глубины, поскольку дно озерных котловин плоское. Одновременно продолжается подъем территории Лено-Амгинского междуречья над уровнем моря на 8-11,5 мм в год [5], что значительно ограничивает подпитку озер паводковыми водами.

Мелководные термокарстовые озера в результате интенсивного летнего прогрева воды (до 28 °C) и мощного ее поверхностного испарения, имеют большей частью щелочную среду (pH 8,52-10,36), высокие показатели минерализации (до 1615,8 мг/л), высокое содержание органического вещества (до 104,4 мг) и биогенных соединений, превышающие предельно допустимую концентрацию ПДК в некоторых озерах в 15-60 раз [6]. Солевой состав состоит из гидрокарбонатов (80,0-192,0 мг/л в среднем 97,6 мг/л) и ионов кальция (17,8 мг/л). Содержание ионов хлора 8,9 мг/л, катионов магния – 8,4 мг/л, натрия и калия – 9,3 мг/л. Самые низкие показатели щелочности отмечены весной вследствие таяния снега на прилегающей местности, богатой гуминовыми веществами.

Содержание кислорода в конце марта – начале апреля по всем глубинам озера составляет в среднем 0,22 мг/л. Минимальные значения при этом были равны 0,01 мг/л (глубина 1,5 м). Летом содержание кислорода в воде значительно возрастает и достигает 3,07 мг/л.

Бактериальные комплексы являются важной составляющей биоты в озерных экосистемах, разлагая органические вещества до минеральных соединений, которые затем вовлекаются в различные пищевые циклы. Бактериальная масса в водоемах может составлять до половины биомассы фитопланктона. В загрязненных водоемах преобладают анаэробные бактериальные комплексы, водоемы при этом становятся заморными [7].

Альгофлора замкнутых, не имеющих гидравлического стока озер уникальна и специфична, ее состав насчитывает более 560 видов и разновидностей водорослей из 134 родов, 70 семейств, 28 порядков и 8 отделов, что составляет 22,4 % от общего видового состава альгофлоры Якутии. Ранговое место отделов совпадает с таковым субарктических и таежных термокарстовых озер с преобладанием диатомовых (193) и зеленых водорослей (160). Значительная степень засоления способствует появлению видов рода *Cyclotella*. Развитие альгофлоры имеет один пик численности, в отличие от более южных регионов; он приходится на конец июля – первую половину августа, во время массового развития синезеленых (*Microcystis aeruginosa*, *M. pulverea*, *Aphaothece clatrata*, *A. saxicola*, *Merismopedia glauca*, *M. major*) водорослей, проявляющихся в виде «цветения» воды. Средние показатели численности и биомассы составляют 538 млн кл./л и 28,0 мг/л, а в отдельных озерах они достигали 1451,8 млн кл./л и 43,5 мг/л. Высокие показатели продукции объясняются отсутствием водообмена, незначительными глубинами, хорошей прогреваемостью и избытком органических веществ. Коэффициент трофности (по Тунмарку) составляет 2,9. Санитарно-биологический анализ воды позволил выявить 126 видов водорослей – индикаторов сапробности, из них более 70 % принадлежат мезо- и полисапробам [8-12].

Водоросли представлены в основном обитателями планктона и перифитона. Среди

бентосных видов чаще встречаются эпипелиты и эпилиты. Есть и представители нейстона, эпифиты и эпизоиды.

Зоопланктон. В составе зоопланктона определено 34 вида коловраток, 22 – ветвистоусых и 12 – веслоногих ракообразных. Наибольшее количество (31 вид) было зафиксировано в августе за счет разнообразия ракообразных. Во всех станциях присутствует молодь веслоногих ракообразных науплиальной и копеподитной стадий развития.

Высокие показатели численности и биомассы организмов зоопланктона отмечены весной у берега, летом в гипolimнионе за счет развития мелких фитофильных придонных ветвистоусых ракообразных *Chydorus sphaericus* и молоди веслоногих ракообразных науплиальной и копеподитной стадий развития. Минимальная численность и биомасса отмечены в зимних пробах, отобранных подо льдом в период минимального содержания в воде кислорода (начало апреля).

В конце зимы (март, апрель) численность зоопланктона определяли молодь Cyclopoida III-IV копеподитной стадий развития, неполовозрелые веслоногие ракообразные *Cyclops strenuous* и мелкие коловратки *Filinia longispina*, *F. major*. Весной – коловратки *Synchaeta oblonga*, *S. pectinata*, *Conochilus unicornis*, а также ветвистоусые ракообразные из семейства Chydoridae в основном за счет фитофильных придонных *Chydorus sphaericus*, *Alona costata*, *Alonella exiqua*.

В августе у берега и в гипolimнионе многочисленны ветвистоусые ракообразные, численность и биомассу определяют *Chydorus sphaericus* и молодь веслоногих ракообразных науплиальной стадии развития. В заливах основу зоопланктона составляют крупные хищные коловратки *Asplanchna priodonta*, *Synchaeta pectinata*, *S. oblonga*, ветвистоусые ракообразные *Chydorus sphaericus*, молодь веслоногих ракообразных II-III копеподитной стадии развития.

В сентябре среди других групп зоопланктона веслоногие и ветвистоусые ракообразные занимают ведущее место по биомассе. Средняя биомасса Copepoda по озеру составляет 446,74 мг/м³, при средней численности 13477 экз./м³, средняя биомасса Cladocera достигает 296,49 мг/м³, при средней численности 21797 экз./м³. Доминирующее положение по биомассе из ветвистоусых ракообразных занимают *Daphnia cristata*, а по численности доминируют *Chydorus sphaericus*. Коловратки (Rotifera) в зоопланктоне озера занимают третье место по биомассе (1,49 мг/м³) и численности (1172 экз./м³).

Биомасса зоопланктона достигает 4,5 г/м³ при численности 64 тыс. экз./м³, а в некоторых до 9-10 г/м³ и 1,5 млн экз./м³.

Зообентос озер представлен 16 систематическими группами, ведущей группой являются личинки хирономид. Численность организмов составляет 75-340 экз./м², биомасса – 0,8-13,2 г/м² и может достигать 1500-6000 экз./м² и до 12,3-65,0 г/м³ [13-16].

В период гидрологического лета кормовая база в озере обеспечивает хорошие условия для роста карася, зимой кормовая база ограничена. Почти полное прекращение питания карася зимой является примером адаптации этого вида к условиям жизни в северных водоемах с коротким гидрологическим летом и ограниченной кормовой базой зимой.

Макрофиты на озерах отсутствуют, в то же время известно [17-18], что они значительно снижают содержание в воде фосфора и других биогенных элементов сельскохозяйственного происхождения. В связи с чем рекомендуется создавать буферные зоны из наземной и водно-воздушной растительности на водоемах [19], что также позволит в какой-то мере решить вопросы с обеспечением населения питьевой водой.

Известно, что макрофиты задерживают большую часть загрязнений, поступающих с водосбора. Дыхание гидробионтов и разложение органики, которые сопровождаются выделением углекислого газа, раскисляют водную среду. В отсутствие макрофитов фитопланктонные сообщества резко увеличивают щелочность воды в озерах [20].

Сапропель. Продукционные процессы в мелководных озерах преобладают над деструкционными [21], в результате термокарстовые озера являются естественными накопителями значительного количества иловых отложений – сапропеля. Сапропели имеют широкий

спектр различных веществ: углеводов, азотистых оснований, незаменимых аминокислот, гуминовых кислот, микро- и макроэлементов, биологически активных веществ и некоторых др. Такой состав позволяет использовать сапропели в различных областях сельского хозяйства и промышленности. Кроме того, наличие в них гумусовых кислот с карбоксильными группами и ароматическими фрагментами позволяет им вступать в соединения с различными классами токсикантов, проводя тем самым детоксикацию водоема [22]. На территории Лено-Амгинского междуречья разведаны и оценены запасы сапропеля, превышающие 810 млн т [23], что создает предпосылки для их активного использования в различных областях сельского хозяйства и промышленности. Переработанный сапропель пригоден для транспортировки на большие расстояния, следовательно, он может быть предметом экспорта. Вместе с этим возможно восстановление озер с помощью добычи сапропеля [24], в результате чего изымаются донные отложения, источники вторичного загрязнения. При изъятии анаэробных бактериальных комплексов и замене их аэробными, за счет дыхания и выделения CO_2 последними снижается щелочность, улучшается газовый режим и качество воды с приближением ее к стандартам «вода питьевая», а экосистема озера с увеличением глубины становится более устойчивой к внешним воздействиям.

Ихтиофауна в озерах представлена карасем *Carassius carassius jacuticus* и озерным голямом *Rhynchocypris percunurus*, т. е. видами, адаптированными к низкому содержанию растворенного в воде кислорода, и типична для заморных озер Центральной Якутии.

Карась распространен повсеместно. Нерест порционный, откладывает в среднем 40 тыс. икринок. Половой зрелости достигает в 3+-5+ лет. Наблюдения за биологией карася показали, что сезонные изменения в подходах к берегам самцов и самок обычно определяются физиологическим состоянием особей, в первую очередь, степенью зрелости их половых продуктов. Самцы созревают на несколько дней раньше самок и на нерестовые участки подходят также раньше. В весенних уловах карась представлен особями, половые продукты которых находятся на разной стадии половой зрелости, неполовозрелые особи составляют незначительное количество в прилове, что обусловлено условием сезонного распределения карася.

Первый нерест происходит в конце мая – начале июня в прибрежной, заросшей растительностью части озера. Через неделю начинается выклев личинок, через месяц они переходят на активное питание. Основу питания составляют планктон, бентос, водная растительность, детрит. При низких температурах воды и дефиците кислорода зимой караси прекращают питаться и закапываются в ил в наиболее глубоких ямах, которые покидают весной при таянии льда.

В уловах встречаются рыбы в возрасте до +6 лет, при промысловой длине тела до 18 см, массе 200 г и с низкой упитанностью (2,6-3,3 % по Фультону). Соотношение самок и самцов равно 5:1.

Паразитофауна карасей представлена 6 видами паразитов, в том числе: простейшие – 2, нематоды – 2, цестоды – 1, скребни – 1. *Myxobolus musculi* локализуется в желчном и мочевом пузырях, заражено 9 % рыб; *Myxobolus carassi* – в полости тела и стенках кишечника, 7 %; *Pseudocapillaria tomentosa* – в кишечнике, 5 %; *Philometroides sanguine* – в соединительной ткани у почек, 2 %; *Digamma interrupta* – в брюшной полости, 14 %; *Neoechinorhynchus rutili* – в кишечнике, 12 % [25].

При определении химического состава чешуи карасей было выявлено содержание 17 элементов: Li, B, P, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Mo, Ag, Pb, Bi, Ge, из которых Li, B, P, Ti, Mn, Cu, Zn, Mo и Pb присутствуют в чешуе карасей из всех озер. По средним значениям ряд ранжирования элементов в чешуе карася выглядит следующим образом: $\text{P} > \text{Zn} > \text{Li} > \text{Mn} > \text{Ag} > \text{Mo} > \text{B} > \text{Cu} > \text{Cr} > \text{V} > \text{Ti} > \text{Ni} > \text{Pb} > \text{Bi} > \text{Ge} > \text{Co} > \text{Ga}$. В некоторых озерах выявлено высокое содержание Li, Mn, Ti, Zn, Mo, P, в ряде случаев превышающих среднее их значение более чем в 2 раза. В чешуе карася был выявлен ряд активно накапливающихся элементов. Наиболее активно накапливаются Li, Ag, Mn, Mo, Ti и Pb [26].

Результаты исследований концентраций металлов в разных органах рыб [27] показывают, что в рядах ранжирования микроэлементов по степени убывания их концентраций чешуя обычно располагается в конце рядов, а набор и распределение микроэлементов в разных органах рыб хотя и имеют общие черты, не идентичны.

Низкая продуктивность озер и жесткий гидрохимический режим обуславливают замедленный рост и возникновение карликовых форм карася. Численность карася в таких небольших мелководных и сильно заболоченных озерах регулируется периодически возникающими заморами. В последующие за кислородной депрессией годы у карася обычно наблюдается хороший рост и довольно интенсивное нарастание численности [28-29].

Заключение

Причинами деградации водоемов являются вырубка лесов, распашка сельскохозяйственных территорий без сохранения лесополос, нарушение водоохранных зон, прямое загрязнение водоемов стоками животноводческих ферм и жилищно-коммунальными стоками и, как следствие, увеличение поступлений загрязнения с водосборной площади, увеличение содержания биогенов в воде и последующая эвтрофикация озер. Нарушение поверхности водосбора происходит также при строительстве дорог, что ведет к дополнительному поступлению частиц грунта в озера и способствует их заиливанию [30].

Необходимо отметить также отрицательное влияние на озерные экосистемы ондатры [31-33], интродуцированной в этот регион в 1939 г. Ондатра устраивает свои норы по берегам озерных водоемов. В результате термокарстовых явлений норы постоянно разрушаются под воздействием волнового прибоя, вследствие чего происходит подмыв нижней части надводного берегового склона. Затем происходит солифлюкционное оползание грунта по подошве сезонно-талого слоя. В нижней части норы обнажается верхняя граница многолетнемерзлой толщи (сильно-льдистые грунты), меняется среднегодовая температура грунта, тем самым протаивает и проседает льдистая порода под слоем воды. После этого начинается термоабразионное разрушение берега, увеличивается его изрезанность, что увеличивает акваторию водоема. Это в свою очередь приводит к увеличению испарения воды и, как следствие, к усыханию и обмелению озера. Вместе с тем ондатра в местах своего обитания способствует резкому сокращению количества водных растений. Поскольку макрофиты и фитопланктон при определенной концентрации находятся в конкурентных взаимоотношениях, то водоем может перейти из макрофитного состояния в состояние с преобладанием фитопланктона [20], и макрофитные сообщества уже не могут восстановиться самостоятельно.

В комплексе эти факторы (вырубка лесов, распашка территорий, уничтожение макрофитов и др.) и привели к снижению водности и деградации озер, расположенных в Лено-Амгинском междуречье.

Потенциальная бистабильность озер позволяет перевести систему из «цветущего» состояния в «не цветущее», не применяя меры по снижению концентрации питательных элементов. Этого можно достичь при помощи комплекса мероприятий:

- дноуглубительные работы. Снижают влияние температурного тренда, возможность вторичного загрязнения и улучшают газовый режим;
- замена анаэробных бактериокомплексов на аэробные. Это способствует снижению рН за счет увеличения CO_2 при дыхании аэробных организмов;
- высадка макрофитов по берегам озер. Макрофиты в процессе жизнедеятельности раскисляют воду, в результате щелочность водоемов снижается. Сдерживание развития фитопланктона достигается еще и за счет его выедания представителями хищного зоопланктона, которые находят убежище в зарослях макрофитов. Следовательно, при расселении макрофитов произойдет не только подавление фитопланктона, но и будет создана экологическая ниша для хищного зоопланктона, потребляющего фитопланктонные организмы;
- отлов ондатры. Регулирование численности ондатры сохранит береговую линию озер и предотвратит обмеление озер, а также сократит выедание макрофитов;

– организация водопоя и выгула сельскохозяйственных животных в отведенных местах. Это уменьшит поступление биогенов в водоемы;

– снижение антропогенной нагрузки на озерные экосистемы, в том числе и за счет проведения работ по оптимизации озерных водосборных площадей, включающее вынесение загрязнителей с водоохранных зон и высадку лесополос. Высадка деревьев и восстановление лугов приведут к снижению твердого стока и других загрязняющих веществ с водосборов.

Восстановление рыбохозяйственного фонда озер является весьма перспективным направлением. Для повышения продуктивности озер возможна интродукция пеляди *Coregonus peled*, требующая комплекса подготовительных мероприятий. Для зарыбления пелядью необходимы углубление дна, очистка и планировка дна озера, изъятие малоценных видов рыб (озерного голяна), аэрация в подледный период. Следует отметить, что паразитофауна карасей в озерах не представляет опасности для вселяемой пеляди.

Рекультивацию озерных экосистем Лено-Амгинского междуречья необходимо предвзреть всесторонним научным изучением и последующим импактным мониторингом.

Л и т е р а т у р а

1. Кириллов А. Ф. Промысловые рыбы Якутии. – М.: Научный мир, 2002. – 194 с.
2. Соловьев П. А. Криолитозона северной части Лено-Амгинского междуречья. – М., 1959. – 144 с.
3. Андреев А. А. История растительности и климата Центральной Якутии в голоцене и последниковые // Озера холодных регионов. Часть VI. – Якутск, 2000. – С. 15-28.
4. Сергиенко В. И., Семилетов И. П. Морские исследования ДВО РАН в Арктике: основные результаты и дальнейшие планы // Морские исследования ДВО РАН в Арктике (Тр. арктич. регион. центра. Т. IV). – Владивосток: Дальнаука, 2006. – С. 6-13.
5. Петров А. Ф., Тимиршин и др. Наука – строительному комплексу. – Якутск, 2006. – С. 68-73.
6. Десяткин Р. В., Десяткин А. Р. Гидрохимическая и гидробиологическая характеристика озер разновозрастных аласов в засушливый период естественных природных ритмов // Материалы международной конференции «Озера холодных регионов». Часть III. Гидрогеохимические вопросы. – Якутск, 2000. – С. 52-66.
7. Копылов А. И., Косолапов Д. Б., Романенко А. В. и др. Микробная «петля» в планктонных сообществах озер разного трофического статуса // Журнал общей биологии. – 2007. – Т. 68, № 5. – С. 350-360.
8. Пшенникова Е. В. Санитарно-биологическая оценка состояния аласных озер // Материалы научных чтений, посвящен. проф. Б. Г. Иоганзену. – Томск, 1998. – С. 346-347.
9. Пшенникова Е. В. Современное состояние аласных озер Центральной Якутии // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: Материалы I междунар. науч. конф. – Минск: БГУ, 1999. – 148 с.
10. Пшенникова Е. В. Водоросли аласных озер Лено-Амгинского междуречья // Материалы международной конференции «Озера холодных регионов». Ч. II. Гидробиологические вопросы. – Якутск, 2000. – С. 148-151.
11. Пшенникова Е. В. Экология озер Центральной Якутии и здоровье людей // Тез. докл. X междунар. медицинского российско-японского симпозиума «Якутия – 2003». 22-25 августа. – Якутск, 2003. – С. 44-45.
12. Пшенникова Е. В. Водоросли аласных озер Центральной Якутии // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: Материалы II международной науч. конф. 22-26 сент. 2003 г., Минск-Нарочь / Сост. и общ. ред. Т. М. Михеевой. – Минск: БГУ, 2003. – С. 337-339.
13. Ларионова А. – М. Лимнологическая характеристика и меры улучшения водоемов Средней Лены // Природа Якутии и ее охрана: Материалы VI-го республиканского совещания по охране природы Якутии. – Якутск, 1980. – С. 19-20.
14. Прикладная экология Амги // Д. Д. Савинов, Г. Н. Савинов, Н. П. Прокопьев и др. – Якутск: Якутский научный центр, 2000. – 168 с.

15. Аласные экосистемы: Структура, функционирование, динамика // Д. Д. Савинов, С. И. Мирнова, Н. П. Босиков и др. – Новосибирск: Наука, 2005. – 264 с.
16. Десяткин Р. В. Почвообразование в термокарстовых котловинах – аласах криолитозоны. – Новосибирск: Наука, 2008. – 323 с.
17. Knight Robert L., GuBinhe., Clark Robert A., Newman Jane M. Long-term phosphorus removal in Florida aquatic systems dominated by submerged aquatic vegetation // Ecol. Eng. – 2003-20, N 1. – P. 45-63.
18. Koskiahio Jari, Ekholm Petri, Rati Mari, Riihimaki Juna, Puustinen Markku. Retaining agricultural nutrients in constructed wetlands – experiences under boreal conditions // Ecol. Eng. – 2003 – 20, N1, – P. 89-103.
19. Поздняков Ш. Р., Станиславская Е. В., Русанов А. Г., Игнатьева Н. В. Исследование экологического состояния озера Свиное и разработка мероприятий по его оздоровлению // Сб. тр. междунар. науч.-практич. конф. «Теория и практика восстановления внутренних водоемов». – СПб., 2007. – С. 264-269.
20. Садчиков А. П., Кудряшов – М. А. Гидробиология: прибрежно-водная растительность: Учеб. пособие для студ. высших учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 240 с.
21. Драбкова В. Г., Румянцев В. А., Субетто Д. А. Сравнительно-лимнологическое исследование озер Крайнего Севера как основа прогноза развития их экосистем в условиях антропогенного воздействия // Материалы международной конференции «Озера холодных регионов» Часть 1. Вопросы теории, методики, лимногенеза, классификации и районирования. – Якутск, 2000. – С. 54-66.
22. Перминова И. В. Гуминовые вещества – вызов химикам XXI века // Химия и жизнь. – 2008. – № 1. – С. 50-56.
23. Сапропелевые ресурсы России. Республика Саха (Якутия). – ФГУП Росгеолфонд, 2000. – С. 7-8.
24. Алхименко А. П. Оздоровление и восстановление озер при добыче сапропеля // Сб. тр. междунар. науч.-практич. конф. «Теория и практика восстановления внутренних водоемов». – СПб., 2007. – С. 9-15.
25. Апсолихова О. Д., Венедиктов С. Ю., Жирков Ф. Н., Ильин И. Ю., Карпов С. О., Кириллов А. Ф., Климовский А. И., Свешников Ю. А. Экология караса *Carassius carassius yacuticus* (Cypriniformes, Cyprinidae) в заморных озерах бассейна среднего течения реки Лена (на примере озера Белое) // Молодой ученый. – 2013. – № 11 (58). – С. 233-236.
26. Жирков Ф. Н., Кириллов А. Ф., Сивцева Л. Н. К экологии караса *Carassius carassius jacuticus* Kirillov, 1956 (Cypriniformes, Cyprinidae) водоемов Якутии // Сб. науч. статей IV международной науч.-практич. конф. «Биодиверситиология: Современные проблемы изучения и сохранения биологического разнообразия». – Чебоксары: Новое время, 2012. – С. 44-46.
27. Савинов Г. Н., Легостаева Я. Б., Маркова С. В. и др. Ландшафтно-геохимические особенности формирования микроэлементов в среднетаежной зоне Якутии. – М.: ООО Недра-Бизнесцентр, 2006. – 319 с.
28. Жирков Ф. Н., Кириллов А. Ф. Рост и содержание металлов у караса *Carassius carassius jacuticus* (Cypriniformes, Cyprinidae) из замкнутых озер бассейна реки Вилюй // Материалы I всерос. заочной научн.-техн. конф. «Комплексные исследования водных биоресурсов: рыболовство, аквакультура, экология, переработка, экономика и управление рыбохозяйственной отраслью». – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2012 г. – С. 3-4.
29. Кириллов А. Ф. Карась озер Центральной Якутии // Илин. – Якутск: НИПК «Сахаполиграфиздат», 2000. – № 3 (22). – С. 77-81.
30. Десяткин Р. В. Нарушение водного баланса при антропогенной деградации таежно-аласных ландшафтов // Сибирский экологический журнал. – 1998. – № 3-4. – С. 269-273.
31. Комаров А. В. Ондатра в биоценозах Восточной Сибири // Материалы V всесоюзного совещания. Грызуны. – М.: Наука, 1980. – С. 340-341.
32. Чашухин В. А. Ондатра: причины и следствия биологической инвазии. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2007. – 133 с.
33. Чибыев В. Ю. Экология ондатры Лено-Амгинского междуречья. – Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Якутск, 2007. – 16 с.

References

1. Kirillov A. F. Promyslovye ryby Yakutii. – M.: Nauchnyi mir, 2002. – 194 s.
2. Solov'ev P. A. Kriolitozona severnoi chasti Leno-Amginskogo mezhdurech'ia. – M., 1959. – 144 s.
3. Andreev A. A. Istoriia rastitel'nosti i klimata Tsentral'noi Yakutii v golotsene i poslednikov'e // Ozera kholodnykh regionov. Chast' VI. – Yakutsk, 2000. – S. 15-28.
4. Sergienko V. I., Semiletov I. P. Morskie issledovaniia DVO RAN v Arktike: osnovnye rezul'taty i dal'neishie plany // Morskie issledovaniia DVO RAN v Arktike (Tr. arktich. region. tsentra. T. IV). – Vladivostok: Dal'nauka, 2006. – S. 6-13.
5. Petrov A. F., Timirshin i dr. Nauka – stroitel'nomu kompleksu. – Yakutsk, 2006. – S. 68-73.
6. Desiatkin R. V., Desiatkin A. R. Gidrokhimicheskaiia i gidrobiologicheskaiia kharakteristika ozer raznovozrastnykh alasov v zasushlivi period estestvennykh prirodnykh ritmov // Materialy mezhdunarodnoi konferentsii «Ozera kholodnykh regionov». Chast' III. Gidrogeokhimicheskie voprosy. – Yakutsk, 2000. – S. 52-66.
7. Kopylov A. I., Kosolapov D. B., Romanenko A. V. i dr. Mikrobaia «petlia» v planktonnykh soobshchestvakh ozer raznogo troficheskogo statusa // Zhurnal obshchei biologii. – 2007. – T. 68, № 5. – S. 350-360.
8. Pshennikova E. V. Sanitarно-biologicheskaiia otsenka sostoianiia alasnykh ozer // Materialy nauchnykh chtenii, posviashchen. prof. B. G. Ioganzenu. – Tomsk, 1998. – S. 346-347.
9. Pshennikova E. V. Sovremennoe sostoianie alasnykh ozer Tsentral'noi Yakutii // Ozernye ekosistemy: biologicheskies protsessy, antropogennaia transformatsiia, kachestvo vody: Materialy I mezhdunar. nauch. konf. – Minsk: BGU, 1999. – 148 s.
10. Pshennikova E. V. Vodorosli alasnykh ozer Leno-Amginskogo mezhdurech'ia // Materialy mezhdunarodnoi konferentsii «Ozera kholodnykh regionov». Ch. II. Gidrobiologicheskies voprosy. – Yakutsk, 2000. – S. 148-151.
11. Pshennikova E. V. Ekologiiia ozer Tsentral'noi Yakutii i zdorov'e liudei // Tez. dokl. Kh mezhdunar. meditsinskogo rossiisko-iaponskogo simpoziuma «Yakutiia – 2003». 22-25 avgusta. – Yakutsk, 2003. – S. 44-45.
12. Pshennikova E. V. Vodorosli alasnykh ozer Tsentral'noi Yakutii // Ozernye ekosistemy: biologicheskies protsessy, antropogennaia transformatsiia, kachestvo vody: Materialy II mezhdunarodnoi nauch. konf. 22-26 sent. 2003 g., Minsk-Naroch' / Sost. i obshch. red. T. M. Mikheevoi. – Minsk: BGU, 2003. – S. 337-339.
13. Larionova A. – M. Limnologicheskaiia kharakteristika i mery uluchsheniia vodoemov Srednei Leny // Priroda Yakutii i ee okhrana: Materialy VI-go respublikanskogo soveshchaniia po okhrane prirody Yakutii. – Yakutsk, 1980. – S. 19-20.
14. Prikladnaia ekologiiia Amgi // D. D. Savvinov, G. N. Savinov, N. P. Prokop'ev i dr. – Yakutsk: Yakutskii nauchnyi tsentr, 2000. – 168 s.
15. Alasnye ekosistemy: Struktura, funktsionirovanie, dinamika // D. D. Savinov, S. I. Mironova, N. P. Bosikov i dr. – Novosibirsk: Nauka, 2005. – 264 s.
16. Desiatkin R. V. Pochvoobrazovanie v termokarstovykh kotlovinakh – alasakh kriolitozony. – Novosibirsk: Nauka, 2008. – 323 s.
17. Knight Robert L., GuBinhe., Clark Robert A., Newman Jane M. Long-term phosphorus removal in Florida aquatic systems dominated by submerged aquatic vegetation // Ecol. Eng. – 2003-20, N 1. – P. 45-63.
18. Koskiaho Jari, Ekholm Petri, Rati Mari, Riihimaki Juna, Puustinen Markku. Retaining agricultural nutrients in constructed wetlands – experiences under boreal conditions // Ecol. Eng. – 2003 – 20, N1, – P. 89-103.
19. Pozdniakov Sh. R., Stanislavskaiia E. V., Rusanov A. G., Ignat'eva N. V. Issledovanie ekologicheskogo sostoianiia ozera Svinechnoe i razrabotka meropriiati po ego ozdorovleniiu // Sb. tr. mezhdunar. nauch.-praktich. konf. «Teoriia i praktika vosstanovleniia vnutrennikh vodoemov». – Spb., 2007. – S. 264-269.
20. Sadchikov A. P., Kudriashov – M. A. Gidrobotanika: pribrezhno-vodnaia rastitel'nost': Ucheb. posobie dlia stud. vysshikh ucheb. zavedenii. – M.: Izdatel'skii tsentr «Akademiia», 2005. – 240 s.
21. Drabkova V. G., Rumiantsev V. A., Subetto D. A. Sravnitel'no-limnologicheskoe issledovanie ozer Krainego Severa kak osnova prognoza razvitiia ikh ekosistem v usloviakh antropogennogo vozdeistviia // Materialy mezhdunarodnoi konferentsii «Ozera kholodnykh regionov» Chast' 1. Voprosy teorii, metodiki, limnogeneza, klassifikatsii i raionirovaniia. – Yakutsk, 2000. – S. 54-66.

22. Perminova I. V. Guminovye veshchestva – vyzov khimikam KhKhI veka // *Khimiia i zhizn'*. – 2008. – № 1. – S. 50-56.
23. Sapropel'nye resursy Rossii. Respublika Sakha (Iakutiia). – FGUP Rosgeolfond, 2000. – S. 7-8.
24. Alkhimenko A. P. Ozdorovlenie i vosstanovlenie ozer pri dobyche sapropelia // *Sb. tr. mezhdunar. nauch.-praktich. konf. «Teoriia i praktika vosstanovleniia vnutrennikh vodoemov»*. – SPb., 2007. – S. 9-15.
25. Apsolikhova O. D., Venediktov S. Iu., Zhirkov F. N., Il'in I. Iu., Karpov S. O., Kirillov A. F., Klimovskii A. I., Sveshnikov Iu. A. Ekologii karasia *Sarassius sarassius jacuticus* (Cypriniformes, Cyprinidae) v zamornykh ozerakh basseina srednego techeniia reki Lena (na primere ozera Beloe) // *Molodoi uchenyi*. – 2013. – № 11 (58). – S. 233-236.
26. Zhirkov F. N., Kirillov A. F., Sivtseva L. N. K ekologii karasia *Sarassius carassius jacuticus* Kirillov, 1956 (Cypriniformes, Cyprinidae) vodoemov Iakutii // *Sb. nauch. statei IV mezhdunarodnoi nauch.-praktich. konf. «Biodiversitologii: Sovremennye problemy izucheniia i sokhraneniia biologicheskogo raznoobrazii»*. – Cheboksary: Novoe vremia, 2012. – S. 44-46.
27. Savinov G. N., Legostaeva Ia. B., Markova S. V. i dr. Landshaftno-geokhimicheskie osobennosti formirovaniia mikroelementozov v srednetaezhnoi zone Iakutii. – M.: OOO Nedra-Biznestsentr, 2006. – 319 s.
28. Zhirkov F. N., Kirillov A. F. Rost i sodержanie metallov u karasia *Carassius carassius jacuticus* (Cypriniformes, Cyprinidae) iz zamknutykh ozer basseina reki Viliui // *Materialy I vseros. zaocnoi nauch.-tekhn. konf. «Kompleksnye issledovaniia vodnykh bioresursov: rybolovstvo, akvakul'tura, ekologii, pererabotka, ekonomika i upravlenie rybokhoziaistvennoi otrasl'iu»*. – Vladivostok: Dal'rybtvuz, 2012 g. – S. 3-4.
29. Kirillov A. F. Karas' ozer Tsentral'noi Iakutii // *Ilin*. – Iakutsk: NIPK «Sakhapoligrafizdat», 2000. – № 3 (22). – S. 77-81.
30. Desiatkin R. V. Narushenie vodnogo balansa pri antropogennoi degradatsii taezhno-alasnykh landshaftov // *Sibirskii ekologicheskii zhurnal*. – 1998. – № 3-4. – S. 269-273.
31. Komarov A. V. Ondatra v biotsenozakh Vostochnoi Sibiri // *Materialy V vsesoiuznogo soveshchaniia*. Gryzuny. – M.: Nauka, 1980. – S. 340-341.
32. Chashchukhin V. A. Ondatra: prichiny i sledstviia biologicheskoi invazii. – M.: Tovarichestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2007. – 133 s.
33. ChibyeV V. Iu. Ekologii ondatry Leno-Amginskogo mezhdurech'ia. – Avtoref. diss. ... kand. biol. nauk. – Iakutsk, 2007. – 16 s.



УДК 581.9;58.006:502.75

Е. Г. Николин

НОВЫЕ СВЕДЕНИЯ О РАСПРОСТРАНЕНИИ РЕДКИХ РАСТЕНИЙ ЯКУТИИ

В процессе полевых исследований флоры Якутии, проведенных автором в рамках НИР Института биологических проблем криолитозоны СО РАН за период 2008-2014 гг., были собраны новые данные о распространении большого количества редких растений. Приводятся сведения о конкретных точках сборов 57 видов и внутривидовых таксонов, информация о которых до настоящего времени была весьма ограниченной. Среди перечисленных видов более половины относится к категории охраняемых региональной Красной книгой растений. В публикации перечислены таксоны растений, собранных в Якутии за последний период, приведены данные гербарных этикеток и сделаны краткие комментарии к ним. По некоторым видам высказаны соображения природоохранной, таксономической и хорологической направленности. В частности предложено восстановить видовой статус *Potentilla macrantha* – вида, который ранее указывался в Определителе высших растений Якутии (1974), а в последствии был объединен с близким к нему *Potentilla evestita*. Подтверждается распространение исключенного из флоры Якутии вида *Erysimum flavum*. Дается разграничение двух близких видов клайтонии (*Claytonia eschscholtzii* и *C. soczaviana*). Публикуемая информация может быть полезной для составителей очерков охраняемых растений 3 издания Красной книги Республики Саха (Якутия).

Ключевые слова: сосудистые растения, вид, таксон, редкий, эндемик, распространение, Красная книга, Якутия, Магаданский тракт, Оймяконское нагорье, Сунтар-Хаята, Становой хребет.

Е. Г. Nikolin

New Information about the Distribution of Rare Plants of Yakutia

In the process of field studies of the flora of Yakutia, conducted by the author within the research Institute for biological problems of cryolithozone SB RAS for the period 2008-2014, were collected new data on the distribution of a large number of rare plants. This publication provides information about specific points fees of 57 species and subspecies for which information to date has been very limited. Among these species 38 taxons belong to the category of protected regional Red book of plants. The publication lists the taxons of plants collected in Yakutia during the last period, data from herbarium labels and made brief comments. The considerations on environmental, taxonomic and chorologic orientation for separate species are given. In particular, it is proposed to restore the species status of *Potentilla macrantha*. The distribution of *Erysimum flavum* excluded from the flora of Yakutia is confirmed. The distinction on two close species of *Claytonia* (*C. eschscholtzii* and *C. soczaviana*) is given. The information can be useful for authors' essays about protected plants of 3rd edition of the Red book of the Republic of Sakha (Yakutia).

Keywords: vascular plants, species, taxon, rare, endemic, spreading, Red book, Yakutia, Magadan tract, Oymyakon plateau, the Suntar-Hayata, Stanovoi Range, Yakutsk.

НИКОЛИН Евгений Георгиевич – д. б. н., в. н. с. Института биологических проблем криолитозоны СО РАН.

E-mail: enikolin@yandex.ru

NIKOLIN Evgenii Georgievich – Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher of Institute for Biological Problems of Cryolithozone Siberian Branch, Russian Academy of Sciences.

E-mail: enikolin@yandex.ru

Введение

В процессе исследования флоры периодически появляются новые данные о распространении редких видов растений. Опубликование информации такого характера позволяют специалистам отслеживать состояние охраняемых растений, вводить коррективы в региональные Красные книги, уточнять статус видов, сведения о которых на текущий момент времени предельно ограничены. За период с 2003 по 2006 гг. автором уже подводились определенные итоги [1-2], а за период по 2008 г. такие данные вошли в обобщающую работу по флоре Верхоянского хребта [3]. В настоящей публикации приведены сведения о находках редких видов растений Якутии за период с 2008 по 2014 гг. Эти сведения были собраны во время плановых исследований по темам НИР Института биологических проблем криолитозоны СО РАН.

Методы исследования

Полевые исследования проводились сочетанием метода маршрутного учета флоры с методом учета конкретных флор, основателем которого был А. И. Толмачев и его последователи Б. А. Юрцев, Р. В. Камелин и др. [4-10]. Работы предусматривали массовый сбор гербария и его последующую обработку. Номенклатура видов применена в соответствии с Конспектом флоры Азиатской России [11], в некоторых случаях сохранена приоритетная номенклатура С. К. Черепанова [12]. В данной статье виды приводятся в алфавитном порядке в соответствии с их принадлежностью к определенным семействам, которые расположены по системе Энглера. Сведения о координатах и высоте местности при наличии таковых указываются по данным GPS-навигатора.

Результаты и обсуждение

Ниже приводится список 57 редких видов растений с указанием новых точек их произрастания, соответствующих информации, приведенной в гербарной этикетке.

Botrychium multifidum (S.G.Gmel.) Rupr. – Нерюнгринский район. Становой хребет, верховье р. Амедици (левый приток р. Алдан). Окр. прииска Кабактан. В ивняке на зарастающей выемке горных пород. 25.08.2009. Примечание: вид занесен в региональную Красную книгу [13] как редкий по всему ареалу (статус III в).

Woodsia heterophylla (Turcz. ex Fomin) Schmakov – 1. Томпонский район. Хребет Скалистый, 596 км Магаданского тракта (автодорога «Колыма»), окр. дорожного поселка Развилка. Долина горного ручья, у водопада. На замшелых скалах. 13.07.2011. 2. Там же. Во влажной моховой дернине под затененной скалой. 13.07.2012. 3. Там же. На скалах. 13.07.2012. 4. Оймяконский улус. На границе Оймяконского нагорья и северных отрогов хребта Сунтар-Хаята; юго-западная оконечность озера Лабынкыр. Склон горы «Рептилия» (название условное) северо-восточной экспозиции. Средняя часть подгольцово-кустарникового пояса. На каменной осыпи, в расщелине камней. 01.07.2012.

Cryptogramma stelleri (S. G. Gmel.) Prantl – 1. Томпонский район. Хребет Скалистый, 596 км Магаданского тракта (автодорога «Колыма»), окр. дорожного поселка Развилка. В долине горного ручья (ручей пересекает горный массив с известковистыми песчаниками). На замшелых затененных скалах среди шерстистоберезового редколесья. 18.07.2011. 2. Томпонский район. Хребет Сетте-Дабан, дорога на прииск Неждановское (приблизительно 61 км от моста через р. Восточная Хандыга). Водораздел р. Куранах (левый приток р. Восточная Хандыга) и р. Дыбы (правый приток р. Тыры). Лесной пояс растительности. На затененных скалах в долине ручья. 20.07.2011. 3. Там же. На затененной каменной осыпи в долине ручья. В расщелине камней. 20.07.2011. Примечание: вид занесен в региональную Красную книгу [13] как редкий, находящийся на северо-восточной границе ареала (статус III в).

Calamagrostis pseudophragmites (Hall.) Koel. – Томпонский район. Хребет Скалистый, 597 км Магаданского тракта, окр. дорожного поселка Развилка. Долина р. Восточная Хандыга (надпойма). На придорожной выемке у подножья горного склона (карбонатные породы). Образец 1, 2. 16.07.2011. Примечание: в указанной точке отмечен в небольшом количестве. Более массово и обильно этот вид распространен здесь же, в окр. пос. Развилка,

в пойме реки, на песках и по периферии тополево-чозениевых редколесий (молодняков). Занесен в региональную Красную книгу [13] как редкий вид, находящийся на северо-восточной границе ареала (статус III г).

Poa filiculmis Roshev. – 1. Оймяконский улус. Оймяконское нагорье, истоки р. Индигирки, окр. пос. Куранах-Сала. Левобережье р. Тарын-Юрях, напротив устья р. Баягап. Подножье горы Лагерная (название условное). В основании каменной осыпи. 24.07.2008. 2. Там же. На сырых илистых отложениях реки. Образец 1-3. 24.07.2008. 3. Там же. Нижняя пойма р. Тарын-Юрях, остров. Координаты: N 63°05'52,6", E 144°36'53,0". Высота местности – 863 м н. у. м. Лиственнично-тополевое редколесье кустарничково-разнотравно-моховое (ракомитриевое). Оп. 5 NEG – 08.26.07. 2008. 4. Томпонский район. Хребет Сетте-Дабан, дорога на прииск Неждановское (приблизительно 61 км от моста через р. Восточная Хандыга). Водораздел рр. Куранах (левый приток р. Восточная Хандыга) и Дыбы (правый приток р. Тыры). Лесной пояс растительности. На сухих скалах в долине ручья. Образец 1, 2. 20.07.2011. 5. Там же. На сухом скальном обнажении, у обочины дороги. 20.07.2011. Примечание: вид занесен в региональную Красную книгу [13] как редкий по всему ареалу (статус III в).

P. malacantha Kom. – 1. Оймяконский улус. Северные отроги хребта Сунтар-Хаята, на границе с Оймяконским нагорьем. Старый Магаданский тракт, приблизительно 24 км от пос. Кюбюме, в сторону р. Сунтар; южный берег озера Улу. Высота местности – 970 м н. у. м. (по данным GPS-навигатора). Лиственничное редколесье зеленомошно-лишайниковое. 17.07.2009. 2. Оймяконский улус. На границе Оймяконского нагорья и северных отрогов хребта Сунтар-Хаята; южная оконечность озера Лабынкыр. На галечнике у опушки леса. Лист 1, 2. 27.06.2012. 3. Там же. Юго-западная оконечность озера Лабынкыр. Склон горы Рептилия (название условное) восточной экспозиции, средняя часть подгольцово-кустарникового пояса. По окраине и на дне скального кулуара. Среди камней, перемешанных с мелкоземом. Лист 1-3. 01.07.2012. 4. Там же. Юго-восточная оконечность озера Лабынкыр, горный массив в правобережье р. Лабынкыр. Распадок горы Юбилейной (название условное), обращенный в сторону одноименной речки. Лесной пояс. В долине ручья, на лужайке у подножья горного склона. 03.07.2012. Примечание: редкий в Якутии дальневосточный вид, нуждающийся в уточнении распространения.

P. ochotensis Trin. – 1. Оймяконский улус. Оймяконское нагорье, истоки р. Индигирки, окр. пос. Куранах-Сала, правобережье долины р. Тарын-Юрях, приблизительно 1,5 км ниже устья р. Баягап. Нижняя пойма р. Тарын-Юрях, остров. Координаты: N 63°05'53,3", E 144°36'47,4". Высота местности – 864 м н. у. м. Зарастающий галечник. Швериноовово – кустарничково-разнотравное сообщество (с тополевым, чозениевым и лиственничным подростом). Оп. 4 NEG – 08.26.07. 2008. 2. На границе Томпонского района и Оймяконского улуса. Оймяконское нагорье, 752 км Магаданского тракта (автодорога «Колыма»), окр. пос. Кюбюме (левобережье реки). Склон безымянной горы южной экспозиции. Каменистое лиственничное редколесье. 07.07.2011. 3. Оймяконский улус. Хребет Тас-Кыстабыт, у подножья Нельканского перевала (дорога на прииск Нелькан, приблизительно 20 км от пос. Усть-Нера), истоки ручья Артык-Юрюе (левый приток р. Нера). Долинный комплекс растительности. На обочине дороги. Образец 1-3. 22.06.2014. Примечание: очень редкий вид, ранее отмеченный только на оз. Дарпир [21].

P. skvortzovii Probatova – 1. Оймяконский улус. Эльгинское плоскогорье, долина р. Эльги (левый приток р. Индигирки), окр. пос. Угловой. Приблизительно 4 км выше устья ручья Табычан (левый приток р. Эльги). Координаты: N 64°42'57,7", E 141°01'58,4". Высота местности 707 м н. у. м. На сухих береговых скалах, при переходе их в осыпь. 26.07.2009; 2. Томпонский район. Хребет Сунтар-Хаята, 662 км Магаданского тракта (автодорога «Колыма»), учебный полигон ГРФ СВФУ. Нижняя часть южного склона горы Домохотова. На каменной осыпи. 20.07.2010. Примечание: редкий в Якутии вид, нуждающийся в уточнении распространения.

Carex holostoma Drej. – 1. Оймяконский улус. Оймяконское нагорье, истоки р. Индигирки,

окр. пос. Куранах-Сала, правобережье долины р. Тарын-Юрях, приблизительно 1,5 км ниже устья р. Баягап, 150 м к северу от основного русла. Межгрядное понижение верхней поймы. Координаты: N 63°05'59,6", E 144°36'45,1". Высота местности – 860 м н. у. м. Сфагновое болото среди лиственничной редины. Оп. 13 NEG – 08. 30.07.2008. 2. Там же. На границе Оймяконского нагорья и северных отрогов хребта Сунтар-Хаята; южная оконечность озера Лабынкыр. На галечнике. 29.06.2012. 3. Там же. В приустьевой части левого ручья, протекающего через сеть долинных озер и впадающего в оз. Лабынкыр. Осоковое болото. 29.06.2012. Примечание: редкий вид, нуждающийся в уточнении распространения.

C. laxa Wahlenb. – Оймяконский улус. Эльгинское плоскогорье, долина р. Эльги (левый приток р. Индигирки), окр. пос. Угловой. Надпойменная терраса реки. Сфагновое болото. 23.07.2009. Примечание: вид занесен в региональную Красную книгу [13] как редкий по всему ареалу (статус III в).

C. malyshevii Egor. – 1. Томпонский район. Хребет Сетте-Дабан, Магаданский тракт (автодорога «Колыма»), близ пересечения долины р. Тый-Сынага (правый приток р. Восточная Хандыга), на береговых скалах в долине ее первого левого притока (ручья). Оп. 6 NEG – 10. Координаты: N 63°06'12,7", E 137°46'28,4". Высота местности – 632 м н. у. м. Открытое сообщество скально-осыпных обнажений. Нижняя граница лесного пояса. 24.06.2010. 2. Томпонский район. Хребет Скалистый, 596 км Магаданского тракта (автодорога «Колыма»), окр. дорожного поселка Развилка. Долина горного ручья (ручей пересекает горный массив с известковистыми песчаниками). Лиственничное редколесье, у подножья горного склона. 18.07.2011. 3. Там же. В ивово-ольховниковой уреме ручья. 13.07.2012. Примечание: вид занесен в региональную Красную книгу [13] как редкий эндемик Северо-Востока России (статус III б).

C. soczaveana Gorodk. – 1. Оймяконский улус. Хребет Тас-Кыстабыт, у подножья Нельканского перевала (дорога на прииск Нелькан, приблизительно 20 км от пос. Усть-Нера), истоки ручья Артык-Юрюе (левый приток р. Нера), СФ (стандартная флора) – 1. Правый борт долины ручья, на пологом участке склона горы северной экспозиции. Лесной пояс растительности. Лиственничное редколесье кустарничково-зеленомошно-лишайниковое. Лист 1, 2. 20.06.2014. 2. Там же. Координаты: N 64°27'37,3", E 143°21'27,7". Долинный комплекс растительности. Лиственничное редколесье кедровостланиково-душекиевое осоково-кустарничковое. Оп. 4 NEG-14. 23.06.2014. Примечание: редкий вид, нуждающийся в уточнении распространения на территории Якутии.

C. supina subsp. *spaniocarpa* (Steud.) Hult. x *C. korshinskyi* Kom. – На границе Томпонского района и Оймяконского улуса. Оймяконское нагорье, 752 км Магаданского тракта (автодорога «Колыма»), окр. пос. Кюбюме (левобережье реки). Южный склон увала моренного происхождения в надпойме реки. Координаты: N 63°26'17,2", E 140°34'55,1". Высота местности – 1070 м н. у. м. Злаково-разнотравная степь. Оп. 1 NEG-11. 06.07.2011. Примечание: мелкие размеры всех органов растения более соответствуют *C. supina* subsp. *spaniocarpa*. Однако на мешочках четко проявляются многочисленные толстые жилки, что характерно *C. korshinskyi*. *C. spaniocarpa* занесена в региональную Красную книгу [13] как редкий вид (подвид – замечание автора) реликтовых тундростепей (статус III в).

Eriophorum humile Turcz. et Steud. – Оймяконский улус. На границе Оймяконского нагорья и северных отрогов хребта Сунтар-Хаята; южная оконечность озера Лабынкыр, близ впадения в озеро ручья, протекающего через сеть долинных озер. Обсохшее осоковое болото. 28.06.2012. Примечание: вид занесен в региональную Красную книгу [13] как редкий, находящийся на северной границе ареала (статус III г).

Trichophorum cespitosum (L.) Hartm. – Оймяконский улус. На границе Оймяконского нагорья и северных отрогов хребта Сунтар-Хаята; южная оконечность озера Лабынкыр, у подножья увала. Сфагновое пухonosово-пушицевое болото. Лист 1-3. 29.06.2012. Примечание: редкий вид, занесенный в региональную Красную книгу [13] (статус III г).

T. uniflorum (Trautv.) Egor. – Томпонский район. Хребет Скалистый; 608 км Магаданского

тракта (автодорога «Колыма»). В долине ручья приблизительно 1 км от трассы. Фрагмент тундры в основании каменной осыпи, на границе долинного комплекса растительности и лесного пояса. 15.07.2009. Примечание: вид занесен в региональную Красную книгу [13] как редкий эндемик Северо-Востока России (статус III в).

Juncus articulatus subsp. *limosus* (Worosch.) Worosch. (*J. turczaninonii* (Buchenau) Freyn) – 1. Оймяконский улус. Оймяконское нагорье, северный берег озера Лабынкыр, прибрежная растительность на проселочной дороге (след вездехода). 26.06.2012. 2. Там же. На границе Оймяконского нагорья и северных отрогов хребта Сунтар-Хаята; южный берег озера Лабынкыр. На песчаных отложениях. 28.06.2012. 3. Там же. Левый берег р. Лабынкыр у ее впадения в озеро. Прибрежная растительность на песчаных отложениях. 28.06.2012. Примечание: таксон с неустойчивым статусом, который иногда рассматривается как *J. turczaninonii* [19]. Редкий подвид, нуждающийся в уточнении распространения в Якутии.

Gagea pauciflora (Turcz. ex Trautv.) Ledeb. – Хангаласский улус. Долина р. Лены Эркээни; 37 км Покровского тракта. Левобережье ручья Кулдаты. На бугре с древней стоянкой человека рядом со стилизованной коновязью (сэргэ). Твердоватоосоковая пустошная степь. 23.05.2009. Примечание: вид занесен в региональную Красную книгу [13] как редкий по всему ареалу (статус III в).

Iris laevigata Fisch. et Mey. – Хангаласский улус. Средняя Лена, окр. пос. Едей, о-в Харыйялах. Заболоченный берег старичного озера. Ирисовое болото. Образец 1, 2. 23.06.2013. Примечание: вид занесен в региональную Красную книгу [13] как уязвимое растение (статус II).

Platanthera oligantha Turcz. – 1. Оймяконский улус. Северные отроги хребта Сунтар-Хаята, на границе с Оймяконским нагорьем. Старый Магаданский тракт, приблизительно 24 км от пос. Кюбюме, в сторону р. Сунтар; южный берег озера Улу. Высота местности – 970 м н. у. м. На опушке лиственничного леса. 17.07.2009. 2. Томпонский район. Хребет Скалистый, 596 км Магаданского тракта (автодорога «Колыма»), окр. дорожного поселка Развилка. Борт долины горного ручья. Шерстистоберезовое редколесье. 18.07.2011. Примечание: вид занесен в региональную Красную книгу [13] как редкий, находящийся на северо-восточной границе ареала (статус III г).

Salix cardiophylla Trautv. et Mey. – Нерюнгринский район. Становой хребет, верховье р. Амедици (левый приток р. Алдан). Окр. прииска Кабактан. На склоне отвала в долине ручья. Образец 1-8. 24 – 25.08.2009. Примечание: вид занесен в региональную Красную книгу [13] как редкий, находящийся на северной границе ареала (статус III в).

S. khokhrjakovii A. Skvortsov – 1. Оймяконский улус. Хребет Тас-Кыстабыт, у подножья Нельканского перевала (дорога на прииск Нелькан, приблизительно 20 км от пос. Усть-Нера), истоки ручья Артык-Юрюе (левый приток р. Нера). Координаты: N 64°27'13,3", E 143°20'14,4". Тундровый пояс растительности. Ивово-разнотравно-осоково-дриадовая тундра. Оп. 1 NEG – 14. 21.06.2014. 2. Там же. Заросли низких кустарников по берегу ручья. 21.06.2014. 3. Там же. Склон горы северо-западной экспозиции. Координаты: N 64°27'19,5", E 143°20'46,5". Кустарничково-лишайниковая тундра. Оп. 3 NEG – 14. Образец 1-5. 21.06.2014. 4. Там же. Координаты: N 64°27'37,3", E 143°21'27,7". Долинный комплекс растительности. Лиственничное редколесье кедровостликаново-душекиевое осоково-кустарничковое. Оп. 4 NEG-14. 23.06.2014. Примечание: ранее имелись крайне ограниченные сведения о нахождении этого, безусловно, редкого в Якутии и заслуживающего включения в региональную Красную книгу вида под Усть-Нерой [16, 18]. Наблюдения, проведенные в районе Нельканского перевала, позволили установить, что ива Хохрякова распространена здесь рассеянно и встречается в различных типах сообществ, чередуясь с *Salix pulchra* Cham. и *S. tschuktschorum* A. Skvortsov, в результате гибридизации которых, как предполагали А. К. Скворцов и Н. Н. Большаков, она образовалась. Эндемик Северо-Восточной Якутии и юга Магаданской области [16, 23, 19].

Parietaria micrantha Ledeb. – Хангаласский улус. Правый берег р. Лены, территория ООПТ «Национальный природный парк Ленские столбы» (первые скалы со стороны

пос. Синск). Заросли постенницы на заросшей каменной осыпи под затененными скалами. 26.06.2013. Примечание: вид занесен в региональную Красную книгу [13] как редкий по всему ареалу (статус III в).

Acetosella aureostigmatica (Kom.) Tzvel. – Оймяконский улус. Оймяконское нагорье, истоки р. Индигирки, окр. пос. Куранах-Сала. Левобережье р. Тарын-Юрях, напротив устья р. Баягап. Подножье горы Лагерная (название условное). На галечнике по берегу обводненной мочажины. Образец 1-12. 03.08.2008. Примечание: редкий вид, нуждающийся в уточнении распространения. Местами образует переходные формы с *A. vulgaris* (Koch) Fourr.

Claytonia eschscholtzii Cham. – 1. Оймяконский улус. Хребет Тас-Кыстабыт, у подножья Нельканского перевала (дорога на прииск Нелькан, приблизительно 20 км от пос. Усть-Нера), истоки ручья Артык-Юрюе (левый приток р. Нера), ЛФ Нелькан. Кустарничково-лишайниковая тундра. 19.06.2014. 2. Там же. В русле ручья между камней. 21.06.2014. Примечание: редкий вид, занесенный в региональную Красную книгу [13] (статус III в). Этот вид составителями Конспекта флоры Якутии [18] включен в синонимы *C. soczaviana*, хотя в действительности эти виды должны рассматриваться как самостоятельные таксоны [11].

C. soczaviana Jurtz. – 1. Оймяконский улус. Хребет Тас-Кыстабыт, у подножья Нельканского перевала (дорога на прииск Нелькан, приблизительно 20 км от пос. Усть-Нера), истоки ручья Артык-Юрюе (левый приток р. Нера), правый борт долины ручья. Лесной пояс растительности. Лиственничное редколесье кедровостланниковое кустарничковое сфагново-лишайниковое. На сфагновых буграх. 20.06.2014. 2. Там же. На заиленном берегу ручья. Лист 1, 2. 22.06.2014. Примечание: учитывая комментарий к предыдущему виду, трудно что либо сказать о распространении в Якутии собственно *C. soczaviana*. Этот вид указывается для пограничных территорий РС (Я), в Охотской горно-гипарктической, Верхнеамурской континентальной и Маньчжурской континентальной провинциях [11]. Близ Нельканского перевала клайтония Сочавы встречается нередко, произрастает обильно. Необходимо отметить, что образцы с указанных точек, по комплексу морфологических признаков, более всего соответствующие названному виду, все же имеют некоторые отклонения, что позволяет допускать вероятность их таксономической обособленности.

C. tuberosa Pall. ex Schult. – Оймяконский улус. Оймяконское нагорье; 758 км Магаданского тракта (автодорога «Колыма»). Левобережье р. Кюбюме близ впадения р. Луговая. Отдаленный участок приналедной поляны. Ивово-тощеберезково-разнотравно-прямостоящеосоково-зеленомошная заболоченная тундра. 05.07.2011. Примечание: редкий вид, занесенный в региональную Красную книгу [13] (статус III в).

Adonis sibirica Patr. ex Ledeb. – Амгинский улус. Долина р. Амга (правый берег), близ устья ручья Кыл-Бастах, приблизительно 16 км ниже устья р. Мундурччу. Елово-лиственничный лес. Образец 1, 2. 29.06.2008. Примечание: вид занесен в региональную Красную книгу [13] как уязвимый, сокращающий численность популяций (статус II).

Ranunculus grayi Britt. – Оймяконский улус. На границе Оймяконского нагорья и северных отрогов хребта Сунтар-Хаята; юго-восточная оконечность озера Лабынкыр, горный массив в правобережье р. Лабынкыр. Распадок горы Юбилейная (название условное), обращенный в сторону одноименной с озером речки. Верхняя часть лесного пояса. Замшелая тундровая луговина в долине ручья. 03.07.2012. Примечание: редкий вид, занесенный в региональную Красную книгу [13] (статус III в).

Corydalis gorodkovii Karav. – 1. Оймяконский улус. Северные отроги хребта Сунтар-Хаята, на границе с Оймяконским нагорьем. Старый Магаданский тракт, приблизительно 24 км от пос. Кюбюме, в сторону р. Сунтар; окр. оз. Улу, верхняя часть южного склона безымянной горы (1480 м), в пределах лесного пояса. Щебнистая осыпь. Лист 1, 2. 17.07.2009. 2. Томпонский район. Хребет Сунтар-Хаята, 662 км Магаданского тракта (автодорога «Колыма»), близ учебного полигона ГРФ СВФУ. Юго-западный склон горы Домохотова. Верхняя часть лесного пояса. Каменная осыпь. Лист 1, 2. 11.07.2011. Примечание: вид

занесен в региональную Красную книгу [13] как редкий эндемик Северо-Востока России (статус III б).

Braya siliquosa Bunge – 1. Томпонский район. Хребет Скалистый; 608 км Магаданского тракта (автодорога «Колыма»). Долина ручья, приблизительно 1 км от моста. В ольховнике у подножья горного склона, на границе долинной растительности и лесного пояса. 15.07.2009. 2. Там же. Хребет Сетте-Дабан; 574 км Магаданского тракта (автодорога «Колыма»). Каменисто-осыпной склон (известковистые песчаники) безымянной горы в пределах лесного пояса (рядом с оп. 7 и 8 NEG – 10). 25.06.2010. Произрастает рассеянно. 3. Там же. Хребет Скалистый, 597 км Магаданского тракта, окр. дорожного поселка Развилка, южный каменисто-осыпной (известковистые песчаники) склон отрога горы Метеостанция, в пределах лесного пояса. На каменной осыпи. 26.06.2010. 4. Там же. 596 км Магаданского тракта. Южный склон безымянной горы в пределах лесного пояса. На каменной осыпи. Примечание: вид занесен в региональную Красную книгу [13] как редкий по всему ареалу (статус III в).

Draba cana Rydb. – 1. Оймяконский улус. Оймяконское нагорье, истоки р. Индигирки, окр. пос. Куранах-Сала, близ устья р. Баягап. Левобережье р. Тарын-Юрях. Северо-восточное ребро горы Лагерная (название условное). На сухих скалах в пределах лесного пояса растительности. 27.07.2008. 2. Там же, окр. пос. Куранах-Сала и Орто Балаган, близ устья р. Туора-Юрях; нижняя часть восточного склона горы Часовой. Координаты: N 63°06'49,0", E 144°10'12,0". Восстанавливающийся после пожара лиственничный молодняк с тополем на каменной осыпи. Образец 1-4. 04.08.2008. Примечание: встречается также в пределах хребта Сунтар-Хаята [22] и Сетте-Дабан. Вид, нуждающийся в уточнении распространения в Якутии.

D. kusnetzowii (Turcz. ex Ledeb.) Hayek – Томпонский район. Хребет Сунтар-Хаята, 662 км Магаданского тракта (автодорога «Колыма»), учебный полигон ГРФ СВФУ. Долина р. Восточная Хандыга близ моста через руч. Кюрбелях. На придорожном отвале торфа. Образец 1-3. 19.07.2010. Примечание: вид занесен в региональную Красную книгу [13] как редкий по всему ареалу (статус III в). В Якутии известно всего 2 точки нахождения данного растения. Одна из них – по сборам И. Д. Кильдюшевского (1956 г.) в верховьях р. Томпо (Восточное Верхоянье).

D. sambukii Tolm. – Оймяконский улус. На границе Оймяконского нагорья и северных отрогов хребта Сунтар-Хаята; юго-западная оконечность озера Лабынкыр, долина бокового ручья, огибающего гору Рептилия (название условное) с севера и впадающего в юго-западный угол озера. На замшелых камнях по берегу ручья и на мелководье в разливе русла. 02.07.2012. Примечание: вид, нуждающийся в уточнении распространения на территории Якутии.

Erysimum flavum (Georgi) Bobr. – Этот таксон под широко понимавшимся тогда синонимом *E. altaicum* С. А. Мей. ранее указывался в Определителе высших растений Якутии [15] для центральных, южных и северо-восточных районов. Во Флоре Сибири [16] Якутия для этого вида не упоминается. В. И. Захарова и Л. В. Кузнецова в первичной обработке флоры Якутии [17] приводят *E. flavum* для тех же районов, что и в Определителе. Но в Конспект флоры Якутии [18] они без каких либо комментариев его не включили. Вполне типичная форма данного вида собрана в бассейне р. Эльги (Оймяконский улус). Эльгинское плоскогорье, левый прижимной берег р. Эльги (левый приток р. Индигирки), приблизительно 25 км ниже пос. Угловой. На каменной осыпи. 31.07.2009. Примечание: редкий вид, нуждающийся в уточнении распространения.

Drosera anglica Huds. – Оймяконский улус. На границе Оймяконского нагорья и северных отрогов хребта Сунтар-Хаята; южная оконечность озера Лабынкыр, увал моренного происхождения, расположенный между р. Лабынкыр (у его впадения в озеро) и ручьем. Сфагновое болото по берегу небольшого озера, расположенного в депрессии увала. Лист 1, 2. 29.06.2012. Примечание: вид занесен в региональную Красную книгу [13]

как редкий, находящийся на северной границе ареала (статус III в). Для Северо-Восточной Якутии указывается впервые.

Saxifraga stelleriana Merk ex Ser. – 1. Оймяконский улус. На границе Оймяконского нагорья и северных отрогов хребта Сунтар-Хаята; юго-западная оконечность озера Лабынкыр, склон горы Рептилия (название условное) северо-восточной экспозиции. Верхняя часть подгольцово-кустарникового пояса. Фрагмент тундры среди мелко-каменистой осыпи. Образец 1, 2. 01.07.2012. 2. Там же. Средняя часть подгольцово-кустарникового пояса. Фрагмент тундры среди каменистой осыпи. Образец 1, 2. 01.07.2012. 3. Там же. Юго-восточная оконечность озера Лабынкыр, горный массив в правобережье р. Лабынкыр. Плечо горы Юбилейная (название условное) западной экспозиции. Координаты: N 62°25'52,0", E 143°40'31,3". Высота местности – 1535 м н. у. м. Разреженная кассиопово-лишайниковая тундра на границе подгольцово-кустарникового и эпилитно-лишайникового поясов (ТП здесь не выражен). Оп. 3 NEG – 12. 03.07.2012. Примечание: редкий вид, занесенный в региональную Красную книгу [13] (статус III в).

Chamaerhodos grandiflora (Pall. ex Schult.) Bunge – Кобяйский улус. Окр. пос. Сангар. Склон правого коренного берега р. Лены. Близ поселкового кладбища. Координаты: N 63°54'26,4", E 127°28'48,3". Высота местности – 170 м н. у. м. Уклон 40°. Остепненное злаково-разнотравное сообщество. Оп. 1 NEG-08. Образец 1, 2. 16.06.2010. Примечание: вид занесен в региональную Красную книгу [13] как редкий, находящийся на северо-восточной границе ареала (статус III г). Распространение этого вида в окр. пос. Сангар известно с 1970 г. по сборам Е. Р. Труфановой. В связи с чем обновленная информация может свидетельствовать о сохранности его популяций и дополнительной точке в данной местности. Необходимо отметить, что в упомянутом сообществе произрастает узколокальный эндемик Якутии *Dracocephalum jacutense* Peschkova.

Dryas ajanensis Juz. – 1. Томпонский район. Хребет Скалистый, 596 км Магаданского тракта (автодорога «Колыма»), окр. дорожного поселка Развилка. Склон безымянной горы (отрог горы Метеостанция) северной экспозиции, в пределах тундрового пояса (карбонатные породы). Координаты: N 63°02'56,0", E 138°07'18,0". Высота местности – 1242 м н. у. м. Уклон 5°. Разнотравно-дриадовая тундра. Оп. 6 NEG-11. Образец 1-6. 19.07.2011. 2. Оймяконский улус. Хребет Тас-Кыстабыт, у подножья Нельканского перевала (дорога на прииск Нелькан, приблизительно 20 км от пос. Усть-Нера), истоки ручья Артык-Юрюе (левый приток р. Неры), ЛФ Нелькан. Тундровый пояс растительности. Разнотравно-кустарничковая тундра по борту русла ручья (прирусловой вал). 21.06.2014. Примечание: редкий вид, нуждающийся в уточнении распространения в Якутии. Иногда в близких с точкой 1 местах образует гибридные формы с *Dryas punctata* Juz.

Potentilla canescens Bess. – Томпонский район. Хребет Сетте-Дабан, 545 км Магаданского тракта (автотрассы «Колыма»). Придорожная адвентивная растительность на галечнике у второго моста (от пос. Теплый Ключ) через р. Томпорок. 23.06.2012. Примечание: вид включен в региональную Красную книгу [13] как редкий, находящийся на северной границе ареала (статус III г). Известны 3 точки распространения этого вида в Якутии: две из них относятся к хребту Сунтар-Хаята [22, 13] и одна – к окр. г. Алдана [18]. В данном случае вероятен занос в придорожную часть из естественных местообитаний окружающих территорий.

P. evestita Th. Wolf – Оймяконский улус. Оймяконское нагорье; 752 км Магаданского тракта (автодорога «Колыма»). Окр. пос. Кюбюме (левобережье одноименной реки). На галечнике. 04.07.2011. Примечание: вид включен в региональную Красную книгу [13] как редкий, находящийся на северо-восточной границе ареала (статус III г).

P. jacutica Juz. – 1. Кобяйский улус. Правый коренной берег р. Лены, несколько км ниже по течению от пос. Сангар, в сторону р. Чучума. Близ заброшенного профилактория. На склоне коренного берега. Образец 1, 2. 18.06.2010. Образец № 2 представлен формой, имеющей, кроме тройчатых листьев, часть листьев пятичленных. 2. Томпонский район.

Предгорье хребта Сетте-Дабан. Магаданский тракт (автодорога «Колыма»). У пересечения ручья Чистый (за мостом, ближе к р. Томпурок). Лужайка на проселочной дороге, ведущей к карьере среди кустарников, переходящих в лиственный лес. Образец 1, 2. Примечание: вид занесен в региональную Красную книгу [13] как редкий эндемик Северо-Востока России (статус III б).

P. macrantha Ledeb. – Оймяконский улус. Оймяконское нагорье; 752 км Магаданского тракта (автодорога «Колыма»). Левобережье р. Кюбюме, напротив одноименного поселка в надпойме. На сыром участке проселочной дороги, пересеченном ручьем. В окружении ивняк. (Диаметр живого цветка 17 мм). Образец 1-3. 07.07.2011. Примечание: этот вид ранее указывался для Якутии [15]. В последнее время, на наш взгляд, он не совсем верно отождествляется с *P. evestita* Th. Wolf [16]. По признакам, указанным в Определителе высших растений Якутии, *P. macrantha* хорошо обособляется в природе.

Sorbaria grandiflora (Swiit) Maxim. – Оймяконский улус. На границе Оймяконского нагорья и северных отрогов хребта Сунтар-Хаята; юго-западная оконечность озера Лабынкыр. Склон горы Рептилия (название условное) восточной экспозиции, средняя часть подгольцово-кустарникового пояса. На каменной осыпи. 01.07.2012. Примечание: вид, нуждающийся в уточнении распространения в Якутии. Данная точка – крайняя северо-восточная граница его ареала.

Astragalus vallicola Gontsch. – 1. Оймяконский улус. Оймяконское нагорье, истоки р. Индигирки, окр. пос. Куранах-Сала и Орто Балаган, близ устья р. Туора-Юрях; северо-восточный склон горы Часовой. Координаты: N 63°06'49,0", E 144°10'12,7". На каменной осыпи. Образец 1-3. 04.08.2008. 2. Там же. Северные отроги хребта Сунтар-Хаята, на границе с Оймяконским нагорьем. Старый Магаданский тракт, приблизительно 24 км от пос. Кюбюме, в сторону р. Сунтар; окр. оз. Улу, нижняя часть южного склона безымянной горы (1480 м). Остепненное лиственное редколесье с ивой Бебба. 17.07.2009. Примечание: вид занесен в региональную Красную книгу [13] как редкий эндемик Северо-Востока России (статус III б).

Oxytropis ochotensis Bunge – 1. Оймяконский улус. Оймяконское нагорье, истоки р. Индигирки, окр. пос. Куранах-Сала, правобережье долины р. Тарын-Юрях, приблизительно 1,5 км ниже устья р. Баягап. Нижняя пойма, остров. Координаты: N 63°05'53,3", E 144°36'47,4". Высота местности – 864 м н. у. м. Зарастающий галечник: швериноивово-кустарничково-разнотравное сообщество. Оп. 4 NEG – 08. Образец 1-3. 26.07.2008. 2. Там же. На границе Оймяконского нагорья и северных отрогов хребта Сунтар-Хаята; южная оконечность озера Лабынкыр. Речка Лабынкыр, приблизительно 4 км выше впадения в одноименное озеро. На прибрежном песке. Образец 1, 2. 06.07.2012. Примечание: редкий вид, нуждающийся в уточнении распространения в Якутии.

O. subnutans (Jurtzev) Jurtzev – 1. Оймяконский улус. Оймяконское нагорье, истоки р. Индигирки, окр. пос. Куранах-Сала, правобережье долины р. Тарын-Юрях, приблизительно 1,5 км ниже устья р. Баягап. Южный склон второй надпойменной террасы реки. Координаты: N 63°06'01,5", E 144°36'55,0". Высота местности – 864 м н. у. м. Остепненное лиственное редколесье разнотравно-злаково-лишайниковое. Оп. 14 NEG-08. 31.07.08 г. 2. Томпонский район. Хребет Сунтар-Хаята, 662 км Магаданского тракта (автодорога «Колыма»), учебный полигон ГРФ СВФУ. Долина р. Кюрбелях, у водопада. На скалах. 18.07.2010. Примечание: вид занесен в региональную Красную книгу [13] как редкий эндемик Северо-Востока России (статус III б). Встречается довольно часто в пределах хребтов Сетте-Дабан, Сунтар-Хаята [22] и Оймяконского нагорья.

Vicia macrantha Jurtzev – Оймяконский улус. Оймяконское нагорье; 752 км Магаданского тракта (автодорога «Колыма»). Окр. пос. Кюбюме (левобережье реки). На заросшей проселочной дороге, пересекающей ивняк. Образец 1-4. 07.07.2011. Примечание: вид занесен в региональную Красную книгу [13] как редкий эндемик Северо-Востока России (статус III б).

Phlojodicarpus sibiricus (Steph. ex Spreng.) K. -Pol. – Оймяконский улус. Оймяконское нагорье, истоки р. Индигирки, окр. пос. Куранах-Сала и Орто Балаган, близ устья р. Туора-Юрях; северный склон горы Часовой. На каменной осыпи. 04.08.2008. Примечание: вид занесен в региональную Красную книгу [13] как уязвимый (статус II). Нередко встречается в пределах Магаданского тракта на пересечении им хребтов Сетте-Дабан, Сунтар-Хаята и Оймяконского нагорья. Произрастает разреженно, больших скоплений не образует.

Rhododendron aureum Georgi – 1. Томпонский район. Хребет Скалистый, 596 км Магаданского тракта (автодорога «Колыма»), окр. дорожного поселка Развилка. Гребень безымянной горы (отрог горы Метеостанция). Заросли кедрового стланика в пределах тундрового пояса. 19.07.2011. 2. Оймяконский улус. Хребет Тас-Кыстабыт, у подножья Нельканского перевала (дорога на прииск Нелькан, приблизительно 20 км от пос. Усть-Нера), истоки ручья Артык-Юрюе (левый приток р. Нера). Тундровый пояс растительности. Перед серпантинном в сыром ольховнике. 17.06.2014. Примечание: вид занесен в региональную Красную книгу [13] как уязвимое растение (статус II).

Androsace gmelinii (Gaertn.) Roem. et Schult. – Хангаласский улус. Средняя Лена, окр. пос. Едей, о-в Харыйялах. Разнотравный луг. Лист 1-3. 22.06.2013. Примечание: редкий вид, находящийся на северной границе ареала и занесенный в региональную Красную книгу [13] (статус III г).

Pedicularis kolymensis A. Khokhr. – 1. Оймяконский улус. Оймяконское нагорье, истоки р. Индигирки, окр. пос. Куранах-Сала. Левобережье р. Тарын-Юрях, напротив устья р. Баягап. Подножье горы Лагерная (название условное). Старичное осоковое болото. Образец 1-4. 03.08.2008. 2. Там же. Эльгинское плоскогорье, долина р. Эльги (левый приток р. Индигирки), окр. пос. Угловой. Надпойменная терраса реки. Старичное осоковое болото. 23.07.2009. 3. Там же. На границе Оймяконского нагорья и северных отрогов хребта Сунтар-Хаята; юго-западный берег озера Лабынкыр, на кочке осоки. 27.06.2012. 4. Там же. Южная оконечность озера Лабынкыр, по берегу одноименной речки, у ее впадения в озеро. Осоковый луг. 28.07.2012. Примечание: вид занесен в региональную Красную книгу [13] как редкий эндемик Северо-Востока России, находящийся на юго-западной границе ареала (статус III б).

Pinguicula spathulata Ledeb. – 1. Томпонский район. Хребет Скалистый; 608 км Магаданского тракта (автодорога «Колыма»). В долине ручья приблизительно 1 км от трассы. Фрагмент тундры в основании каменной осыпи, на границе долинного комплекса растительности и лесного пояса. 15.07.2009. 2. Там же. хребет Сунтар-Хаята, 681 км Магаданского тракта (автодорога «Колыма»), близ наледи на р. Сетырым, северо-западный склон безымянной горы в средней части лесного пояса. Лиственничная редина сфагново-лишайниковая. На сфагново-птилидиевой подушке. Обильно. 15.07.2009. 3. Оймяконский улус. На границе Оймяконского нагорья и северных отрогов хребта Сунтар-Хаята; юго-западная оконечность озера Лабынкыр. Заболоченное сфагновое лиственничное редколесье. 27.06.2012. Примечание: вид занесен в региональную Красную книгу [13] как редкий по всему ареалу (статус III в).

Arnica intermedia Turcz. – Эвено-Бытантайский улус. Левый берег р. Бытантай, пос. Джаргалах. Травяная лужайка на аэродроме. Образец 1, 2. 18.06.2009. Примечание: вид занесен в региональную Красную книгу [13] как редкий по всему ареалу (статус III в).

Saussurea schanginiana (Wydł.) Fisch. ex Herd. – Оймяконский улус. Северные отроги хребта Сунтар-Хаята, на границе с Оймяконским нагорьем. Старый Магаданский тракт приблизительно 24 км от пос. Кюбюме, в сторону р. Сунтар; окр. оз. Улу, верхняя часть южного склона безымянной горы (1480 м). В скальной расщелине. Образец 1, 2. 17.07.2009. Примечание: вид занесен в региональную Красную книгу [13] как редкий, находящийся на северо-восточной границе ареала (статус III г).

Taraxacum nigrocephalum Khokhr. – Томпонский район. Хребет Сетте-Дабан, дорога на прииск Нежданское (приблизительно 61 км от моста через р. Восточная Хандыга). Водораздел рр. Куранах (левый приток р. Восточная Хандыга) и Дыбы (правый приток р. Тыры).

Лесной пояс растительности. На влажных скальных выступах в долине ручья. Образец 1-9. 20.07.2011. Примечание: очень редкий вид, нуждающийся в уточнении распространения.

Tephroseris jacutica (Schischk.) Holub – Томпонский район. Хребет Сунтар-Хаята, 662 км Магаданского тракта (автодорога «Колыма»), близ учебного полигона ГРФ СВФУ. Промежуточная вершина горы Домохотова («футбольное поле»). Тундровый пояс. Склон северо-восточной экспозиции. Кустарничковая тундра рядом с оп. 2 NEG – 11 (Координаты: N 63°07'31,6", E 139°05'50,4". Высота местности – 1542 м н. у. м). 11.07.2011. Примечание: редкий вид. Эндемик Северо-Востока России, неоправданно исключенный из второго издания региональной Красной книги [13].

Заключение

Проведенные за период с 2008 по 2014 гг. полевые работы позволили уточнить распространение 57 видов и подвидов, сведения о которых в настоящее время не достаточно полны. В этом числе 37 видов из числа охраняемых региональной Красной книгой (4 вида уязвимых, 7 – эндемиков Северо-Востока России, 19 – редких по всему ареалу, 7 – редких только в Якутии). Остальные 20 видов нуждаются во внимательном изучении, а некоторые из них – и в охране. Приведенные в статье сведения о распространении перечисленных растений позволят составителям третьего издания Красной книги Республики Саха (Якутия) внести соответствующие уточнения и коррективы в очерки охраняемых видов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 13-05-01015).

Л и т е р а т у р а

1. Николин Е. Г. Текущие изменения и дополнения во флоре Якутии // *Turczaninowia*, 2009. – Т. 12, вып. 3-4. – С. 66-81.
2. Николин Е. Г. Новые точки нахождения редких растений Якутии (по материалам экспедиций ИСЛ АН РС (Я) 2003-2006.) // *Геоботанические и ресурсоведческие исследования в Арктике*. – Якутск: ЯНЦ СО РАН, 2010. – С. 82-86.
3. Николин Е. Г. Конспект флоры Верхоянского хребта. – Новосибирск: Наука, 2013. – 248 с.
4. Толмачев А. И. К методике сравнительно-флористического исследования. Понятие о флоре в сравнительной флористике // *Журн. РБО*. – 1931. – Т. 16, № 1. – С. 111-124.
5. Толмачев А. И. Методы сравнительной флористики и проблемы флорогенеза. – Новосибирск, 1986. – 196 с.
6. Юрцев Б. А. Флора как природная система // *Бюл. МОИП. Отд. биол.* – 1982. – Т. 87, вып. 4. – С. 3-22.
7. Юрцев Б. А. Флора как базовое понятие флористики: содержание понятия, подходы к изучению // *Теорет. и метод. проблемы сравнительной флористики: материалы II рабочего совещ. по сравнительной флористике*. – Неринга, 1983. – Л.: Наука, 1987. – С. 13-28.
8. Юрцев Б. А. Некоторые перспективы развития сравнительной флористики на рубеже XXI в. // *Сравнительная флористика на рубеже III тысячелетия: достижения, проблемы, перспективы / Матер. V рабочего совещания по сравнительной флористике*, Ижевск, 1998. – СПб: БИН РАН, 2000. – С. 12-19.
9. Юрцев Б. А., Камелин Р. В. Очерк системы основных понятий флористики // *Теорет. и метод. проблемы сравнительной флористики: материалы II рабочего совещ. по сравнительной флористике*. – Неринга, 1983. – Л.: Наука, 1987. – С. 242-266.
10. Юрцев Б. А. Камелин Р. В. Основные термины и понятия флористики. – Пермь, 1991. – 80 с.
11. Конспект флоры Азиатской России: Сосудистые растения / Л. И. Малышев (и др.); под ред. К. С. Байкова. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. – 640 с.
12. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). – СПб.: Мир и семья, 1995. – 990 с.
13. Красная книга Республики Саха (Якутия). Т. 1: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. – Якутск: НИПК «Сахаполиграфиздат», 2000. – 255 с.
14. Данилова Н. С., Николин Е. Г., Кузнецова Л. В., Захарова В. И., Егорова А. А., Сосина Н. К., Исаев А. П. Ведение Красной книги РС(Я) как основа для охраны редких видов. Виды сосудистых

растений, рекомендуемые к исключению из списка охраняемых // Наука и образование. – 2013, № 3 (71). – С. 120-123.

15. Определитель высших растений Якутии / Под ред. А. И. Толмачева. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд. 1974. – 544 с.

16. Флора Сибири. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 1987-2003. – Т. 1-14.

17. Разнообразие растительного мира Якутии / В. И. Захарова, Л. В. Кузнецова, Е. И. Иванова и др.; Под ред. Н. С. Даниловой. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. – 328 с.

18. Конспект флоры Якутии: Сосудистые растения / Кузнецова Л. В., Захарова В. И. – Новосибирск: Наука, 2012. – 272 с.

19. Полежаев А. Н., Беркутенко А. Н. Конспект флоры Севера Дальнего Востока России (сосудистые растения) // СПб.: СИНЭЛ, 2015. – 263 с.

20. Секретарева Н. А. Сосудистые растения Российской Арктики и сопредельных территорий. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 129 с.

21. Павлов В. Н., Хохряков А. П. К флоре Северо-Восточной Якутии // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1989. – Т. 94, вып. 5-6. – С. 94-103.

22. Юрцев Б. А. Флора Сунтар-Хаята. – Л.: Наука, ЛО, 1968. – 236 с.

23. Флора и растительность Магаданской области (конспект сосудистых растений и очерк растительности). – Магадан: ИБПС ДВО РАН, 2010. – 364 с.

References

1. Nikolin E. G. Tekushchie izmeneniia i dopolneniia vo flore Iakutii // Turczaninowia, 2009. – Т. 12, вып. 3-4. – С. 66-81.

2. Nikolin E. G. Novye tochki nakhozhdeniia redkikh rastenii Iakutii (po materialam ekspeditsii ISL AN RS (Ia) 2003-2006.) // Geobotanicheskie i resursovedcheskie issledovaniia v Arktike. – Iakutsk: IaNTs SO RAN, 2010. – С. 82-86.

3. Nikolin E. G. Konspekt flory Verkhoinanskogo khrebt. – Novosibirsk: Nauka, 2013. – 248 s.

4. Tolmachev A. I. K metodike sravnitel'no-floristicheskogo issledovaniia. Poniatie o flore v sravnitel'noi floristike // Zhurn. RBO. – 1931. – Т. 16, № 1. – С. 111-124.

5. Tolmachev A. I. Metody sravnitel'noi floristiki i problemy florogeneza. – Novosibirsk, 1986. – 196 s.

6. Iurtsev B. A. Flora kak prirodnaia sistema // Biul. MOIP. Otd. biol. – 1982. – Т. 87, вып. 4. – С. 3-22.

7. Iurtsev B. A. Flora kak bazovoe poniatie floristiki: sodержanie poniatia, podkhody k izucheniiu // Teoret. i metod. problemy sravnitel'noi floristiki: materialy II rabocheho soveshch. po sravnitel'noi floristike. – Neringa, 1983. – Л.: Nauka, 1987. – С. 13-28.

8. Iurtsev B. A. Nekotorye perspektivy razvitiia sravnitel'noi floristiki na rubezhe XXI v. // Sravnitel'naia floristika na rubezhe III tysiacheletia: dostizheniia, problemy, perspektivy / Mater. V rabocheho soveshchaniia po sravnitel'noi floristike, Izhevsk, 1998. – SPb: BIN RAN, 2000. – С. 12-19.

9. Iurtsev B. A., Kamelin R. V. Ocherk sistemy osnovnykh ponatii floristiki // Teoret. i metod. problemy sravnitel'noi floristiki: materialy II rabocheho soveshch. po sravnitel'noi floristike. – Neringa, 1983. – Л.: Nauka, 1987. – С. 242-266.

10. Iurtsev B. A. Kamelin R. V. Osnovnye terminy i poniatia floristiki. – Perm', 1991. – 80 s.

11. Konspekt flory Aziatskoi Rossii: Sosudistye rasteniia / L. I. Malyshev (i dr.); pod red. K. S. Baikova. – Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2012. – 640 s.

12. Cherepanov S. K. Sosudistye rasteniia Rossii i sopredel'nykh gosudarstv (v predelakh byvshego SSSR). – SPb.: Mir i sem'ia, 1995. – 990 s.

13. Krasnaia kniga Respubliki Sakha (Iakutiia). T. 1: Redkie i nakhodiashchiesia pod ugrozoi ischeznoventiia vidy rastenii i gribov. – Iakutsk: NIPK «Sakhapoligrafizdat», 2000. – 255 s.

14. Danilova N. S., Nikolin E. G., Kuznetsova L. V., Zakharova V. I., Egorova A. A., Sosina N. K., Isaev A. P. Vedenie Krasnoi knigi RS(Ia) kak osnova dlia okhrany redkikh vidov. Vidy sosudistyykh rastenii, rekomenduemye k isklucheniiu iz spiska okhraniayemykh // Nauka i obrazovanie. – 2013, № 3 (71). – С. 120-123.

15. Opredelitel' vysshikh rastenii Iakutii / Pod red. A. I. Tolmacheva. – Novosibirsk: Nauka. Sib. otd. 1974. – 544 s.

16. Flora Sibiri. – Novosibirsk: Nauka, Sib. otd., 1987-2003. – Т. 1-14.

17. Raznoobrazie rastitel'nogo mira Iakutii / V. I. Zakharova, L. V. Kuznetsova, E. I. Ivanova i dr.; Pod red. N. S. Danilovoi. – Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2005. – 328 s.
18. Konspekt flory Iakutii: Sosudistye rasteniia / Kuznetsova L. V., Zakharova V. I. – Novosibirsk: Nauka, 2012. – 272 s.
19. Polezhaev A. N., Berkutenko A. N. Konspekt flory Severa Dal'nego Vostoka Rossii (sosudistye rasteniia) // SPb.: SINEL, 2015. – 263 s.
20. Sekretareva N. A. Sosudistye rasteniia Rossiiskoi Arktiki i sopredel'nykh territorii. – M.: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2004. – 129 s.
21. Pavlov V. N., Khokhriakov A. P. K flore Severo-Vostochnoi Iakutii // Biul. MOIP. Otd. biol. – 1989. – T. 94, vyp. 5-6. – S. 94-103.
22. Iurtsev B. A. Flora Suntar-Khaiata. – L.: Nauka, LO, 1968. – 236 s.
23. Flora i rastitel'nost' Magadanskoi oblasti (konspekt sosudistyykh rastenii i ocherk rastitel'nosti). – Magadan: IBPS DVO RAN, 2010. – 364 s.



УДК 639.2/.3:625(571.56)

М. М. Тяптиргянов

ВЛИЯНИЕ КАСКАДА ВИЛЮЙСКОЙ ГЭС НА ПОПУЛЯЦИИ РЫБ БАСЕЙНА РЕКИ ВИЛЮЙ

Площадь Вилюйского водохранилища – 2170 км², объем водных масс – 36 км³, максимальная глубина – 80 м. Сильно изрезанная береговая линия протяженностью 2650 км создает различные по площади расширения и заливы. Если в первые годы становления водохранилища зоопланктон был представлен большим количеством озерных и речных форм – 93, то в последующие годы их осталось 61 вид. За все годы наблюдений наибольшее значение в ежегодном продуцировании зоопланктона имели доминирующие виды. Основу биомассы составляли ветвистоусые раки и прежде всего *Daphnia*, количество которых в отдельные годы был значительным – 196 г/м³. Установлен состав зообентоса, который насчитывает 18 систематических групп. Ведущей группой являются личинки хирономид – 55 видов. Всего в бентосе водохранилища более 100 форм. Ихтиофауна Вилюйского водохранилища представлена 19 видами из 26 ранее обитавших в ней. Ее формирование произошло в основном за счет аборигенов и частично за счет иммигрантов. Зарегулирование речного стока Вилюя изменило гидрологический, гидрохимический и гидробиологический облики водоемов, а также внесло существенные изменения в их экосистеме. При заполнении ложа водохранилищ был образован водоем озерного типа, глубоко под воду ушли основные нерестовые площади чира, сига и тугуна. Плотина перекрыла доступ в верхний бьеф сибирскому осетру, тайменю и ленку. На начальных этапах формирования водохранилищ большое количество затопленной древесины привело к возникновению

ТЯПТИРГЯНОВ Матвей Матвеевич – к. б. н., доцент кафедры фундаментальной и прикладной зоологии Института естественных наук СВФУ им. М. К. Аммосова.

E-mail: matyap@mail.ru

TYAPTIRGYANOV Matvei Matveevich – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of the Fundamental and Applied Zoology, the Institute of Natural Sciences, the North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov.

E-mail: matyap@mail.ru

огромных площадей без кислородной зоны. Сказалось влияние кардинального изменения объема годового стока речных систем – нарушение температурного оптимума отрицательно сказалось на лососевых и сиговых видах рыб. Изменилась экология аборигенных видов рыб: динамика возрастного состава, абсолютная и относительная плодовитость, сроки полового созревания, нереста и др. При скате через турбины у рыб наблюдаются механические и биологические повреждения, а также аномальное поведение.

Ключевые слова: зоопланктон, гидробиология, бентос, нагульная площадь, инвазия, эвтрофикация, дегенерация, трофический статус, стенотермный, инкубация.

М. М. Tyaptirgyanov

Influence of the Vilyuisk Hydroelectric Power Plant Cascade on the Fish Population in the Vilyui River Basin

Area of Vilyui reservoir is 2170 sq. km, the volume of water masses – 36 cubic km, max depth – 80 m. Highly indented coastline, which stretches 2650 kilometers, creates a number of different area extensions and bays. If in the early years of the reservoir 93 lakes and river forms represented zooplankton, then nowadays there are only 61 species. During the years of observation, dominant species have had the largest value in zooplankton production. Cladocerans, especially *Daphnia*, have been the basis of biomasses, their number in some years was significant – 196 g/m³. The composition of the zoobenthos was determined: it has 18 taxonomic groups; the leading group is chironomid larvae. In total, there are more than 100 benthic forms in the reservoir. The ichthyofauna is represented by 19 species; previously, the reservoir was inhabited by 26 species. It was mainly formed by the aborigines and partly by immigrants. The regulation of Vilyui river flow has changed the hydrological, hydro-chemical and hydro-biological shape of water bodies and has made substantial changes in their ecosystem. During the filling of the basin, there was formed the lake type reservoir; the main spawning areas of whitefish, cisco and tugun went deep under water. The dam shut a passage to the upstream reach for sturgeon, taimen and lenok. The huge mass of submerged wood caused the appearance of enormous areas of anoxic environment at the initial period of reservoir formation. The basic change in the volume of the annual river flow and disturbance of the temperature optimum adversely affected the salmon and cisco fish species. The ecology of the indigenous fish species such as dynamics of the age structure, absolute and relative fertility, time of pubescence and spawning has changed. Mechanical injury and biological damage as well as disordered behavior of fish are observed after their sliding over the turbines.

Keywords: reproductive center, hydrobiology, feeding area, invasion, eutrophication, degeneration, trophic status, stenothermal, incubation.

Введение

Интенсивное развитие горнодобывающей промышленности и ее инфраструктур в начале 60-х гг. на Северо-Востоке России требовало значительного увеличения мощности энергообеспечения. Использование для этих целей гидроэлектростанций, весьма эффективных и надежных источников энергии, не вызывало никаких сомнений. Отсутствие скрупулезных экологических экспертиз на стадии проектной документации не могло дать объективных прогнозных оценок влияния зарегулирования крупных рек на структуру и функционирование весьма хрупких природных экосистем, в том числе и водных, в условиях криолитозоны.

Зарегулирование речного стока Вилюя существенно изменило гидрологический, гидро-химический и гидробиологический облик водоема и внесло заметные изменения во всю его экосистему. Более чем 700-километровый участок реки выше плотины был превращен в водоем озерного типа. При заполнении ложа водохранилища глубоко под воду ушли основные нерестовые площади чира, сига и тугуна и потеряли свое значение как репродуктивные центры популяции этих видов рыб.

Известно, что водохранилища, хотя и являются результатом деятельности человека,

обладают многими свойствами естественных водоемов [1-8]. Мощное антропогенное влияние последних десятилетий (загрязнения, разрушение нерестилищ, селективный промысел, интродукция чужеродных видов и др.) на водные экосистемы, нарушившее исторически сложившуюся структуру рыбного населения в Вилюйском бассейне, привело к существенному снижению доли сиговых и возрастанию окунево-карповых рыб. Было выявлено, что в водохранилище Средней и Нижней Волги обнаружено 62 вида морфологических уродств, которые захватывают все жизненно важные органы рыб [9-15].

Нерегулярные и гораздо более сильные, чем в естественных водоемах, колебания уровня, тепловое и химическое загрязнения, гибель планктонных и бентосных организмов, молоди рыб при скате через плотины и водосборе снижают сырьевую базу рыболовства.

Гидрохимия и гидробиология

Результаты последних исследований показали, что сброс минерализованных вод оказывает определенное влияние на химический состав их вод и находится под прямым воздействием высокоминерализованных сбросов. Минерализация в рр. Ирелях и Малая Ботуобуя превысила фоновые показатели в 14-20 раз и составила 2,7-3,5 ПДК. В результате химический состав воды изменился с гидро-карбонатно-кальциевого на хлоридно-натриевый.

Одновременно с этими процессами в реках возросло содержание биогенных элементов, в частности, всех форм азота. В водах рр. Ирелях и Малая Ботуобуя содержание аммонийного азота повысилось в 2,5-3,0 раза против фонового, составляя в зимний период до 2 ПДК, нитритного азота – в 10 раз (до 16 ПДК); нитратного – в 2 раза. Химическое потребление кислорода увеличилось в 2 раза.

Особо надо отметить большие концентрации летучих фенолов (среднее значение по р. Далдын – 8 ПДК, максимальное – 19 ПДК, при средних фоновых показателях – 5 ПДК; по р. Ирелях – 5 ПДК, при средних фоновых – 3 ПДК; по р. Малая Ботуобуя – 7 ПДК, максимальное – 20 ПДК, при средних фоновых показателях – 2,5 ПДК) [16].

Синхронные изменения происходят и в биоте. Наблюдается процесс постоянного понижения уровня количественного развития планктонных организмов (фито- и зоопланктон) в результате многолетнего сброса высокоминерализованных вод. Их действие специфично по отношению к отдельным видам. Эффект воздействия наблюдается в нарушении соотношения образующих его групп, вплоть до выпадения отдельных видов, как это было отмечено, например, в р. Марха, где в настоящее время не обнаружены ранее обитавшие в ней синезеленые водоросли. В зоне влияния повышенной солености вод – рр. Ирелях, Тымтыйдах, Малая Ботуобуя, Далдын, Марха – обнаружены ранее не отмеченные солоноватоводные виды. Здесь же зафиксировано преобладание диатомовых водорослей из реофильного комплекса.

Сброс минерализованных вод из временных накопителей и дренажных полигонов оказывает определенное влияние на формирование зоопланктонных организмов. В зимний период в пробах, взятых из рек Ирелях, Марха, Малая Ботуобуя, Далдын и из Сытыканского водохранилища, а также в пробах фильтрационных вод обогатительной фабрики № 9, зафиксированы крайне низкая численность и биомасса зоопланктона. На фоновых же участках (выше влияния промстоков) р. Малая Ботуобуя отмечено присутствие в пробах всех групп зоопланктона и особенно фильтраторов [17].

За весь период наших исследований качество воды бассейна не изменилось и по-прежнему оценивалось 4-м классом как «грязная». Из 15-и определяемых в комплексной оценке ингредиентов и показателей качества 11 были загрязняющими, из них приоритетными по-прежнему являлись трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), фенолы, соединения меди и железа.

Вода бассейна реки Вилюй в 2010 г. оценивалась по комплексу показателей как «очень загрязненная» [18]. В ней обнаруживались соединения меди, железа и фенолы (превышение допустимых норм отмечалось в 71-100 % проб), в 2010 г. к ним добавились соединения меди, повторяемость превышения ПДК которыми возросла от 30 % до 80 % [19]. Кислородный режим воды р. Вилюй и его притоков в летнее время, как и в предшествующие годы, был

весьма удовлетворительным, тогда как в конце зимнего периода (с марта месяца по начало мая) он становится «заморным».

Сброс минерализованных вод предприятиями алмазодобывающей промышленности пагубно отразился и на представителях донной фауны. Наблюдается качественное и количественное изменение в структуре бентосных организмов. Так, если в 1958 г. в р. Виллой было зарегистрировано 93 систематические группы, то в 1989 г. – лишь 16. На наиболее загрязненных участках (р. Тымдайдах) обнаружены личинки мух (эфедры) и их куколки, обычно обитающие только в водоемах с высоким содержанием солей [20].

Эколого-биологическая характеристика рыб

Зарегулирование речного стока и образование водохранилища внесло существенные изменения в фауну рыб затопленного участка бассейна р. Виллой и нижнего бьефа. В нижнем бьефе изменение экологической обстановки привело к полному уничтожению крупных нерестилищ нельмы, заходившей в р. Виллой на нерест из р. Лены, что, безусловно, отразилось на численности и величине ее вылова в р. Лене.

Весной 1972 г. Виллойским экспериментальным рыболовным заводом в зоне Виллойского переменного подпора были впервые выпущены личинки пеляди, с 1975 г. началась интродукция ряпушки, с 1999 г. – байкальского омуля. Таким образом, формирование ихтиофауны в Виллойском водохранилище произошло за счет аборигенных рыб, иммигрантов из подтопляемых озер и за счет вселяемых пеляди и ряпушки. Условия среды обитания рыб в водохранилище накладывают своеобразный отпечаток на их экологию, состав, структуру и динамику численности популяций.

Снижение уровня воды к весне на 7-8 м в результате сработки сливной линзы приводит к тому, что лед оседает на наиболее продуктивной части мелководья, удобной для размножения осенненерестующих рыб. Икра, отложенная на двух-трехметровой глубине, погибает, и пополнение популяций за счет естественного воспроизводства становится невозможным.

В Виллойском водохранилище изменилась экология аборигенных видов рыб: динамика возрастного состава, абсолютная и относительная плодовитость, сроки полового созревания и нереста и др. Весенние пуски воды в хозяйственных целях, по срокам совпадающие с завершением нереста и началом развития икры весной у нерестующих видов (щуки, плотвы, ельца и окуня), приводят к резкому падению уровня воды в водохранилище, осушению нерестилищ и гибели развивающейся икры.

На начальных этапах формирования водохранилища большое количество затопленной древесной и травянистой растительности привело к возникновению бескислородных зон. Протяженность сероводородных зон в 1971 г. в водохранилище достигала 213 км, что вызвало гибель рыб и водных организмов. В 1970-1990-х гг. в водохранилище часто встречались рыбы (щука, окунь, плотва) с аномалиями в развитии (укороченное рыло, деформированный позвоночник и др.).

С момента заполнения ложа водохранилища началась эвтрофикация водоема за счет поступления большого количества биогенных элементов из почвы и растительности, что привело к повышению его трофического статуса. В свою очередь увеличение трофности обусловило сукцессию фауны рыб, известную для северных водоемов последовательной сменой лососевого комплекса сиговых сигово-щучье-окуневым с последующим переходом к карповому. Этот процесс был многократно ускорен рыболовством, определившим промысловую сукцессию рыб и превратившим Виллойское водохранилище в окунево-плотвичный водоем.

Значительные изменения в рыбном сообществе произошли и в нижнем бьефе Виллой. Сказалось влияние кардинального изменения объема годового стока реки [21-22]. Нарушение температурного оптимума отрицательно сказалось на лососевых (ленок, таймень) и сиговых (нельма, сиг-пыжьян) видах рыб. Эвритермные виды (плотва, окунь) оказались в благоприятных условиях, а увеличение их численности только усугубило положение stenotherмных видов рыб.

Вместе с тем уменьшение весеннего стока изменило уровень паводка, площадь затопляемых прибрежных и количество нерестовых участков весенненерестующих видов рыб. На эвритермные короткоцикловые виды рыб перераспределение годового стока оказывает двоякое действие: с одной стороны, создает благоприятные условия для обитания, с другой – ухудшает условия воспроизводства.

Тепловое загрязнение нижнего бьефа Вилуя сопровождается химическим. Особенно ярко химическая форма воздействия на ихтиофауну была выражена в период формирования водохранилища и сброса в нижний бьеф воды с высоким содержанием фенолов.

В результате функционирования гидростанции появилось физическое воздействие на состояние ихтиофауны – воздействие работы турбин. При скате через турбины у рыб наблюдаются механические (раны, обрывы плавников) и биологические (разрыв плавательного пузыря, кровоизлияние) повреждения, аномальное поведение (нарушение ориентации, двигательной активности, реакции на раздражители).

Интродукция в Вилуйском водохранилище байкальского омуля чревата нежелательным саморасселением его в нижний бьеф реки, а искусственное воспроизводство пеляди – снижением генетического разнообразия при формировании собственного стада для искусственной и естественной репродукции.

Зарегулирование речного стока Вилуя в энергетических целях изначально является физической формой антропогенного воздействия на биологические объекты и прежде всего на рыб. Однако, как видно из приведенных примеров, перекрытие реки плотиной ГЭС обусловило включение и остальных форм – химической и биологической. Отрицательное действие на гидробионтов идет сразу по нескольким направлениям, обостряя общую стрессовую ситуацию в речной экосистеме.

Стрессовое влияние ГЭС на рыб в нижнем бьефе Вилуя усиливается жестким прессом техногенного воздействия алмазодобывающей промышленности. На протяжении ряда лет производственно-научное объединение «Якуталмаз» (ныне АК «АЛРОСА») загрязнило реки Малую Ботубую и Вилую высокоминерализованными стоками, за 10 лет (1979–1988 гг.) их было сброшено 56,5 млн м³. В 1987 г. в Малую Ботубую с накопителя сброс рассолов достигал 2,25 м³/сек при расходе воды в реке 3–4 м³/сек. Минерализация в 20 км от устья доходила до 80 г/л, что значительно выше предела выживаемости рыб, не превышающего 7–8 г/л. В реке наблюдалась массовая гибель тайменя, ленка, окуня, ельца и налима. Естественно, погибли и планктонные, и бентосные организмы, т. е. была уничтожена кормовая база рыбного населения, ущерб составил (по данным Якутрыбвода) более 300 тыс. руб. в ценах 1987 г. [22]. Химическое воздействие на гидробионтов усиливается сбросом токсических веществ, входящих в состав сбрасываемых вод. Они включают соли стронция, хрома, лития и другие высокотоксичные вещества. Кроме того, в воде и в донных отложениях обнаружен таллий. Токсиканты депонируются в мышцах и органах рыб, продукты питания из которых становятся опасными для человека. У исследованных рыб выявлено превышение ПДК по хрому в 3 раза (окунь), по никелю – в 2–4 раза (щука, плотва, налим), по свинцу – в 2 раза [17].

Заключение

Результаты исследований показывают, что при зарегулировании речного стока Вилуйской ГЭС пики половодий и летних паводков резко срезаются, устраняя тем самым условия затопления пойменных озер и низин (до 50 %) – основных биотопов нагула туводной ихтиофауны и воспроизводства весенненерестующих рыб. Верхний бьеф водохранилища является механическим барьером на пути миграции твердых стоков, вызывая стойкое изменение руслообразующих процессов и качества воды на значительном расстоянии речной системы, с обваловкой берегов и резким сокращением литеральной зоны – наиболее продуктивных участков как в кормовом, так и в нерестовом отношении для рыбного населения. Плотина ГЭС в целом ограничивает видовой состав ихтиофауны, препятствует прохождению нерестовой миграции ценных промысловых рыб – сибирского осетра, нельмы и чира для

р. Вилюй, запасы которых в настоящее время находятся в катастрофическом состоянии. Затопление огромных лесных площадей (более 181000 га) без предварительной очистки ложа водохранилища Вилюйской ГЭС вызвало существенные изменения качества воды, образование обширных бескислородных зон и, как следствие, угнетение жизнедеятельности водной биоты на всех уровнях трофических цепей.

На водную биоту большое физиологическое влияние оказывает изменение термического режима воды, связанное с созданием водохранилища и регулированием сезонного стока реки. Выявлено, что в первую половину безледного периода водохранилище оказывает на воду нижнего бьефа охлаждающее влияние, во второй и зимний периоды – тепляющее на расстоянии до 1000 и более километров. Эффект низких температур в нерестовый период для весенненерестующих рыб выражается в запоздании сроков нереста на 30-40 суток. Осенне-зимнее повышение температуры, наоборот, провоцирует не только более ранний по сроку выклев личинок сиговых рыб и налима, обрекая их на значительную элиминацию, что значительно снизило показатели рыбодобычи указанных видов.

Затронутые вопросы не охватывают всей полноты изученности проблемы устойчивости водных экосистем и прогноза при широкомасштабном техногенном воздействии в условиях многолетней мерзлоты и требуют дальнейших комплексных исследований.

Л и т е р а т у р а

1. Fernando C. H., Holchick J. The nature of fish communities: a factor influencing the fishery potential and yield of tropical lakes and reservoirs // *Hidrobiologia*. – 1982. – V. 97. – P. 127-140.
2. Panov V. E., Dgebuadze Yu. Yu., Chiganova T. A., Filippov A. A., Michin D. A. A risk assessment of biological invasions in the inland waterways of Europe: the Northern invasion corridor case study // *Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution, and threats* (F. Gherari ed.). – Springer. – 2007. – P. 639-656.
3. Alexander B. Zakharov, Alexander P. Novoselov, Igor I. Studenov. The Sturgeon fish of the Pechora river (Russia) // *Book of Abstracts 6th International Symposium on Sturgeon. Posters*. – Wuhan, China, 2009. – P. 109-110.
4. Dyakina N. N., Korolev V. V., Reshetnikov Yu. S. The new fish species in the water bodies of Kaluga region // *III International Symposium Invasion of alien species in Holarctic* (Borok-3, 5-9 October 2010, Myshkin-Borok, 2010. – Russia. Programme and Book of Abstracts. – P. 42.
5. Lang N. J., Roe K. J., Reshetnikov Yu. S. et al. Novel relationships among lampreys (Petromyzontiformes) revealed by a taxonomically comprehensive molecular dataset // *American Fishery Society Symposium*, 2009. – V. 72. – P. 41-55.
6. Wiley E. O., Johnson G. D. A teleost classification based on monophyletic groups // *Origin and phylogenetic interrelationships of teleosts* (Nelson J. S., Schultz H. -P., Wilson M. V. N., eds.). – München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil, 2010. – P. 123-182.
7. Дгебуадзе Ю. Ю. Экосистемы водохранилищ как модельный объект экологических исследований для оценки риска природных и антропогенных вызовов // *Бассейн Волги в XXI в.: структура и функционирование экосистем водохранилищ: Сборник матер. докл. Всеросс. конф. (г. Борок 22-26 октября, 2012)*. – Ижевск: Издатель Пермьяков С. А., 2012. – С. 6-7.
8. Liso S., Gjeland R. O., Reshetnikov Yu. S. et al. A planktivorous specialist turns rapacious: piscivory in invading vendace *C. albula* // *J. Fish Biol.* – 2011. – Vol. 78. – P. 332-337.
9. Кирпичников В. С. Генетика и селекция рыб. – М.: Наука, 1987. – 321 с.
10. Евланов И. А., Минеев А. К., Розенберг Г. С. Метод интегральной оценки пресноводных экосистем // *Экологический мониторинг. Методы биологического и физико-химического мониторинга: учебное пособие*. – Новгород: Изд-во Нижегород. ун-та, 2000. – Ч. IV. – С. 145-174.
11. Минеев А. К. Индекс состояния сообществ личинок рыб (ИСС) как показатель экологического состояния водной среды // *Изв. Самар. НЦ РАН, Спец. Выпуск*. – 2005. – № 4. – С. 306-313.
12. Минеев А. К. Морфологический анализ и патологические изменения структуры клеток крови у рыб Саратовского водохранилища // *Вопр. ихтиологии*. – 2007. – № 1. – С. 93-100.
13. Минеев А. К. Нарушение морфологии клеток крови у молоди карповых рыб Саратовского

водохранилища // Экологические проблемы крупных рек – 4: Тез. докл. Междунар. конф. (Электронное изд.). – ИЭВБ РАН. – 2008. – 110 с.

14. Минеев А. К. Морфологические аномалии у молоди рыб Саратовского водохранилища в районе Балаковской АЭС // Проблемы экологии в современном мире в свете учения В. И. Вернадского: Матер. Междунар. конф. – Тамбов: изд-во ТГУ, 2010. – Т. 2. – С. 79-83.

15. Розенберг Г. С., Евланов И. А., Селезнев В. А. Минеев А. К., Селезнева А. В. Опыт экологического нормирования антропогенного воздействия на качество воды (на примере водохранилищ средней и нижней Волги) // Вопросы экологического нормирования и разработка системы оценки состояния водоемов. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. – С. 5-29.

16. Саввинов Д. Д., Тяптиргянов М. М. и др. Экология бассейна реки Вилюй: промышленное загрязнение. – Якутск, 1992. – 119 с.

17. Саввинов Д. Д., Тяптиргянов М. М. и др. Экология реки Вилюй: состояния природной среды и здоровья населения. – Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1993. – 140 с.

18. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Республики Саха (Якутия) в 2010 г.» / Министерство охраны природы РС(Я). – Якутск: Сахаполиграфиздат, 2011. – 254 с.

19. Тяптиргянов М. М. Влияние качества воды на ихтиофауну нижнего бьефа реки Вилюй // Вопросы региональной гигиены, санитарии и эпидемиологии. – Якутск, 1990. – С. 225-227.

20. Кириллов Ф. Н., Кириллов А. Ф., Лабутина Т. М., Тяптиргянов М. М. и др. Биология Вилюйского водохранилища. – Новосибирск: Наука, 1979. – 271 с.

21. Оловин Б. А., Колмаков Б. И., Федоряк В. И. Техногенные изменения природных условий в системе гидроузлов – среда на крайнем севере // Влияние ГЭС на окружающую среду в условиях Крайнего севера. Сборник научных трудов. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1987. – С. 42-57.

22. Кириллов А. Ф. Промысловые рыбы Якутии. – М.: Научный мир, 2002. – 193 с.

References

1. Fernando C. H., Holchick J. The nature of fish communities: a factor influencing the fishery potential and yield of tropical lakes and reservoirs // *Hidrobiologia*. – 1982. – V. 97. – P. 127-140.

2. Panov V. E., Dgebuadze Yu. Yu., Chiganova T. A., Filippov A. A., Michin D. A. A risk assessment of biological invasions in the inland waterways of Europe: the Northern invasion corridor case study // *Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution, and threats* (F. Gherari ed.). – Springer. – 2007. – P. 639-656.

3. Alexander B. Zakharov, Alexander P. Novoselov, Igor I. Studenov. The Sturgeon fish of the Pechora river (Russia) // *Book of Abstracts 6th International Symposium on Sturgeon. Posters*. – Wuhan, China, 2009. – P. 109-110.

4. Dyakina N. N., Korolev V. V., Reshetnikov Yu. S. The new fish species in the water bodies of Kaluga region // *III International Symposium Invasion of alien species in Holarctic* (Borok-3, 5-9 October 2010, Myshkin-Borok, 2010. – Russia. Programme and Book of Abstracts. – P. 42.

5. Lang N. J., Roe K. J., Reshetnikov Yu. S. et al. Novel relationships among lampreys (*Petromyzoniformes*) revealed by a taxonomically comprehensive molecular dataset // *American Fishery Society Symposium*, 2009. – V. 72. – P. 41-55.

6. Wiley E. O., Johnson G. D. A teleost classification based on monophyletic groups // *Origin and phylogenetic interrelationships of teleosts* (Nelson J. S., Schultze H. -P., Wilson M. V. N., eds.). – Munchen: Verlag Dr. Friedrich Pfeil, 2010. – P. 123-182.

7. Dgebuadze Iu. Iu. Ekosistemy vodokhranilishch kak model'nyi ob'ekt ekologicheskikh issledovaniy dlia otsenki ris. prirodnykh i antropogennykh vyzovov // *Bassein Volgi v XXI v.: struktura i funktsionirovanie ekosistem vodokhranilishch: Sbornik mater. dokl. Vseross. konf. (g. Borok 22-26 oktiabr', 2012)*. – Izhevsk: Izdatel' Permiakov S. A., 2012. – S. 6-7.

8. Liso S., Gjeland R. O., Reshetnikov Yu. S. et al. A planktivorous specialist turns rapacious: piscivory in invading vendace *C. albula* // *J. Fish Biol.* – 2011. – Vol. 78. – P. 332-337.

9. Kirpichnikov V. S. Генетика и селекция рыб. – М.: Наука, 1987. – 321 с.

10. Евланов И. А., Минеев А. К., Розенберг Г. С. Метод интегральной оценки пресноводных экосистем // *Экологический мониторинг. Методы биологического и физико-химического мониторинга: учебное пособие*. – Novgorod: Izd-vo Nizhnegorod. un-ta, 2000. – Ch. IV. – S. 145-174.

11. Mineev A. K. Indeks sostoiianiia soobshchestv lichinok ryb (ISS) kak pokazatel' ekologicheskogo sostoiianiia vodnoi sredy // Izv. Samar. NTs RAN, Spets. Vypusk. – 2005. – № 4. – S. 306-313.
12. Mineev A. K. Morfologicheskii analiz i patologicheskie izmeneniia struktury kletok krovi u ryb Saratovskogo vodokhranilishcha // Vopr. ikhtiologii. – 2007. – № 1. – S. 93-100.
13. Mineev A. K. Narushenie morfologii kletok krovi u molodi karpovykh ryb Saratovskogo vodokhranilishcha // Ekologicheskie problemy krupnykh rek – 4: Tez. dokl. Mezhdunar. konf. (Elektronnoe izd). – IEVB RAN. – 2008. – 110 s.
14. Mineev A. K. Morfologicheskie anomalii u molodi ryb Saratovskogo vodokhranilishcha v raione Balakovskoi AES // Problemy ekologii v sovremennom mire v svete ucheniia V. I. Vernadskogo: Mater. Mezhdunar. konf. – Tambov: izd-vo TGU, 2010. – T. 2. – S. 79-83.
15. Rozenberg G. S., Evlanov I. A., Seleznev V. A. Mineev A. K., Selezneva A. V. Opyt ekologicheskogo normirovaniia antropogennogo vozdeistviia na kachestvo vody (na primere vodokhranilishch srednei i nizhnei Volgi) // Voprosy ekologicheskogo normirovaniia i razrabotka sistemy otsenki sostoiianiia vodoemov. – M.: Tovariishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2011. – S. 5-29.
16. Savvinov D. D., Tiaptirgianov M. M. i dr. Ekologiya basseina reki Viliui: promyshlennoe zagriaznenie. – Iakutsk, 1992. – 119 s.
17. Savvinov D. D., Tiaptirgianov M. M. i dr. Ekologiya reki Viliui: sostoiianiia prirodnoi sredy i zdorov'ia naseleniia. – Iakutsk: IaNTs SO RAN, 1993. – 140 s.
18. Gosudarstvennyi doklad «O sostoianii okruzhaiushchei prirodnoi sredy Respubliki Sakha (Iakutii) v 2010 g.» / Ministerstvo okhrany prirody RS(Ia). – Iakutsk: Sakhapoligrafizdat, 2011. – 254 s.
19. Tiaptirgianov M. M. Vliianie kachestva vody na ikhtiofaunu nizhnego b'efa reki Viliui // Voprosy regional'noi gigieny, sanitarii i epidemiologii. – Iakutsk, 1990. – S. 225-227.
20. Kirillov F. N., Kirillov A. F., Labutina T. M., Tiaptirgianov M. M. i dr. Biologiya Viliuiskogo vodokhranilishcha. – Novosibirsk: Nauka, 1979. – 271 s.
21. Olovin B. A., Kolmakov B. I., Fedoriak V. I. Tekhnogennye izmeneniia prirodnnykh uslovii v sisteme gidrouzel – sreda na krainem severe // Vliianie GES na okruzhaiushchuiu sredu v usloviiakh Krainego severa. Sbornik nauchnykh trudov. – Iakutsk: IaF SO AN SSSR, 1987. – S. 42-57.
22. Kirillov A. F. Promyslovyie ryby Iakutii. – M.: Nauchnyi mir, 2002. – 193 s.



ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ДИФфуЗИИ НЕЙТРОНОВ

Для инженерных расчетов ядерных реакторов широко используется уравнение переноса нейтронов в диффузионном приближении. Обычным методом решения является конечно-разностная аппроксимация. Для получения результатов с требуемой точностью необходимо использовать либо очень подробную сетку, либо дополнительные подходы, например, нодальные методы. Мы предлагаем другой подход к решению [1] уравнения диффузии нейтронов, который базируется на методе конечных элементов (МКЭ) и использовании современных методов расчета на базе свободно-го программного обеспечения. Здесь для повышения точности есть 2 способа: дробить сетку и/или повышать порядок конечного элемента. Разработан нейтронно-физический код (программа), который решает стационарное уравнение диффузии в 2D и 3D гексагональной геометрии в приближении двух энергетических групп, имеет графическую оболочку (интерфейс). Для численного решения используется метод конечных элементов, реализованный в вычислительном пакете FEniCS [2], библиотека для решения спектральных задач SLEPc [3], а для построения и генерации сетки – программа Gmsh [4]. Для тестирования вычислительного алгоритма было рассмотрено несколько численных тестов (получены очень хорошие результаты) и проведено распараллеливание кода в тестовом режиме.

Ключевые слова: ядерный реактор, активная зона, водо-водяной энергетический реактор (ВВЭР), математическое моделирование, уравнение диффузии нейтронов, двухгрупповое приближение, задача на собственные значения, эффективный коэффициент размножения, метод конечных элементов, параллельное программирование, нейтронно-физический код.

АВВАКУМОВ Александр Владимирович – с. н. с. научно-исследовательского центра «Курчатовский Институт».

E-mail: avvakumov2009@rambler.ru

AVVAKUMOV Alexander Vladimirovich – Senior Researcher, National Research Center Kurchatov Institute.

E-mail: avvakumov2009@rambler.ru

ВАСИЛЬЕВ Александр Олегович – ведущий инженер научно-исследовательской кафедры вычислительных технологий ИМИ СВФУ им. М. К. Аммосова.

E-mail: haska87@gmail.com

VASILYEV Alexander Olegovich – Leading Engineer, Research Department of Computing Technologies, Institute of Mathematics and Information Science, North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov.

E-mail: haska87@gmail.com

ЗАХАРОВ Петр Егорович – к. ф.-м. н., доцент-исследователь научно-исследовательской кафедры вычислительных технологий ИМИ СВФУ им. М. К. Аммосова.

E-mail: zapetch@gmail.com

ZAKHAROV Petr Egorovich – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of Research Department of Computing Technologies, Institute of Mathematics and Information Science, North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov.

E-mail: zapetch@gmail.com

A. A. Avvakumov, A. O. Vasilyev, P. E. Zakharov

Software Implementation of the Finite Element Method for Neutron Diffusion Equation

The most of engineering codes, used in nuclear reactor calculations, are based on diffusion approximation of the neutron transport equation. The finite-difference method is widely used to solve the diffusion equation. Acceptable accuracy of the results reached only by using fine mesh or complementary approaches, such as nodal methods. We propose another approach based on finite-element method (FEM) and the use of modern methods of calculation based on free software. There are two ways to improve the accuracy: split up the grid and / or increase the order of finite element. There was created the neutronic code (software), which solves the stationary diffusion equation in 2D and 3D hexagonal geometry in the approximation of two energy groups, and has a GUI (interface). For the numerical solution it is used the finite element method implemented in the computer package FenICS, a library for solving spectral problems SLEPc, and for the construction and mesh generation it is used the program Gmsh. For the testing of computational algorithm authors considered several numerical tests that produced good results. There was also conducted parallelization of code (in test mode).

Keywords: nuclear reactor, active zone, water-water energetic reactor (VVER), mathematical modeling, neutron diffusion equation, two-group approximation, eigenvalue problem, effective multiplication factor, finite element method, parallel programming, neutronic code.

Введение

Стремительное развитие атомной энергетики во второй половине прошлого века стимулировало разработку эффективных методов математического моделирования уравнения переноса нейтронов. Вопрос безопасности ядерных реакторов стал важнейшим после нескольких аварий на АЭС в мире. Новые стандарты безопасности поставили перед инженерами и учеными, которые занимаются эксплуатацией и проектированием ядерных реакторов, важные цели повышения качества моделирования физических процессов в ядерном реакторе. В связи с этим разработка новых методов и алгоритмов расчета реакторов получила дополнительное ускорение.

Другим важным фактором, влияющим на развитие методов моделирования ядерных реакторов, является энергетика. Каждый день простоя АЭС из-за нештатных ситуаций ведет к финансовым потерям. Большая доля нештатных ситуаций связана с человеческим фактором, ошибками операторного персонала, численность которого может быть снижена повышением квалификации. Для этого следует создавать новые и совершенствовать существующие тренажеры, для чего необходимы более совершенные модели и современные программные продукты. Требование работы тренажера в режиме реального времени зачастую приводит к значительному упрощению использующихся в тренажере моделей основных физических процессов. Постоянное ускорение вычислительной техники и использование параллельных вычислений позволяет применять более сложные модели.

Основу современной российской атомной отрасли составляют реакторы типа ВВЭР. В ближайшие десятилетия этот тип реакторов останется доминирующим, поэтому разработки эффективных методов и современных программных продуктов нейтронно-физических процессов в активной зоне реактора типа ВВЭР остается актуальной.

Физические процессы, происходящие в активной зоне ядерного реактора [5], зависят от распределения нейтронного потока, математическое описание которого основывается на уравнении переноса нейтронов [6]. В общем виде это уравнение имеет интегро-дифференциальную форму, а искомое распределение потока нейтронов зависит от времени, энергии, пространственных и угловых переменных. Для практических расчетов ядерных реакторов, как правило, используют упрощенные формы уравнения переноса нейтронов. Наибольшее распространение для анализа реакторов получило уравнение, известное как групповое диффузионное приближение, [7-8] которое используется в подавляющем большинстве

инженерных нейтронно-физических кодов. В практике реакторных расчетов особое место занимает решение условно-критической задачи [9] (которая в математической формулировке сводится к задаче на собственные значения), характеризующее эффективный коэффициент размножения нейтронов. Собственной функцией этой задачи является стационарное распределение потока нейтронов.

Постановка задачи

Текущая версия разработанного программного продукта решает уравнение диффузии нейтронов в двухгрупповом приближении:

$$\begin{aligned} -\nabla(D_1 \nabla \Phi_1) + (\Sigma_{a1} + \Sigma_r) \Phi_1 &= \frac{1}{K_{eff}} (v_1 \Sigma_{f1} \Phi_1 + v_2 \Sigma_{f2} \Phi_2), \\ -\nabla(D_2 \nabla \Phi_2) + \Sigma_{a2} \Phi_2 &= \Sigma_r \Phi_1. \end{aligned} \quad (1)$$

С граничным условиям альбедного типа:

$$D_g \frac{\partial \Phi_g}{\partial n} = -\gamma_g \Phi_g, \quad g = 1, 2, \quad (2)$$

Здесь групповые параметры $D_g(r)$, $\Sigma_{ag}(r)$, $v_g(r)$, $\Sigma_{fg}(r)$ – коэффициент диффузии, макросечение поглощения, число вторичных нейтронов и макросечение деления соответственно, а $\Sigma_r(r)$ – макросечение рассеяния, n – внешняя нормаль границы $\partial\Omega$, γ_g – групповой альбедный параметр (логарифмическая производная). Решением уравнений (1)-(2) является эффективный коэффициент размножения нейтронов K_{eff} и стационарное распределение нейтронного потока $\Phi(r)$.

Для численного решения задачи методом конечных элементов уравнения (1)-(2) необходимо привести к вариационной постановке [10]. Стандартным способом перевода дифференциальной задачи в вариационную является умножение уравнения на некую функцию v , интегрирование полученного уравнения по области, замена производных второго порядка через интегрирование по частям. Функция v называется *тестовой функцией*, а искомая функция – *пробной функцией*. В нашем случае мы каждое уравнение умножаем на тестовую функцию, первое – на v_1 , второе – на v_2 и интегрируем полученные уравнения по области Ω . Тогда получаем:

$$\begin{aligned} -\int_{\Omega} \nabla(D_1 \nabla \Phi_1) v_1 dr + \int_{\Omega} (\Sigma_{a1} + \Sigma_r) \Phi_1 v_1 dr &= \frac{1}{K_{eff}} \int_{\Omega} (v_1 \Sigma_{f1} \Phi_1 + v_2 \Sigma_{f2} \Phi_2) v_2 dr, \\ -\int_{\Omega} \nabla(D_2 \nabla \Phi_2) v_2 dr + \int_{\Omega} \Sigma_{a2} \Phi_2 v_2 dr &= \int_{\Omega} \Sigma_r \Phi_1 v_2 dr. \end{aligned} \quad (3)$$

Далее заменяем первые интегралы с помощью интегрирования по частям и используем формулу Гаусса-Остроградского для перехода к поверхностному интегралу:

$$\begin{aligned} \int_{\Omega} \nabla(D_1 \nabla \Phi_1) v_1 dr &= \int_{\Omega} (D_1 \nabla \Phi_1, \nabla v_1) dr - \int_{\partial\Omega} D_1 v_1 \frac{\partial \Phi_1}{\partial n} ds, \\ \int_{\Omega} \nabla(D_2 \nabla \Phi_2) v_2 dr &= \int_{\Omega} (D_2 \nabla \Phi_2, \nabla v_2) dr - \int_{\partial\Omega} D_2 v_2 \frac{\partial \Phi_2}{\partial n} ds. \end{aligned} \quad (4)$$

Тогда из (2) и (3) получаем следующую систему уравнений:

$$\begin{aligned} \int_{\Omega} (D_1 \nabla \Phi_1, \nabla v_1) dr + \int_{\Omega} (\Sigma_{a1} + \Sigma_r) \Phi_1 v_1 dr + \int_{\partial\Omega} \gamma_1 \Phi_1 v_1 ds &= \frac{1}{K_{eff}} \int_{\Omega} (v_1 \Sigma_{f1} \Phi_1 + v_2 \Sigma_{f2} \Phi_2) v_1 dr, \\ \int_{\Omega} (D_2 \nabla \Phi_2, \nabla v_2) dr + \int_{\Omega} \Sigma_{a2} \Phi_2 v_2 dr + \int_{\partial\Omega} \gamma_2 \Phi_2 v_2 ds &= \int_{\Omega} \Sigma_r \Phi_1 v_2 dr. \end{aligned} \quad (5)$$

Полученная вариационная задача формулируется следующим образом: нужно найти такие

функции $\Phi_g \in V$, которые удовлетворяют системе уравнений (5) для любых $v_g \in \hat{V}$, где V – пространство пробных функций, а \hat{V} – пространство тестовых функций. Здесь $V = H^1(\Omega)$, $\hat{V} = H^1(\Omega)$, где $H^1(\Omega)$ – пространство Соболева, состоящее из функций v_g таких, что и $|\nabla v_g|$ имеют конечный интеграл в Ω .

Далее мы должны перейти от непрерывной вариационной задачи (5) к дискретной задаче. Введем конечномерные пространства $V_h \subset V$, $\hat{V}_h \subset \hat{V}$ и определим в них дискретную задачу: найти $\Phi_{gh} \in V_h$ такие, что

$$\begin{aligned} \int_{\Omega} (D_1 \nabla \Phi_{1h}, \nabla v_{1h}) dr + \int_{\Omega} (\Sigma_{a1} + \Sigma_r) \Phi_{1h} v_{1h} dr + \int_{\partial\Omega} \gamma_1 \Phi_{1h} v_{1h} ds = \\ = \frac{1}{K_{eff}} \int_{\Omega} (v_1 \Sigma_{f1} \Phi_{1h} + v_2 \Sigma_{f2} \Phi_{2h}) v_{1h} dr, \end{aligned} \quad (6)$$

$$\int_{\Omega} (D_2 \nabla \Phi_{2h}, \nabla v_{2h}) dr + \int_{\Omega} \Sigma_{a2} \Phi_{2h} v_{2h} dr + \int_{\partial\Omega} \gamma_2 \Phi_{2h} v_{2h} ds = \int_{\Omega} \Sigma_r \Phi_{1h} v_{2h} dr.$$

Перепишем уравнение (6) как задачу на собственные значения в следующей операторной форме:

$$MF = \lambda F\Phi, \quad (7)$$

где M – оператор, описывающий убыль (потерю) нейтронов за счет процессов переноса (утечки), поглощения и рассеяния, а F – оператор, описывающий образование (генерацию) нейтронов за счет процессов деления и рассеяния из верхней области энергий. Операторы M и F являются блочными:

$$M = \begin{pmatrix} M_{11} & 0 \\ M_{21} & M_{22} \end{pmatrix}, F = \begin{pmatrix} F_{11} & F_{12} \\ 0 & 0 \end{pmatrix}. \quad (8)$$

Ищем наибольшее собственное число λ_1 , характеризующий эффективный коэффициент размножения нейтронов $K_{eff} = 1/\lambda_1$, а соответствующая ему собственная функция $\Phi(r)$ описывает стационарное распределение нейтронного потока в данной системе ($r \in \Omega$).

Одной из основных задач в физике ядерных реакторов является оценка различных функционалов нейтронного потока. Определим нейтронную мощность $P(r)$ как следующий функционал:

$$P = A(\Sigma_{f1} \Phi_1 + \Sigma_{f2} \Phi_2), \quad (9)$$

где A – коэффициент нормировки на заданное значение интегральной мощности.

Нейтронно-физический код (программа)

Существующие инженерные нейтронно-физические коды разработаны, как правило, под один тип реакторных установок (РУ): есть коды, предназначенные только для расчета реакторов типа ВВЭР (например, БИПР-7). Подобная тенденция разработки нейтронно-физических кодов применительно к конкретному типу РУ сохраняется до настоящего времени. Используемые в этих кодах подходы и приближения, применяемые для определенного типа РУ, как правило, заложены в самой структуре алгоритмов. Это может быть определенный тип геометрии, фиксированная расчетная сетка, ограничение на число энергетических групп и т. д. В результате имеется набор разнородных кодов, обладающих ограниченным набором возможностей. Это делает практически невозможным использование этих кодов не только для другого типа РУ, обладающего своими специфическими особенностями, но также в случае модернизации проекта данного типа РУ (например, при переходе от одного типа геометрии к другой).

В этой связи возникает вопрос: можно ли разработать некую универсальную расчетную платформу нейтронно-физического кода, на базе которой можно было бы проводить

инженерные расчеты РУ различных типов, при этом не видоизменяя структуры кода, а лишь используя соответствующие расчетные модули. Из всех известных методов, пожалуй, лишь метод Монте-Карло соответствует этой цели. Нейтронно-физические коды, использующие метод Монте-Карло, такие как MCNP или MCU, без каких-либо ограничений применяются для расчета реакторных систем любого типа. Однако использование подобных кодов в инженерных расчетах РУ по различным причинам очень проблематично. Рассмотрим подходы и модели, используемые в современных инженерных нейтронно-физических кодах.

Для большинства инженерных нейтронно-физических кодов геометрическая модель активной зоны имеет схожую структуру. Это, как правило, набор призм (гексагональных или прямоугольных), которые моделируют тепловыделяющую сборку (ТВС), причем поперечное сечение призмы повторяет форму ТВС. Торцевой и радиальный отражатели, экраны моделируются призмами такой же формы. По высоте геометрическая модель активной зоны разбивается на несколько аксиальных слоев или зон, в пределах которых физические и теплогидравлические свойства, определяющие коэффициенты уравнений диффузии, считаются одинаковыми. Отдельный вопрос – формирование расчетной сетки для моделирования нейтронно-физических процессов в РУ. Большинство кодов имеют дело с собственной сеткой, сгенерированной самим кодом, использование которой другими кодами практически исключено. Обычно сетки в плане имеют регулярную структуру (например, шестиугольная ячейка ТВС ВВЭР может разбиваться на несколько равносторонних треугольников). По высоте сетка может быть нерегулярной, однако ее структура остается постоянной по всему расчетному объему, т. е. возможность локального сгущения сетки по высоте, например в пределах отдельной ТВС, не допускается.

Таким образом, учитывая схожесть и различия в подходах и моделях, используемых в современных инженерных нейтронно-физических кодах, сформулируем принципиальные положения, которые мы заложили в расчетную платформу нейтронно-физического кода.

Во-первых, на данном этапе рассматриваем уравнение переноса нейтронов в диффузионном групповом приближении. В перспективе возможно расширение функциональных возможностей кода за счет использования недиффузионных моделей, например, SP_3 -приближения. Учитываются последние достижения в области численных методов и алгоритмов, позволяющие обеспечить необходимую точность и быстродействие нейтронно-физических расчетов, включая применение современных технологий программирования с использованием объектно-ориентированного подхода. Используются свободные программные обеспечения, которые дают ощутимые преимущества, обусловленные мультиязычным (Qt, Python) интерфейсом (рис. 1), большой надежностью и модификацией программ.

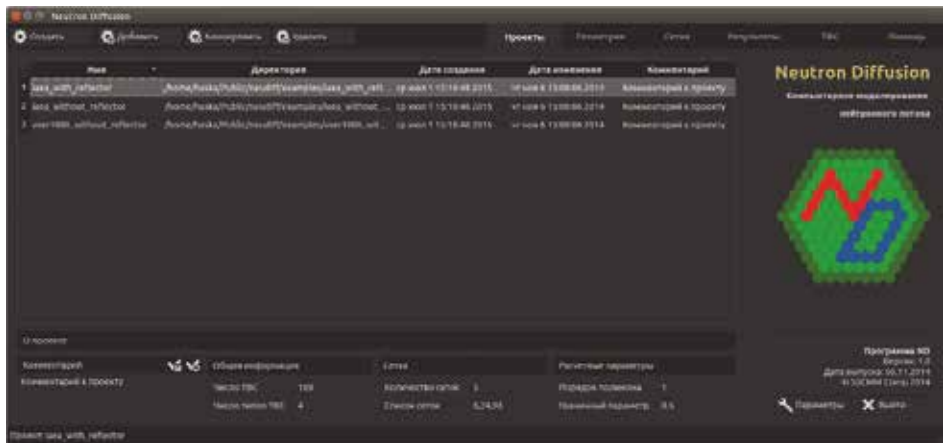


Рис. 1. Стартовая страница программы

Во-вторых, применяем традиционный подход при создании геометрической модели активной зоны как набора призм, имитирующих сборку ТВС, с использованием гомогенизированного представления физических зон. В перспективе возможно использование более подробных моделей (например, более корректное описание бокового отражателя как неомогенной среды).

В-третьих, нейтронно-физический код работает с произвольными расчетными сетками (сгенерированными в стандартном формате). Расчетная сетка может формироваться независимо (т. е. вне нейтронно-физического кода) с помощью внешних генераторов сеток. Данный подход позволяет построить и протестировать расчетную сетку любой сложности. Базовая сетка формируется самим кодом с помощью встроенного генератора сеток.

В-четвертых, переходим от конечно-разностной аппроксимации к методу конечных элементов. В этом случае отпадает необходимость в дополнительных методах повышения точности конечно-разностного расчета (нодальные методы), поскольку повысить точность расчета можно как сгущением сетки, так и повышением порядка конечного элемента.

В нейтронно-физическом коде использовалось свободное программное обеспечение, включающее следующие компоненты:

- генератор сеточных объектов — Gmsh;
- вычислительный пакет FEniCS как инструмент для решения краевых задач, описываемых дифференциальными уравнениями в частных производных, методом конечных элементов;
- решатель задачи на собственные значения на основе пакета высокопроизводительной линейной алгебры, поддерживающей параллельные вычисления — SLEPc;
- система пост-процессорной обработки и визуализации — библиотека VTK.

Тестовые расчеты

Для тестирования вычислительного алгоритма рассмотрим несколько численных тестов, имитирующих различные конфигурации загрузок типа ВВЭР с гексагональной кассетной структурой. В расчетах варьировались следующие параметры:

- n_{pa} — параметр, характеризующий детализацию расчетной сетки — число расчетных ячеек (конечных элементов) на кассету;

- p — порядок конечных элементов (диапазон изменения p : от 1 до 3);

Вычислялись следующие параметры:

- эффективный коэффициент размножения K_{eff} ;
- распределение нейтронной мощности $P(9)$ по кассетам с нормировкой на среднее значение по активной зоне.

С целью анализа сходимости и эффективности разработанного алгоритма все тестовые расчеты были выполнены с фиксированной точностью отгонки собственного числа, равной 10^{-15} . Сравнение полученных результатов проводилось с результатами расчетов по диффузионной мелкосеточной программе DIF3D-FD [11] (эталонное решение было получено путем экстраполяции результатов на бесконечно малый размер элементарной ячейки расчетной сетки). Будем рассматривать следующие отклонения в расчетных параметрах:

- для эффективного коэффициента размножения абсолютное отклонение от «эталонного» значения K_{eff} : $\Delta K = |K_{eff} - K_{ref}|$ выражается в pct (percent-milli, т. е. 10^{-5});
- для распределения покассетных мощностей P_i вычисляются относительные отклонения ε_i (выражаются в %):

$$\varepsilon_i = \frac{P_i - P_i^{ref}}{P_i^{ref}},$$

где P_i^{ref} — «эталонное» значение мощности в кассете $i (i=1, \dots, N)$.

- по отклонениям ε_i рассчитываются интегральные отклонения:
 - среднеквадратическое отклонение RMS:

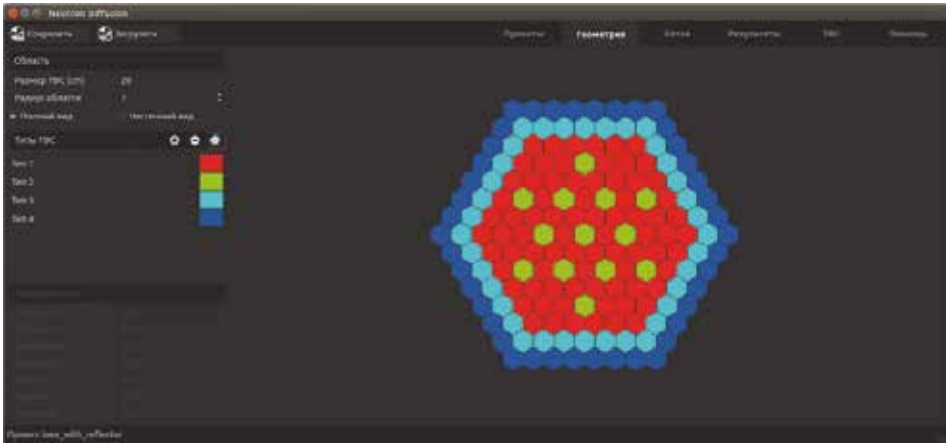


Рис. 2. Геометрическая модель теста IAEA-2D с отражателем

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \varepsilon_i^2},$$

- среднее по модулю отклонение AVR:

$$AVR = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |\varepsilon_i|,$$

- максимальное по модулю отклонение MAX:

$$MAX = \max_i |\varepsilon_i|.$$

Модифицированный тест IAEA-2D с отражателем

Тестовая задача является модификацией на случай гексагональной геометрии известной тестовой задачи IAEA-2D [11]. Геометрическая модель активной зоны реактора моделируется набором кассет гексагональной формы (рис. 2), где различными цветами показаны кассеты различных сортов. Активная зона имеет 13 стрержней СУЗ (устройства систем управления и защиты реактора) и 1/12 зеркальную симметрию. Размер кассеты «под ключ» равен 20 см.

Диффузионные нейтронно-физические константы заданы в табл. 1. Граничные условия задаются в виде логарифмической производной.

На рис. 3 показана расчетная сетка при $\mu_{ra}=6$. Результат расчета плотности нейтронного потока для быстрых нейтронов при $\gamma=0,5$, $p=1$ показан на рис. 4, а покассетная мощность при таких же параметрах – на рис. 5.

Таблица 1

Диффузионные константы для модифицированного теста IAEA-2D

Материал	1	2	3	4
D_1	1,50	1,50	1,50	1,50
D_2	0,40	0,40	0,40	0,40
Σ_{a1}	0,01	0,01	0,01	0,00
Σ_{a2}	0,08	0,085	0,13	0,01
Σ_r	0,02	0,02	0,02	0,04
Σ_{f1}	0,00	0,00	0,00	0,00
Σ_{f2}	0,056	0,056	0,056	0,00
$\nu_1 \Sigma_{f1}$	0,00	0,00	0,00	0,00
$\nu_2 \Sigma_{f2}$	0,135	0,135	0,135	0,00

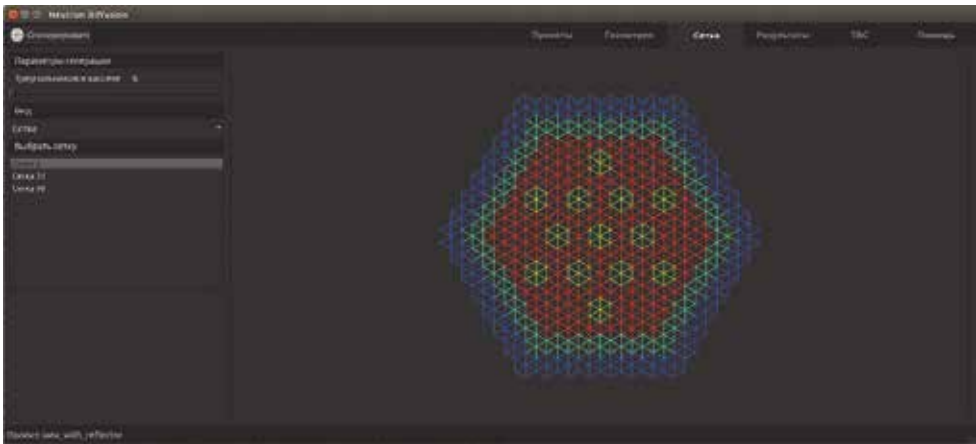


Рис. 3. Расчетная сетка теста IAEA-2D с отражателем

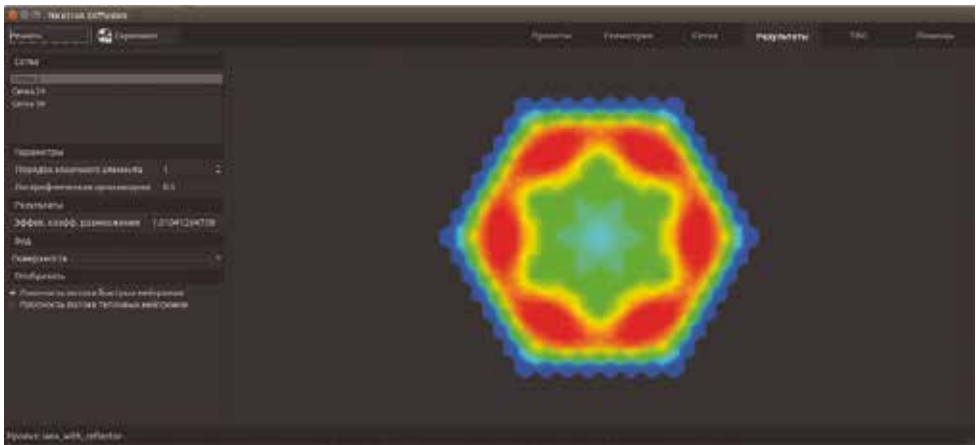


Рис. 4. Плотность нейтронного потока теста IAEA-2D с отражателем

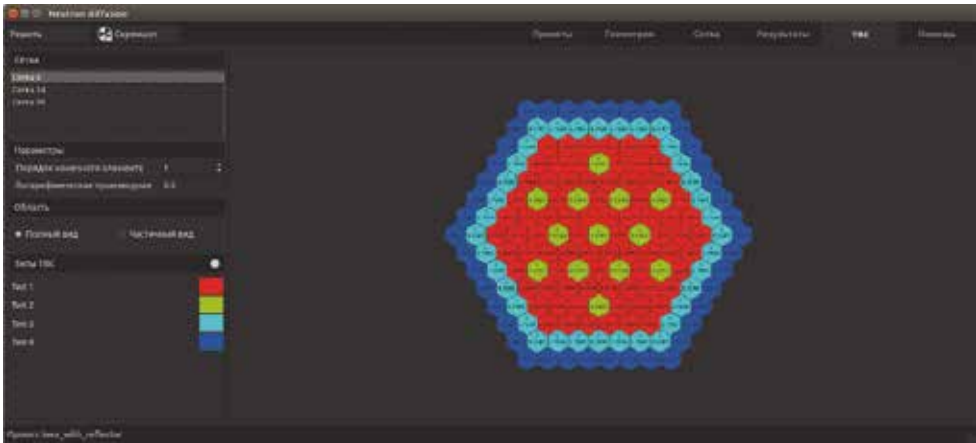


Рис. 5. Покассетная мощность теста IAEA-2D с отражателем

Таблица 2

Результаты расчета модифицированного теста IAEA-2D с отражателем при $\gamma=0,5$

пра	p	$K_{eff}(pcm)$	$\Delta K(pcm)$	RMS(%)	AVR(%)	MAX(%)	t(sec)
6	1	1,0104126	490,56	13,29	11,13	23,73	0,03
	2	1,0062265	71,95	1,88	1,59	3,40	0,11
	3	1,0055754	6,84	0,22	0,18	0,41	0,27
24	1	1,0069873	148,03	4,54	3,77	8,45	0,10
	2	1,0056090	10,20	0,30	0,25	0,57	0,54
	3	1,0055135	0,65	0,02	0,02	0,04	1,46
96	1	1,0059079	40,90	1,28	1,06	2,41	0,50
	2	1,0055186	1,16	0,04	0,03	0,07	3,00
	3	1,0055097	0,27	0,01	0,01	0,02	8,30
384	1	1,0056119	10,49	0,34	0,28	0,64	2,95
	2	1,0055102	0,32	0,01	0,01	0,02	18,70
	3	1,0055096	0,26	0,01	0,01	0,02	52,00
1536	1	1,0055354	2,84	0,09	0,08	0,17	18,65
	2	1,0055096	0,26	0,01	0,01	0,02	132,30
	3	1,0055096	0,26	0,01	0,01	0,02	370,50
ref.		1,0055070					

В табл. 2 показана сводная таблица результатов расчета модифицированного теста IAEA-2D с отражателем при разных параметрах. Здесь приняты следующие обозначения: *пра* – число ячеек на кассету; *p* – порядок конечного элемента; K_{eff} – эффективный коэффициент размножения; ΔK – абсолютное отклонение от «эталонного» значения; RMS – среднеквадратичное отклонение; AVR – среднее отклонение; MAX – максимальное отклонение; *t* – время счета. На рис. 6 показано ускорение расчетов в зависимости от числа процессоров.

Из табл. 2 можно сделать следующие выводы:

- наблюдается устойчивая сходимость решения тестовых задач при увеличении числа конечных элементов на кассету *пра* и порядка конечных элементов *p*;
- с точки зрения экономичности расчета, увеличение порядка конечных элементов *p* намного эффективнее увеличения числа конечных элементов на кассету *пра*.

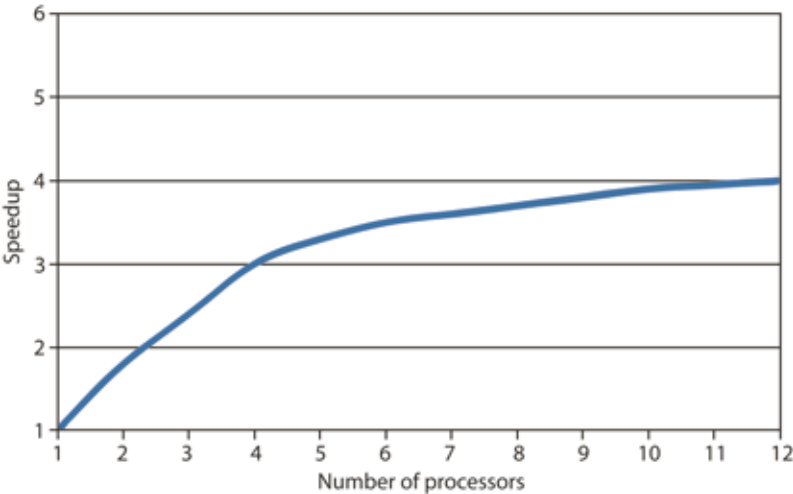


Рис. 6. Эффективность распараллеливания теста IAEA-2D с отражателем

Заключение

Разработана программа, которая решает стационарное уравнение диффузии в 2D и 3D гексагональной геометрии в приближении двух энергетических групп:

- используются современные вычислительные средства на базе свободного программного обеспечения;
- имеется графическая оболочка — интерфейс;
- просчитаны численные тесты, получены очень хорошие результаты.

Л и т е р а т у р а

1. Аввакумов А. А., Вабищевич П. Н., Васильев А. О. Метод конечных элементов для уравнения диффузии нейтронов в гексагональной геометрии // Вестник СВФУ. – Т. 11, № 5. – 2014.
2. Logg, K. A. Mardal, G. Wells. Automated Solution of Differential Equations by the Finite Element Method: The FEniCS Book. Lecture Notes in Computational Science and Engineering. Springer, 2012.
3. Campos, J. E. Roman, E. Romero, A. Tomas. SLEPc Users Manual, 2013.
4. C. Geuzaine, J. F. Remacle. Gmsh Reference Manual, 2014.
5. Климов А. Н. Ядерная физика и ядерные реакторы. – М.: Атомиздат, 1971.
6. Stacey W. M. Nuclear Reactor Physics. John Wiley & Sons, 2007.
7. Ганев И. Х., Доллежалъ Н. А. Физика и расчет реактора. – М., Энергоиздат, 1981.
8. Марчук Г. И., Лебедев В. И. Численные методы в теории переноса нейтронов. – М., Атомиздат, 1981.
9. S. Gonzalez-Pintor, G. Verdu, D. Ginestar. Approximation of the neutron diffusion equation on hexagonal geometries. – New York, 2009.
10. A. Hebert. Application of a dual variational formulation to finite element reactor calculations. Annals of Nuclear Energy, 20:823-845, 1993.
11. Y. A. Chao, Y. A. Shatilla. Conformal mapping and hexagonal nodal methods-ii: Implementation in the anc-h code. Nuclear Science and Engineering, 121:210-225, 1995.

References

1. Avvakumov A. A., Vabishchevich P. N., Vasil'ev A. O. Metod konechnykh elementov dlia uravneniia diffuzii neutronov v geksagonal'noi geometrii // Vestnik SVFU. – Т. 11, № 5. – 2014.
2. Logg, K. A. Mardal, G. Wells. Automated Solution of Differential Equations by the Finite Element Method: The FEniCS Book. Lecture Notes in Computational Science and Engineering. Springer, 2012.
3. Campos, J. E. Roman, E. Romero, A. Tomas. SLEPc Users Manual, 2013.
4. C. Geuzaine, J. F. Remacle. Gmsh Reference Manual, 2014.
5. Klimov A. N. Iadernaia fizika i iadernye reaktory. – М.: Atomizdat, 1971.
6. Stacey W. M. Nuclear Reactor Physics. John Wiley & Sons, 2007.
7. Ganev I. Kh., Dollezhal' N. A. Fizika i raschet reaktora. – М., Energoizdat, 1981.
8. Marchuk G. I., Lebedev V. I. Chislennyye metody v teorii perenosu neutronov. – М., Atomizdat, 1981.
9. S. Gonzalez-Pintor, G. Verdu, D. Ginestar. Approximation of the neutron diffusion equation on hexagonal geometries. – New York, 2009.
10. A. Hebert. Application of a dual variational formulation to finite element reactor calculations. Annals of Nuclear Energy, 20: 823-845, 1993.
11. Y. A. Chao, Y. A. Shatilla. Conformal mapping and hexagonal nodal methods-ii: Implementation in the anc-h code. Nuclear Science and Engineering, 121: 210-225, 1995.



ИДЕНТИФИКАЦИЯ ТЕКСТОВОГО ДОКУМЕНТА С ПОМОЩЬЮ ТРИГРАММ НА МАТЕРИАЛАХ ЯКУТСКОГО ЯЗЫКА

В данной статье рассматривается вопрос идентификации якутского языка для текстового документа. Идентификация языка текстового документа производится с помощью метода триграмм, который является частным случаем метода N-грамм. Применяется база данных триграмм на основе газетного корпуса якутского языка. Разработана программа для автоматической идентификации текста в кодировке UTF-8 стандарта Unicode. Для проверки точности идентификации языка был собран материал из сайтов республиканских газет «Кыым», «Саха Сирэ» и «Аартык.ру» на якутском языке и из интернет-газеты «Sakhalife.ru» на русском языке с небольшим содержанием статей на якутском языке. Общий объем обработанных материалов составил более 100 тыс. газетных статей на русском и якутском языках. Получены графики зависимости точности вероятности идентификации с помощью триграмм от длины сообщения для текстов на якутском и русском языках. Определены причины отклонения вероятности идентификации от значения определения языка. Рассмотрены документы, имеющие транскрипционную запись графических аналогов якутских национальных символов. Выявлены документы, имеющие ошибки в кодировке якутских национальных символов. Метод триграмм показал устойчивость к незначительным транскрипционным ошибкам и позволил определить также документы со смешанным языковым составом.

Ключевые слова: триграммы, база триграмм, метод N-грамм, кодировка UTF-8, транскрипционная запись, идентификация языка, точность идентификации, алгоритм идентификации, текстовый документ, интернет-газета.

N. A. Leontiev, I. A. Sleptsov

Identification of Text Document with Trigrams as a Case Study of Yakut Language

The article describes the issue of identification of the Yakut language for text documents. Identification of the language of a text document produced by the method of trigrams, which is a special case of the method of N-grams. Database is used trigrams based on the corpus of the Yakut language newspapers. A program for automatical identification of text in UTF-8 encoding Unicode standard is developed. For the verification of the accuracy of the language identification there was collected material from the websites of national newspapers «Куум», «Sakha Sire» and «Aartyk.ru» in the Yakut language and from the Internet-newspaper

ЛЕОНТЬЕВ Ньургун Анатольевич – к. т. н., доц. каф. радиотехники и информационных технологий ФТИ СВФУ им. М. К. Аммосова.

E-mail: leonza@mail.ru

LEONTIEV Nuyrgun Anatolievich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Radio-Engineering and Information Technology, Institute of Physics and Technologies, North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov.

E-mail: leonza@mail.ru

СЛЕПЦОВ Иннокентий Алексеевич – аспирант каф. радиофизики и электроники ФТИ СВФУ им. М. К. Аммосова.

E-mail: Slep_Cold@inbox.ru

SLEPTSOV Innokentiy Alexeyevich – Postgraduate of the Department of Radiophysics and Electronic, Institute of Physics and Technologies, North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov.

E-mail: Slep_Cold@inbox.ru

«Sakhalife.ru» in Russian with a small amount of articles in the Yakut language. The total volume of processed materials amounted more than 100 thousand articles in the Russian and Yakut languages. Trigrams helped to obtain dependency graphs of accuracy of the identification probability on the length of the message for the Yakut and Russian texts. Authors determined the rejection reason of identification probability from identifying the language definition. The documents with transcriptional record made by graphic analogues of the Yakut national symbols were considered. Documents that have errors in the coding of the Yakut national symbols were revealed. Trigrams method showed resistance to minor transcription errors and allowed us to determine the documents with mixed language structure.

Keywords: trigrams, base of trigrams, N-gram method, coding UTF-8, transcriptional record, language identification, identification accuracy, algorithm of identification, a text document, Internet newspaper.

Введение

До развития компьютерных методов идентификации языков существовали справочники – определители языков, по которым можно было определить язык, по таким данным, как графическое представление национальных символов и с помощью примера текста [1]. Развитие компьютерных методов идентификации языка позволило внедрить технологию распознавания в системе синтеза речи, распознавания речи, обработки веб- и мультязычных документов [2]. Компьютерная идентификация документов на якутском языке становится весьма актуальным и востребованным, так как для автоматической обработки документов необходимо точно определить язык документа. В данное время отсутствуют средства и программы, позволяющие сделать корректную и быструю идентификацию документа на якутском языке.

Метод идентификации

Существуют разные методы и алгоритмы идентификации языка в текстовом документе, например, метод словаря, метод опорных векторов [3], метод нейронной сети, метод N-грамм [4-6]. Все эти методы позволяют идентифицировать язык с какой-то вероятностью, которая будет варьироваться от их точности. Так же разрабатываются методы идентификации языка и диктора по коротким сообщениям [7-8], текстов, написанных с помощью другой письменности [9]. Ведутся количественные оценки факторов, влияющих на точность идентификации [10], а также методов идентификации языка при обработке мультязычных документов [11].

Для якутского языка были разработаны методы идентификации в текстовом документе с помощью метода словаря [12], с помощью большого словаря словоформ из языкового корпуса [13], с помощью биграмм [14]. Данные методы отличаются по точности идентификации, по размерам словаря, по скорости обработки.

Применение метода триграмм должно повысить точность и скорость идентификации якутского языка в документах, что позволит обработать большой объем документов (весьма критично в системах поиска и индексации документов).

Национальный газетный корпус якутского языка был создан в рамках проекта автоматизации обработки якутского языка. Корпус содержит более 1 миллиона словоформ, из которых был получен словарь словоформ объемом более 100 тыс. словоупотреблений [15]. На основе словаря была создана база триграмм с учетом особенностей якутского языка. Выбор базы триграмм был сделан с учетом особенностей якутского языка, с удалением заимствованных из русского языка букв [16].

База триграмм состоит из 4669 триграмм, для идентификации языка используются 3267 триграмм, имеющих более высокую вероятность употребления в тексте.

Результаты идентификации

Для проверки корректности метода триграмм была использована база данных газетных публикаций на якутском языке объемом 22330 статей из веб-сайтов следующих республиканских газет на якутском языке: «Кыым» (2006-2014 гг.), «Аартык.ру» (2011-2014 гг.), «Саха Сирэ» (2006-2014 гг.). Среди данных статей встречаются тексты на русском языке и тексты с включениями на русском языке.

Авторами создана программа на языке PHP с использованием библиотеки Multibyte Strings Function, с помощью которых производится расчет вероятности идентификации текста с помощью триграмм. Текстовые документы хранятся в базе данных MySQL в кодировке UTF8.

На веб-сайтах встречаются тексты с ошибками в кодировке национальных букв якутского языка, вероятность идентификации на таких текстах падает до 40-50 %. Вероятность идентификации также уменьшается на текстах с большим объемом имен собственных, которые обычно пишутся на русском языке, например, результаты и списки спортивных поединков, списки фамилий и стран.

На рис. 1 приведен график распределения зависимости вероятности идентификации от размера текстового документа. Как видно из графика, при большом размере текстового документа от 2 тысяч слов расхождения вероятности идентификации языка становится большим (более 30 %), что гарантирует точность определения языка документа. При малом размере документов вероятность идентификации языка начинает плавать, более плотная вероятность определения находится в области 70-95 %.

Документы со смешанным языковым составом имеют распределение вероятности идентификации от 30 до 50 %.

Для поиска текстов на якутском языке среди большого количества документов на другом языке был проанализирован новостной сайт Sakhalife.ru. Новостной сайт Sakhalife.ru является русскоязычной интернет-газетой с вкраплениями новостных текстов на якутском языке. Было обработано 82598 статей, где программным способом проведена проверка на принадлежность к якутскому языку. Установлено, что 341 статья на сайте написана на якутском языке, несколько десятков статей имеют большой процент якутских слов (в основном названия наслегов и населенных пунктов).

В ходе исследования выяснилось, что вероятность идентификации якутского языка может варьироваться в широких пределах в зависимости от характера текста.

Малую вероятность идентификации (до 20 %) имеют тексты на якутском языке, но с большим объемом русских слов, например, список призов в лотерее. В таком тексте первый абзац написан на якутском языке, а список призов – на русском языке. Такой же малой вероятностью идентификации отличается текст с перечнем большого списка фамилий и стран борцов вольного стиля.

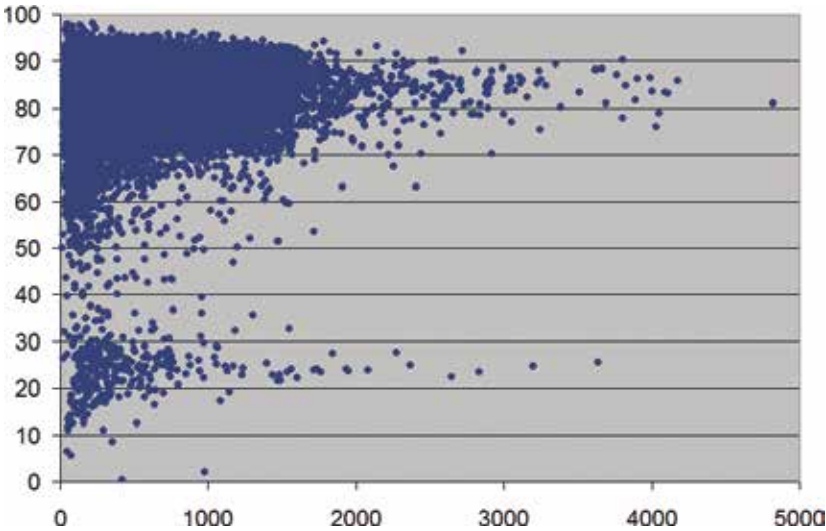


Рис. 1. Зависимость вероятности идентификации от размера текста для сайтов на якутском языке

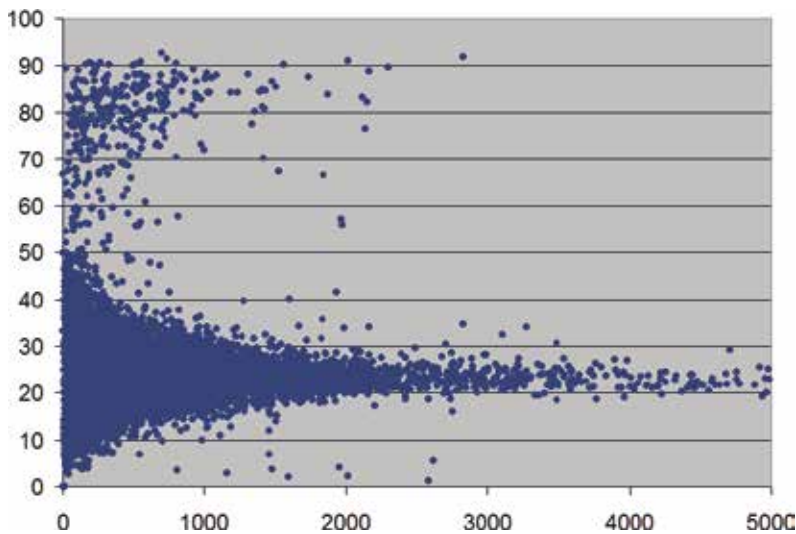


Рис. 2. Зависимость вероятности идентификации от размера текста для сайта на русском языке

К смешанным статьям относятся статьи, где первый абзац на якутском языке, а дальше приводится текст на русском языке. Также к смешанным статьям относятся статьи, где приводится список специальностей учебных заведений на русском языке. Имеются статьи с вставками на якутском и русском языках, цитатами и различными выражениями.

Тексты на якутском языке, имеющие большой объем фамилий и названий, могут быть отнесены к текстам на русском языке из-за преобладаний имен собственных на русском языке.

Таким образом, для документов на смешанных языках вероятность идентификации якутского языка является низким и отсутствует возможность точно идентифицировать язык документа.

Другой причиной низкой вероятности идентификации может служить большое количество ошибок в тексте. К примеру, текстовые документы на якутском языке, имеющие ошибки в кодировке национальных символов, имеют малую вероятность идентификации (от 20 до 40 %). Это связано с тем, что национальные символы прописываются символами, имеющими совсем другой код, что не позволяет отнести их к символам якутского и кириллического алфавита.

Тексты, написанные в транскрипции, могут иметь вероятность идентификации до 70 %. К таким относятся тексты, в которых, например, вместо якутских букв пишут их графические транскрипции («өүбүһ» – «еу5ць») и аналоги, например, вместо якутской буквы «h» английская буква «h».

Тексты на русском языке с перечислением наследов и населенных пунктов имеют вероятность идентификации от 40 до 60 %. К таким текстам можно отнести описания маршрута автобуса – список названий остановок (при определении вероятность равна 42 %), так как имеются названия на русском языке и якутском. Статья, где приводится график выдачи чистой воды, имеет вероятность идентификации – 41 %, так как в нем прописаны названия улиц и микрорайонов на русском и якутском языках.

Заключение

Программная идентификация текстового документа и вероятность идентификации языка возможна с применением триграмм, данный метод обладает высокой точностью и быстротой, его можно применить к документам смешанного характера.

Смешанные документы имеют вероятность идентификации якутского языка в диапазоне от 30 до 70 %. Документы на якутском языке имеют вероятность идентификации в диапазоне от 70 до 100 %, а документы на русском языке – ниже 30 %. Средняя вероятность

идентификации языка текстового документа на якутском языке равна 80 %, а текстов на русском языке – 24 %.

Имеется зависимость вероятности идентификации от количества слов в документе, чем больше слов, тем точнее процент определения языка. Также для повышения точности идентификации необходимо более точно определить базу триграмм и применять весовые коэффициенты триграмм.

Л и т е р а т у р а

1. Гиляровский Р. С., Гривнин В. С. Определитель языков мира по письменностям. Изд. второе, исправленное. – М.: Издательство восточной литературы, 1961 г. – 301 с.
2. Ермилов А. В. Методы, алгоритмы и программы решения задач идентификации языка и диктора. Автореферат диссертации. – 2014. – 22 с.
3. Романов А. С., Мещеряков Р. В. Идентификация автора текста с помощью аппарата опорных векторов // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: По материалам ежегодной Международной конференции «Диалог 2009» (Бекасово, 27-31 мая 2009 г.). Вып. 8 (15). – М.: РГГУ, 2009. – С. 432-437.
4. Романов А. С. Подходы к идентификации авторства текста на основе N-грамм и нейронных сетей // Молодежь и современные информационные технологии: Сб. тр. VI Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 26-28 февраля 2008 г. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – С. 145-146.
5. Сотник С. Л. Идентификация языка UNICODE-текста по N-граммам длиной до 4-х включительно (квадрограммам). Журнал «Математичне моделювання». Днепропетровск. – № 1, 2 (15), 2006 – С. 111-114.
6. Gyawali B., Ramirez G., Solorio T. Native Language Identification: a Simple n-gram Based Approach [Электронный ресурс] URL: www.aclweb.org/anthology/W13-1729 (Дата обращения: 18.01.2015 г.).
7. Vogel J., Tresner-Kirsh D. Robust Language Identification in Short, Noisy Texts: Improvements to LIGA. Third International Workshop on Mining Ubiquitous and Social Environments (MUSE 2012). [Электронный ресурс] URL: <http://www.mitre.org/publications/technical-papers/robust-language-identification-in-short-noisy-texts-improvements-to-liga> (Дата обращения: 18.01.2015 г.).
8. Tromp E., Pechenizkiy M. Graph-based n-gram language identification on short texts. In: Proceedings of the Twentieth Belgian Dutch Conference on Machine Learning (Benelearn 2011) – P. 27-34.
9. Гусев С. В., Чеповский А. М. Автоматическая идентификация текстов на славянских языках, пользующихся кириллицей, записанных латинским алфавитом // Научно-техническая информация. Серия 2: Информационные процессы и системы. – М.: 2013. – № 1. – С. 27-33.
10. Botha G. R., Barnard E. Factors that affect the accuracy of text-based language identification / [Электронный ресурс] – Режим доступа: – URL: http://www.researchgate.net/publication/30510468_Factors_that_affect_the_accuracy_of_text-based_language_identification (дата обращения: 23.01.15).
11. Mandl T., Shramko M., Tartakovski O. et al. Language Identification in Multi-lingual Web-Documents / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://link.springer.com/chapter/10.1007/11765448_14 (дата обращения: 23.01.15).
12. Леонтьев Н. А. Словарное определение якутского языка в текстовом сообщении. Научная перспектива. – 2014, № 2 (48). – С. 97-98.
13. Леонтьев Н. А. Идентификация языка текстового сообщения с помощью газетного корпуса якутского языка. Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. 2014. № 8 (9). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/1539> (дата обращения: 21.01.2015).
14. Леонтьев Н. А. Распознавание языка текстовых сообщений с помощью биграмм на материалах якутского языка // Современное состояние естественных и технических наук. – М., 2014. – № 14. – С. 88-91.
15. Леонтьев Н. А. Национальный корпус интернет-сайтов газет на якутском языке // Журнал научных и прикладных исследований. – Уфа, 2014. – № 4. – С. 35-36.
16. Леонтьев Н. А. Вопрос выбора словаря триграмм для автоматической идентификации якутского

языка // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 12 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/12/40443> (дата обращения: 21.01.2015).

References

1. Giliarovskii R. S., Grivnin V. S. *Opredelitel' iazykov mira po pis'mennostiam*. Izd. vtoroe, ispravlennoe. – M.: Izdatel'stvo vostochnoi literatury, 1961 g. – 301 s.
2. Ermilov A. V. *Metody, algoritmy i programmy resheniia zadach identifikatsii iazyka i diktora*. Avtoreferat dissertatsii. – 2014. – 22 s.
3. Romanov A. S., Meshcheriakov R. V. Identifikatsiia avtora teksta s pomoshch'iu apparata opornykh vektorov // *Komp'yuternaia lingvistika i intellektual'nye tekhnologii: Po materialam ezhegodnoi Mezhdunarodnoi konferentsii «Dialog 2009»* (Bekasovo, 27-31 maia 2009 g.). Vyp. 8 (15). – M.: RGGU, 2009. – S. 432-437.
4. Romanov A. S. Podkhody k identifikatsii avtorstva teksta na osnove N-gramm i neironnykh setei // *Molodezh' i sovremennye informatsionnye tekhnologii: Sb. tr. VI Vseros. nauch.-prakt. konf. studentov, aspirantov i molodykh uchenykh*, Tomsk, 26-28 fevralia 2008 g. – Tomsk: Izd-vo TPU, 2008. – С. 145-146.
5. Sotnik S. L. Identifikatsiia iazyka UNICODE-teksta po N-grammam dlinoi do 4-kh vkluchitel'no (kvadrogrammam). *Zhurnal «Matematichne modeliuvannia»*. Dneprodzerzhinsk. – № 1, 2 (15), 2006 – S. 111-114.
6. Gyawali B., Ramirez G., Solorio T. Native Language Identification: a Simple n-gram Based Approach [Elektronnyi resurs] URL: www.aclweb.org/anthology/W13-1729 (Data obrashcheniia: 18.01.2015 g.).
7. Vogel J., Tresner-Kirsh D. Robust Language Identification in Short, Noisy Texts: Improvements to LIGA. Third International Workshop on Mining Ubiquitous and Social Environments (MUSE 2012). [Elektronnyi resurs] URL: <http://www.mitre.org/publications/technical-papers/robust-language-identification-in-short-noisy-texts-improvements-to-liga> (Data obrashcheniia: 18.01.2015 g.).
8. Tromp E., Pechenizkiy M. Graph-based n-gram language identification on short texts. In: *Proceedings of the Twentieth Belgian Dutch Conference on Machine Learning (Benelearn 2011)* – P. 27-34.
9. Gusev S. V., Chepovskii A. M. Avtomaticheskaiia identifikatsiia tekstov na slavianskikh iazykakh, pol'zuiushchikhsia kirillitsei, zapisannykh latinskim alfavitom // *Nauchno-tekhnicheskaiia informatsiia. Seriia 2: Informatsionnye protsessy i sistemy*. – M.: 2013. – № 1. – S. 27-33.
10. Botha G. R., Barnard E. Factors that affect the accuracy of text-based language identification / [Elektronnyi resurs] – Rezhim dostupa: – URL: http://www.researchgate.net/publication/30510468_Factors_that_affect_the_accuracy_of_text-based_language_identification (data obrashcheniia: 23.01.15).
11. Mandl T., Shramko M., Tartakovski O. et al. Language Identification in Multi-lingual Web-Documents / [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: http://link.springer.com/chapter/10.1007/11765448_14 (data obrashcheniia: 23.01.15).
12. Leont'ev N. A. Slovarnoe opredelenie iakutskogo iazyka v tekstovom soobshchenii. *Nauchnaia perspektiva*. – 2014, № 2 (48). – S. 97-98.
13. Leont'ev N. A. Identifikatsiia iazyka tekstovogo soobshcheniia s pomoshch'iu gazetnogo korpusa iakutskogo iazyka. *Universum: Tekhnicheskie nauki: elektron. nauchn. zhurn.* 2014. № 8 (9). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/1539> (data obrashcheniia: 21.01.2015).
14. Leont'ev N. A. Raspoznavanie iazyka tekstovykh soobshchenii s pomoshch'iu bigramm na materialakh iakutskogo iazyka // *Sovremennoe sostoianie estestvennykh i tekhnicheskikh nauk*. – M., 2014. – № 14. – S. 88-91.
15. Leont'ev N. A. Natsional'nyi korpus internet-saitov gazet na iakutskom iazyke // *Zhurnal nauchnykh i prikladnykh issledovaniy*. – Ufa, 2014. – № 4. – S. 35-36.
16. Leont'ev N. A. Vopros vybora slovaria trigramm dlia avtomaticheskoi identifikatsii iakutskogo iazyka // *Sovremennye nauchnye issledovaniia i innovatsii*. 2014. № 12 [Elektronnyi resurs]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/12/40443> (data obrashcheniia: 21.01.2015).



УДК 678:073:661:481

*А. А. Охлопкова, Т. С. Стручкова,
А. Г. Алексеев, А. П. Васильев*

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ АКТИВАЦИИ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА И УГЛЕРОДНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ

Представлены результаты исследования влияния различных углеродных наполнителей и механоактивации на формирование структуры нанокомпозитов на основе политетрафторэтилена. В качестве углеродных наполнителей использовали углеродные волокна, кокс, терморасширенный графит.

Исследованы различные технологические приемы управления свойствами материалов. Механоактивация компонентов полимерных композиционных материалов приводит к изменению термодинамических характеристик вещества, повышению его реакционной способности. Показана перспективность механической активации не только наполнителя, но и полимера, что приводит к улучшению служебных характеристик композита.

Применение в качестве наномодификатора шпинели магния способствует развитию процессов кристаллизации полимера, скорость которых зависит от химической природы и дисперсности частиц нанонаполнителя. Частицы шпинели магния, усиливая адгезионное взаимодействие полимера и кокса, способствуют повышению подвижности структурных единиц ПТФЭ и, тем самым, облегчают протекание деформационных процессов. Это приводит к улучшению служебных свойств полимерных композиционных материалов.

ОХЛОПКОВА Айталиа Алексеевна – д. т. н., проф., зав. каф. высокомолекулярных соединений и органической химии Института естественных наук СВФУ им. М. К. Аммосова.

E-mail: okhlopkova@yandex.ru

OKHLOPKOVA Aytalina Alekseevna – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Macromolecular Compounds and Organic Chemistry of the Institute of Natural Sciences, the North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov.

E-mail: okhlopkova@yandex.ru

СТРУЧКОВА Татьяна Семеновна – к. т. н., доц. каф. высокомолекулярных соединений и органической химии Института естественных наук СВФУ им. М. К. Аммосова.

E-mail: sts_23@mail.ru

STRUCHKOVA Tatyana Semenovna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Macromolecular compounds and Organic chemistry of the Institute of Natural Sciences, the North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov.

E-mail: sts_23@mail.ru

АЛЕКСЕЕВ Алексей Гаврильевич – зав. лаб. каф. высокомолекулярных соединений и органической химии Института естественных наук СВФУ им. М. К. Аммосова.

E-mail: alexalekseev.z@gmail.com

ALEKSEEV Aleksey Gavril'yevich – Head of the Laboratory of the Department of Macromolecular Compounds and Organic Chemistry of the Institute of Natural Sciences, the North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov.

E-mail: alexalekseev.z@gmail.com

ВАСИЛЬЕВ Андрей Петрович – аспирант Института естественных наук СВФУ им. М. К. Аммосова.

E-mail: gtvap91@gmail.com

VASILYEV Andrey Petrovich – Postgraduate, The Institute of Natural Sciences, the North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov.

E-mail: gtvap91@gmail.com

Введение в полимерную матрицу углеродных волокон привело к улучшению трибологических характеристик материала вследствие переориентации структуры поверхностных слоев по направлению скольжения.

Применение терморасширенного графита в качестве наполнителя приводит к появлению чешуйчатых образований из частиц графита с низким коэффициентом трения, что способствует увеличению прочностных и триботехнических показателей.

Разработаны новые составы материалов конструкционного назначения на основе ПТФЭ, модифицированного углеродными наполнителями, характеризующихся улучшенными эксплуатационными характеристиками, которые превосходят промышленно выпускаемые аналоги. Материалы позволяют увеличить ресурс работы технологического оборудования, автотранспортной техники, трубопроводного транспорта в 2-4 раза и решить проблему импортозамещения подшипников скольжения и других элементов узлов трения.

Ключевые слова: политетрафторэтилен, полимерный композиционный материал, наполнитель, углеродное волокно, износостойкость, механоактивация, шпинель магния, терморасширенный графит, кокс, трибология.

*A. A. Okhlopkova, T. S. Struchkova,
A. G. Alekseev, A. P. Vasilyev*

Development and Research of Polymeric Composite Materials Based on Activated Polytetrafluoroethylene and Carbon Filler

The results of the researches on the development of various wear resistant polymeric composite materials on the base of polytetrafluoroethylene and activated carbon filler are represented. Carbon fiber, coke, thermally expanded graphite are used as carbon fillers.

Various technological methods for control of the properties of materials are explored. Mechanoactivation of components of polymer composite materials leads to a change in the thermodynamic characteristics of the material, increasing its reactivity. The prospects of mechanical activation not only filler, but also the polymer leading to improved service characteristics of the composite.

Usage of magnesium spinel as nanomodifier promotes to developing of polymer crystallisation process, the rate of which depends on chemical nature and dispersion of nanofiller particles. Magnesium of spinel particles enhancing polymer adhesive interaction and coke enhance to increase of mobility of the structural units of the PTFE and thereby facilitates the deformation processes. It improves service properties of polymer composites.

Introduction of carbon fibers into the polymer matrix led to an improvement of the tribological characteristics of the material due to the reorientation of the surface layers of the structure in the direction of sliding.

Application of thermally expanded graphite as a filler leads to formation of scaly graphite particles with a low coefficient of friction, which increases the strength and tribological performance.

New material compositions for construction purposes on the basis of PTFE that modify by carbon fillers are developed. They characterized by improved performance characteristics that are superior to commercially available counterparts. The materials will increase the operational life of the process equipment, motor vehicles, pipeline transport for 2-4 times and solve the problem of import substitution of slider bearing and other elements of friction units.

Keywords: polytetrafluoroethylene, polymeric compound material, filler, carbon fiber, wear resistance, mechanoactivation, filler, spinel particles, thermally expanded graphite, coke, tribology.

Введение

Создание приборов и машин нового поколения с улучшенными технико-экономическими характеристиками, отличающихся высокой надежностью и долговечностью, связано с применением новых конструкционных материалов, в том числе на основе полимеров. Их применение в узлах трения техники, особенно при эксплуатации в холодном климате, позволяет решить проблему повышения работоспособности деталей. Изделия из современных полимерных композиционных материалов (ПКМ) могут работать в вакууме, химически активных средах, широком интервале нагрузок и скоростей скольжения. В настоящее время отечественной промышленностью выпускается совершенно малый ассортимент таких материалов. К ним относятся материалы марок Ф4К20, Ф4К15М5, Ф4Г15, на основе политетрафторэтилена (ПТФЭ), кокса, дисульфида молибдена и графита. Эти материалы характеризуются повышенными износостойкими, но невысокими физико-механическими параметрами и высоким коэффициентом трения, что ограничивает области их применения.

Одним из прогрессивных способов создания материалов триботехнического назначения является введение дисперсных и волокнистых наполнителей. Волокнистые наполнители придают ПТФЭ высокую несущую способность, прочность, жесткость, химическую стойкость. Дисперсные наполнители повышают износостойкость ПКМ при сохранении деформационно-прочностных свойств.

Изучение закономерностей влияния углеродных наполнителей (УН), технологических факторов на процессы формирования композитов, их физико-механические и триботехнические характеристики позволит управлять служебными свойствами материалов, что в свою очередь является одной из актуальных проблем современного материаловедения [1-4].

Объекты исследования: политетрафторэтилен ПТФЭ (фторопласт-4) – промышленный продукт ГОСТ 10007-80, представляющий собой белый рыхлый порошок со степенью кристалличности до спекания 95-98 %, после спекания 50-70 % и плотностью 2170-2190 кг/м³, T_{пл} 327°C.

Кокс литейный – порошок углерода черного цвета. Средний размер частиц 10 мкм. Плотность 1730 кг/м³, ГОСТ 3340-80.

Углеродное волокно (УВ) – ацетат-целлюлозное волокно марки УРАЛ-Т-22А (ТТО-2200 °C) в виде тканого волокна. Плотность 1940 кг/м³.

Терморасширенный графит (ТРГ) – порошок черного цвета, состав: 98 % элементарного углерода, 2 % минералы. При терморасширении ТРГ увеличивается в объеме в 100 раз с образованием структуры с высокоактивной ветвящейся неровной поверхностью (ТУ 2531-001-12058737-2000).

Шпинель магния, нанонаполнитель (НШ) – продукт, полученный путем механохимического синтеза. Средний размер частиц – 70 нм; удельная поверхность – 170 – 200 м²/г.

ПКМ получали путем сухого смешения компонентов в лопастном смесителе при скорости вращения ротора 3000 об./мин с предварительной активацией как ПТФЭ, так и наполнителей в планетарной мельнице АГО-2, активаторе «Fritch» в течение 0,5-10 мин. Образцы для испытаний изготавливали по стандартным методикам (ГОСТ 11262-80).

Механические характеристики ПКМ определяли по стандартным методикам (ГОСТ 11262-80) на универсальной испытательной машине «UTS-2». Триботехнические характеристики (коэффициент трения, скорость изнашивания) определяли на машине трения СМЦ-2 по ГОСТ 11629 (схема «вал-втулка», нагрузка – 67 Н, скорость скольжения – 0,39 м/с, путь трения – 7 км).

Надмолекулярную структуру ПКМ исследовали методом растровой электронной микроскопии на микроскопе JSM-6480 LV «JEOL». Структурные исследования поверхностей трения ПКМ проводили на оптическом микроскопе Neophot-32.

Термодинамические параметры ПКМ: энтальпию, энтропию, температуру плавления, кристаллизации и взаимодействия в межфазной области – исследовали с помощью

дифференциальной сканирующей калориметрии (DSC, Schimadzu). Погрешность измерений не более $\pm 1\%$.

Рентгеноструктурный анализ проводили на дифрактометре ДРОН-3М в Си-фильтрованных излучениях. Рентгенограммы снимали в интервале брегговских углов $2\theta=10\ldots 40^\circ$.

Результаты исследования и их обсуждение

В работе исследовано влияние четырех технологий обработки компонентов ПКМ на их свойства: 1) активации ПТФЭ под воздействием центробежных сил; 2) активации полимерной матрицы и последующего смешения с наполнителем в лопастном смесителе; 3) совместной активации полимера и наполнителя; 4) введения активированного наномодификатора в композит.

Переработка ПТФЭ не технологична из-за невозможности его перехода в текучее и вязкотекучее состояния. В последнее время при получении ПКМ на основе ПТФЭ все шире используют модифицирование полимеров и наполнителей путем различных физических воздействий. Это обеспечивает активацию, повышение поверхностной энергии полимеров и наполнителей, сопровождающееся их структурной активностью [5-6].

К таким методам относится механическая активация порошковых материалов, перспективность которой связана с низкой энерго- и металлоемкостью оборудования, простотой и безопасностью процесса. Многочисленные экспериментальные и теоретические исследования позволили установить многообразие явлений, сопровождающих процесс механической активации веществ. Зарегистрированы следующие процессы: излучение электромагнитных волн, выделение тепла, эмиссия электронов, образование упругих и пластических деформаций, медленная релаксация деформаций и избыточных напряжений в твердых телах. Это приводит к сохранению веществом избыточной энергии, изменению термодинамических характеристик вещества, повышению его реакционной способности [7-8].

Воздействие центробежных сил на ПТФЭ приводит к повышению его деформационно-прочностных характеристик (прочности при растяжении на 18 %, прочности при сжатии на 14 %, относительного удлинения при разрыве на 40 %) при сохранении триботехнических показателей. Это, очевидно, связано с уменьшением степени кристалличности, образованием новых реакционных центров и увеличением поверхностной энергии отдельных фрагментов макромолекул в результате упругих и пластических деформаций. При последующей кристаллизации полимера активированные фрагменты ПТФЭ формируют структуру с пониженной степенью кристалличности. Оптимальным временем активации ПТФЭ являются 5 мин. Таким образом, показана возможность использования механической активации ПТФЭ для получения композитов с повышенными деформационными характеристиками.

Активированную полимерную матрицу использовали для получения ПКМ триботехнического назначения состава материала марки Ф4К20 (ПТФЭ – 80 %, кокс – 20 %).

Как видно из табл. 1, совмещение механоактивированного ПТФЭ и кокса приводит к повышению износостойкости ПКМ в 2,5 раза и в 850 раз по сравнению с промышленно выпускаемым аналогом и исходным полимером соответственно.

Таблица 1

Прочностные и износостойкие характеристики ПКМ на основе ПТФЭ и кокса

Рецептура	Предел прочности при 10 % сжатии, МПа	Предел прочности при 25 % сжатии, МПа	Массовая скорость изнашивания, $I_g \cdot 10^6$, кг/ч
Ф4К20*	18	29	0,120
Ф4К20**	19	30	0,048

Примечание: * – промышленно выпускаемый аналог

** – материал с активированной в течение 5 мин полимерной матрицей

Использованная технология совместной активации компонентов ПКМ также приводит к улучшению триботехнических характеристик при сохранении физико-механических свойств материала на уровне исходного Ф4К20. Вероятно, при совместной активации частицы ультрадисперсного кокса, распределенные в полимерной матрице, не подвержены агломерированию. Это приводит к трансформации надмолекулярной структуры ПТФЭ с увеличением степени кристалличности. Известно, что увеличение поверхностной энергии как ПТФЭ, так и наполнителя происходит при их активации, что сопровождается повышением адгезии частиц кокса к полимеру. Это в свою очередь приводит при дальнейшей кристаллизации связующего к образованию структуры с относительно высокой плотностью упаковки структурных элементов и их упорядоченностью.

Введение в композит предварительно активированного наномодификатора – шпинели магния (табл. 2) положительно влияет на триботехнические характеристики материала: массовый износ уменьшается в 4 раза. Это, по-видимому, можно объяснить тем, что частицы шпинели служат дополнительными центрами кристаллизации ПТФЭ, вследствие этого уменьшаются размеры структурных элементов надмолекулярной структуры, последняя становится более упорядоченной и ориентированной (рис. 1).

Оптимальная концентрация НШ в ПКМ – 0,5-2 мас. %. Последующее увеличение содержания НШ в ПКМ сопровождается снижением износостойкости материала, что может быть связано с агломерированием частиц шпинели в композите. Для объяснения подобного изменения свойств ПКМ проведены структурные исследования. Введение наномодификатора в ПКМ способствует интенсификации развития процессов кристаллизации полимера, скорость которых зависит от химической природы и дисперсности частиц нанонаполнителя. Определяющую роль в формировании структуры ПКМ играет контактная кристаллизация полимера из расплава. Кристаллы, образующиеся в контакте с частицами наполнителя, срастаются с кристаллами вблизи соседней частицы, что приводит к возникновению в объеме композита гетерогенной структуры, состоящей из частиц наполнителя, скрепленных кристаллической фазой полимера. Две частицы своим влиянием побуждают полимер к кристаллизации, которая протекает самостоятельно для каждой из них, поэтому по завершении процесса частицы будут разъединены кристаллами полимера, индуцированными каждой из них, и дефектной областью между кристаллами.

Таблица 2

Физико-механические характеристики ПКМ, наполненных коксом и шпинелью

Композит	σ_p , МПа	ε_p , %	$\sigma_{сж}$, МПа		$I_g \cdot 10^6$, кг/ч	f
			при 10 %	при 25 %		
Ф4 К20	12-14	65-120	18	29	0,12	0,15-0,30
Ф4+14,8 % кокс+0,2 % НШ	11-13	80-90	16	25	0,12	0,18
Ф4+14,5 % кокс+0,5 % НШ	11-13	120-140	17	26	0,03	0,08
Ф4+14 % кокс+1 % НШ	12-14	110-130	17	26	0,04	0,10
Ф4+13 % кокс+2 % НШ	13-15	175-195	17	28	0,08	0,13
Ф4+12 % кокс+3 % НШ	11-13	65-85	16	27	0,12	0,20
Ф4+10 % кокс+5 % НШ	11-13	65-120	16	26	0,15	0,30

Примечание: σ_p – предел прочности при растяжении, ε_p – относительное удлинение при разрыве, $\sigma_{сж}$ – предел прочности при растяжении 10 % и 25 % деформации, I – массовое изнашивание, f – коэффициент трения.

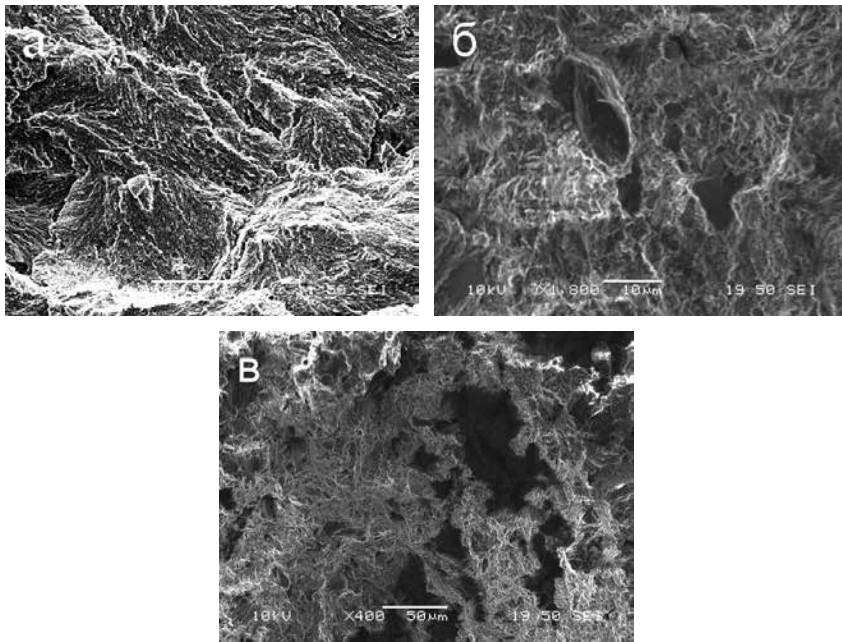


Рис. 1. Надмолекулярная структура ПКМ: а) ПТФЭ (x500) [9]; б) ПТФЭ+13 мас. % кокс+2 мас. % НШ (x1800); в) ПТФЭ+14 мас. % кокс+1мас. % НШ(x500)

Эти структурные превращения играют важную роль в механизмах формирования ПКМ, поскольку надмолекулярная структура изменяется не только в межфазных областях, но и во всем объеме связующего, изменяя свойства композиционного материала.

Известно, что надмолекулярная структура ПТФЭ характеризуется как ламеллярная с высокой степенью кристалличности (см. рис. 1, а) [9]. Введение в ПТФЭ кокса и НШ приводит к трансформации надмолекулярной структуры связующего. Основными элементами структуры ПКМ становятся разнообразные по форме и размерам надмолекулярные образования, которые в ненаполненном состоянии не наблюдаются. В высоконаполненных композитах (см. рис. 1, б) отмечается появление рыхло упакованных областей с наличием пустот, что ведет к уменьшению степени кристалличности. Видно, что частицы нанонаполнителя агломерированы (см. рис. 1, в), распределены в матрице неравномерно и концентрируются, в основном, в неупорядоченных областях полимера. Для этих составов ПКМ зарегистрированы повышенные трибо-технические характеристики: износостойкость повысилась в 4 раза, эластичность – в 1,5 раза.

Определяемая с помощью ДСК энтальпия плавления $\Delta H_{пл}$ ПКМ (система «низкотемпературный полимер – высокотемпературный наполнитель») соответствует тепловому эффекту смачивания поверхности наполнителя расплавом полимера.

Энтальпия взаимодействия наполнителя с полимером характеризует влияние энергетического состояния поверхности частиц наполнителя на адгезию к полимерному связующему [10].

Частицы наномодификатора, усиливая адгезионное взаимодействие полимера и кокса, способствуют повышению подвижности структурных единиц ПТФЭ и, тем самым, облегчают протекание деформационных процессов. С уменьшением содержания структурноактивной НШ адсорбционное взаимодействие в граничных слоях ПТФЭ+кокс+наношпинель магния в расплаве полимера приводит к ограничению их тепловой подвижности, что можно объяснить эффектом разрыхления структуры. Превышение оптимальной концентрации кокса и нанокомпонента в бинарном наполнителе приводит к повышению как энтальпии плавления, так и кристаллизации. Следствием этого является замедление процесса кристаллизации, поскольку преобладающим становится фактор увеличения вязкости системы, что и подтверждается характером изменения энтальпии кристаллизации [11].

Таким образом, введение в композит на основе ПТФЭ и кокса шпинели магния приводит к улучшению служебных свойств.

Для исследования влияния углеродных волокон и наномодификаторов на прочностные и триботехнические характеристики и структуру ПКМ с УВ модифицировали, используя механоактивацию. Показано, что оптимальным временем активации УВ являются 30 с: износ материала уменьшается в 100 раз, прочность повышается в 3,5 раза по сравнению с исходным полимером.

С целью улучшения триботехнических показателей ПКМ для модификации ПТФЭ использовали бинарный наполнитель, содержащий УВ и НШ. Концентрация наномодификатора в ПКМ соответствовала 1 мас. %, а концентрация УВ варьировалась от 5 до 20 мас. %. Показано, что повышение концентрации УВ и дополнительное введение НШ приводит к увеличению прочности при сжатии до 25 % деформации в 4 раза по сравнению с исходным полимером и в 1,3 раза по сравнению с материалом марки «Флувис-20» (ПТФЭ – 80 мас. %, УВ – 20 мас. %). При этом скорость изнашивания ПКМ с бинарным наполнителем уменьшается в 5 раз по сравнению с композитом, наполненным только УВ. Лучшие эксплуатационные характеристики зарегистрированы для материала, содержащего 15 мас. % УВ и 1 мас. % НШ (рис. 2).

Исследования прочности при сжатии и модуля упругости ПКМ при разных температурах в зависимости от концентрации УВ показали, что увеличение температуры приводит к снижению прочности при сжатии и модуля упругости. Изменение модуля упругости при повышении температуры можно объяснить возникновением тепловых напряжений на границе раздела фаз полимер – УВ, причем, когда температура оказывается значительной, полимер, перенапрягаясь, теряет свои прочностные характеристики, при этом уменьшаются его прочность и модуль упругости.

Трибологические исследования показали, что с повышением концентрации УВ в ПТФЭ наблюдается увеличение износостойкости материала вследствие уменьшения степени деформации поверхностного слоя и расширения областей упругой и упругоэластической деформации при фрикционном взаимодействии с металлическим контртелом. Высокое наполнение (5-15 мас. %) приводит к улучшению износостойкости ПКМ в 2-30 раз по сравнению с промышленно выпускаемыми аналогами. Во всем концентрационном интервале приработка материалов заканчивается через 1-2 часа. Это связано с тем, что при трении исследуемых материалов образуется стабильная пленка переноса на поверхности контртела и в дальнейшем образец из ПКМ трется по аналогичному материалу.

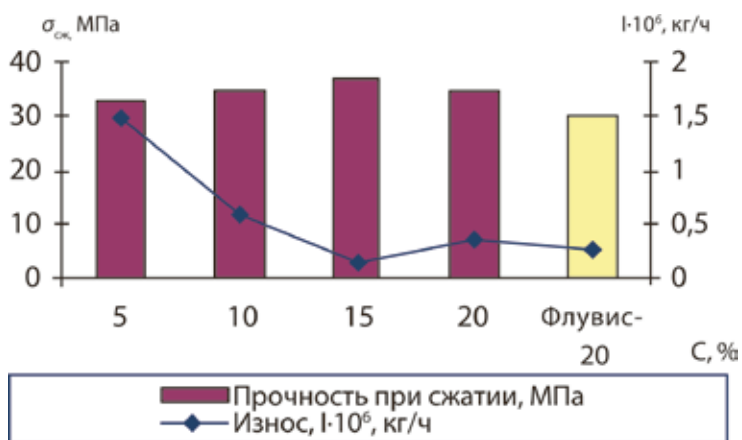


Рис. 2. Зависимость прочности при сжатии и износостойкости ПКМ на основе ПТФЭ+1 мас % ШМ от концентрации УВ в сравнении с промышленным аналогом марки «Флувис-20»

Структурные исследования ПКМ показали, что УВ в ПТФЭ распределены хаотично, а структурными элементами матрицы являются крупные несовершенные сферолиты (рис. 3, б). Причиной их формирования может быть присутствие в системе структурно-активных наночастиц шпинели магния, изменивших процессы структурообразования.

С увеличением концентрации УВ доля межфазных слоев в ПКМ возрастает. При этом дефектность структуры полимера уменьшается. Вероятным механизмом модифицирующего действия наполнителей на структуру ПТФЭ является увеличение плотности структурных элементов вследствие формирования межфазных слоев с определенной укладкой молекул на границе раздела «полимерная матрица – наполнитель», что и приводит к упрочнению ПКМ. Материалам с улучшенными служебными свойствами соответствует наиболее упорядоченная надмолекулярная структура с определенной ориентацией УВ в межфазных областях.

Одним из факторов, определяющих механизмы трения и изнашивания полимерных систем, является структура поверхностных слоев контактирующих тел, формирующаяся в процессе эксплуатации. На рис. 4 представлены микрофотографии поверхностей трения композитов на основе ПТФЭ, модифицированного УВ.

В процессе фрикционного взаимодействия исходная структура поверхностных слоев претерпевает весьма существенные изменения. В процессе изнашивания структурные элементы ПТФЭ и частицы УВ ориентированы по направлению скольжения. В глубине образца УВ расположены хаотично. При трении из глубины происходит миграция наполнителей в подповерхностный слой. Такая структура характеризуется разрушением надмолекулярных образований и ориентацией углеродных наполнителей в направлении силы трения, а также частичным разрушением кристаллической фазы. Введение в ПТФЭ 15 мас. % УВ приводит к большей переориентации поверхностных слоев ПКМ по направлению скольжения.

Предполагается, что в результате переориентации поверхностных слоев ПКМ на поверхности трения происходит некоторое увеличение прочности его в направлении ориентации [7]. Это приводит к осязаемым изменениям значений износа и коэффициента трения, связанным с ориентационными явлениями. Таким образом, показано, что введение в ПТФЭ углеродных наполнителей приводит к переориентации поверхностных слоев ПКМ по направлению скольжения.

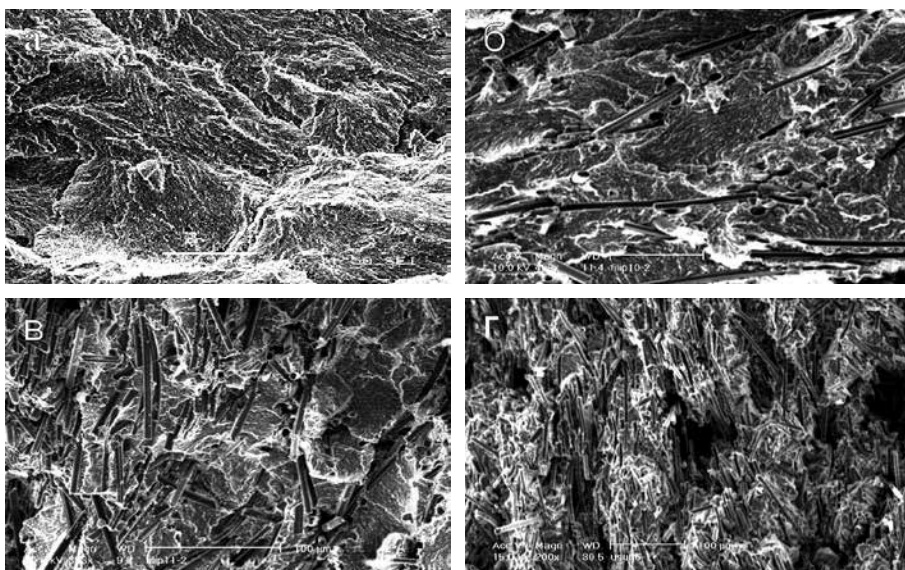


Рис. 3. Надмолекулярная структура композитов на основе ПТФЭ и углеродных наполнителей различной природы: а) ПТФЭ (x500); б) ПТФЭ+5 % УВ+1 % НШ (x450); в) ПТФЭ+10 % УВ+1 % НШ (x350); г) ПТФЭ+15 % УВ+1 % НШ (x200)

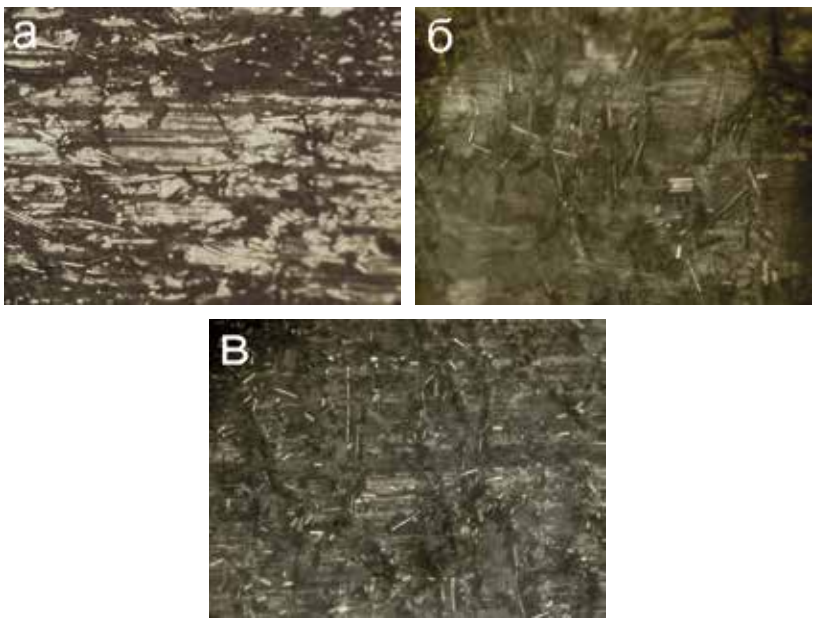


Рис. 4. Микрофотографии поверхности трения (x250): а) поверхность трения; б) подповерхностный слой ПКМ (50-100 мкм); в) структура ПКМ на глубине ≥ 500 мкм

Введение в полимерную матрицу диспергированного в лопастном смесителе ТРГ (10-15 мас. %) приводит к улучшению прочностных и триботехнических характеристик: повышению прочности при сжатии в 2 раза, износостойкости в 15-40 раз и снижению коэффициента трения в 3 раза (табл. 3).

Изменение свойств ПКМ при введении ТРГ объясняется трансформацией ленточной структуры полимера в сферолитную. Структура ПКМ на основе ПТФЭ и 5 мас. % ТРГ (рис. 5, а) характеризуется как мелкосферолитная с локализацией наполнителя в межструктурных областях полимера.

С увеличением содержания наполнителя до 10 мас. % структура ПКМ изменяется (рис. 5, б): зарегистрированы чешуйчатые образования на поверхности сколов, соответствующие ТРГ. Введение 15 мас. % ТРГ в ПТФЭ приводит к увеличению концентрации чешуйчатых образований из ТРГ на поверхности сколов (рис. 5, в).

Подобные структурные образования из частиц ТРГ, сформированные на сфероли-топодобных структурах ПТФЭ, создают дополнительное упрочнение всей системе, что способствует увеличению скорости релаксационных процессов, уменьшению внутренних напряжений. Слои ТРГ расположены не только по границам сферолитных образований, но и плотно покрывают их сверху. Вследствие этого материал обладает высокими прочностными и триботехническими показателями [3].

Таблица 3

**Сравнение свойств композита на основе ПТФЭ и ТРГ
с промышленным материалом Ф4Г15**

Свойства	Ф4Г15 (аналог)	Ф4+10 % ТРГ	Ф4+15 % ТРГ
Плотность, кг/м ³	2140	2210	2200
Прочность при сжатии, МПа	12	27	27
Массовый износ, 10 ⁻⁶ кг/ч	2,7	2	0,6
Коэффициент трения по стали	0,18	0,06	0,05

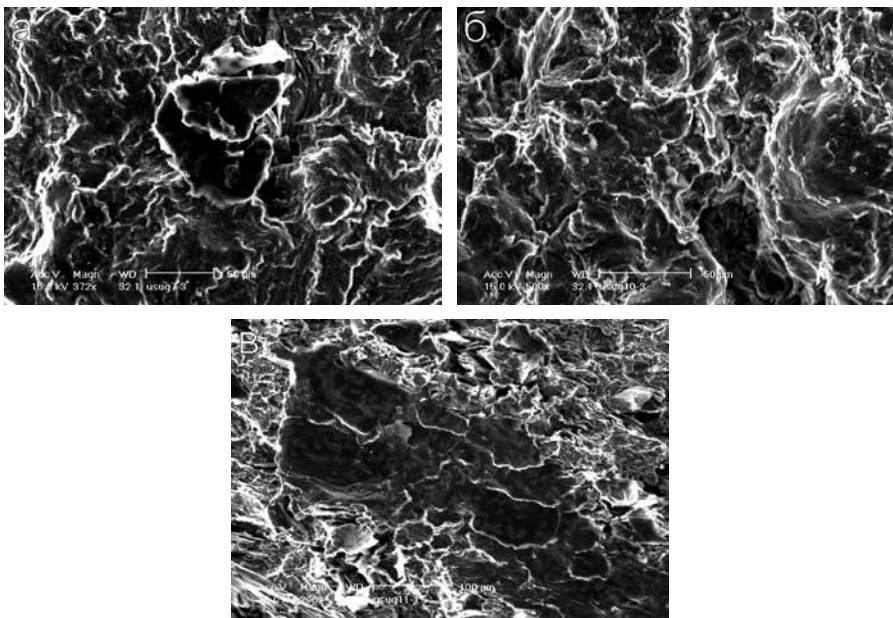


Рис. 5. Надмолекулярная структура композитов на основе ПТФЭ и ТРГ: а) ПТФЭ+5 мас. % ТРГ (x450); б) ПТФЭ+10 мас. % ТРГ (x500); в) ПТФЭ+15 мас. % ТРГ (x200)

Как видно из рис. 6, структура в поверхностных слоях, сформированных в процессе трения, существенно отличается от структуры в объеме. На поверхностях трения происходит переориентация структурных элементов ПКМ по направлению скольжения [12-13]. Из рис. 6, в видно, что в процессе трения происходит текстурирование поверхностных слоев ПТФЭ с образованием физического рельефа, характеризуемого бороздками по линиям скопления дислокаций. Зарегистрировано обогащение поверхностей трения ПКМ на основе ПТФЭ и 15 мас. % ТРГ наполнителем, причем видно, что последний также ориентирован в направлении скольжения (рис. 6, г).

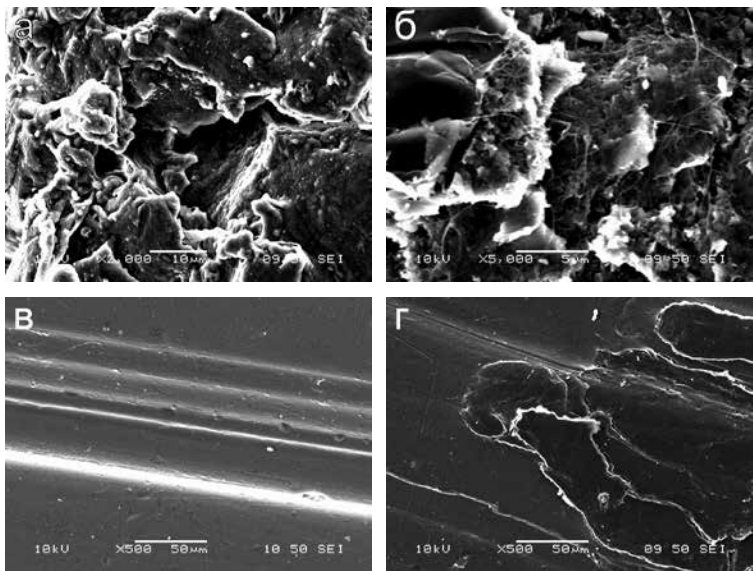


Рис. 6. Структура ПКМ на основе ПТФЭ+15 мас. % ТРГ: а – в объеме материала при увеличении (x2000), б – увеличении (x5000); в – поверхностей трения ПТФЭ; г – поверхностей трения ПКМ

Поскольку структура самого ТРГ характеризуется чешуйчатыми образованиями из частиц графита с низким коэффициентом трения, то обогащение поверхностей трения полимерной детали ТРГ приводит к существенному снижению коэффициента трения ПКМ [3]. Сконцентрированные на поверхности трения островки из частиц ТРГ выполняют роль защитного экрана, предохраняющего поверхностный слой материала от истирания (рис. 6).

Исследование термодинамических параметров (табл. 4) показало, что температура плавления ($T_{пл}$) и кристаллизации ($T_{кр}$) всех исследованных ПКМ практически остается постоянной. Это связано с тем, что показания снимали в режиме изотермической кристаллизации при небольшой скорости нагревания образцов (2 град/мин). Уменьшение значения энтропии ($\Delta S_{пл}$) при введении ТРГ объясняется переходом большего числа макромолекул в граничные слои, в которых их подвижность и степень ориентации уменьшается.

На основании результатов исследования теплофизических и структурных закономерностей совмещения ПТФЭ с углеродными наполнителями разработаны рецептуры машиностроительных материалов триботехнического назначения с улучшенным комплексом эксплуатационных характеристик.

Сравнение свойств разработанных материалов с известными аналогами показывает превосходство первых по прочностным и триботехническим характеристикам.

Заключение

Разработанная технология совмещения компонентов ПКМ позволила повысить износостойкость материалов в 2-4 раза, снизить коэффициент трения в 2-3 раза по сравнению с промышленно выпускаемыми аналогами. Материалы позволяют увеличить ресурс работы технологического оборудования, автотранспортной техники, трубопроводного транспорта в 2-4 раза и решить проблему импортозамещения штатных подшипников скольжения и других элементов узлов трения.

Впервые разработаны новые технологические приемы совмещения компонентов гетерогенной системы, включающие предварительную активацию не только наполнителей, но и полимерной матрицы. Показано, что активация ПТФЭ, применяемого в качестве основы для получения ПКМ, приводит к существенному улучшению служебных свойств композитов.

Установлены закономерности изнашивания ПТФЭ, наполненного УН, заключающиеся в участии наполнителей в формировании высокоориентированных структур на поверхности трения, характеризующихся низким коэффициентом трения и высокой износостойкостью. Установлено, что эти структурные образования характеризуются повышенным содержанием наполнителя и экранируют поверхностный слой композита от разрушения.

Определены закономерности структурообразования в ПТФЭ, модифицированного углеродными наполнителями на основе кокса, терморасширенного графита и углеродного волокна. Показано, что УН изменяют скорость кристаллизации ПТФЭ в зависимости от их природы, концентрации и наномодификатора. Выявлена взаимосвязь структуры со свойствами ПКМ. Это позволяет направленно формировать надмолекулярную структуру связующего и получать материалы с оптимальным сочетанием прочностных и триботехнических характеристик.

Таблица 4

Температуры плавления и кристаллизации, энтропия плавления, степень кристалличности (α) ПТФЭ и ПКМ на основе ПТФЭ и ТРГ

Композит	Ф4 (ПТФЭ)	Ф4ТРГ5	Ф4ТРГ10	Ф4ТРГ15	Ф4ТРГ20
$T_{пл}, K$	611,1	611,3	611,2	611,3	611,3
$T_{кр}, K$	585,8	587,5	587,6	587,4	587,5
$\Delta S_{пл}, Дж/моль\cdot K$	95,46	82,44	74,28	69,19	77,73
$\alpha, \%$	58,44	61,46	55,37	51,59	53,45

Разработаны новые рецептуры материалов, применяемых для узлов трения, эксплуатируемых в широком интервале температур и нагрузок, превосходящих по своим эксплуатационным характеристикам промышленно выпускаемые аналоги марок Ф4К20 (ТУ 6-05-1413-76), «Флувис-20» (ТУ РБ 03535279,071-99), Ф4Г15.

Работа проведена в рамках Госзадания Минобрнауки РФ в сфере научной деятельности в рамках базовой части № 1426 «Организация проведения научных исследований», 2014-2016 гг. и в сфере научной деятельности в рамках проектной части № 11,512. 2014/К, 2014-2016 гг.

Л и т е р а т у р а

1. Ю-Винг Май, Жонг-Жен Ю. Полимерные нанокompозиты. – М.: Техносфера, 2011. – 688 с.
2. Юрков Г. Ю., Бузник В. М., Шишилов О. Н., Ботьбух Ю. Н., Кузнецова В. Ю., Кособудский И. Д. Синтез и структура композиционных материалов на основе гранул ультрадисперсного политетрафторэтилена и наночастиц меди // Все материалы. Энциклопедический справочник. – М.: Наука и технологии, 2012. – С. 2-8.
3. Охлопкова Т. А., Охлопкова А. А., Спиридонов А. М., Никифоров Л. А. Структурные изменения сверхвысокомолекулярного полиэтилена под воздействием керамических нанодисперсий // Вопросы материаловедения, – СПб., 2014. – № 3 (79). – С. 145-152.
4. Блазнов А. Н., Соловьева С. В. Методы механических испытаний композиционных стержней. – Бийск: ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова». – 2011. – 313 с.
5. Краснов А. П., Адериха В. Н., Афоничева О. В., Мить В. А., Тихонов Н. Н., Васильков А. Ю., Саид-галиев Э. Е., Наумкин А. В., Николаев А. Ю. О систематизации нанонаполнителей полимерных композитов // Трение и износ. – Гомель, 2010. – Т. 31. – № 1. – С. 93-108.
6. Effect of surface reactions on steel, Al_2O_3 and Si_3N_4 counterparts on their tribological performance with polytetrafluoroethylene filled composites // Applied surface science. – 2015. Vol. 331. – P. 482-489.
7. Охлопкова А. А. Физико-химические принципы создания триботехнических материалов на основе политетрафторэтилена и ультрадисперсных керамик: Дис. ... д-ра техн. наук: 05.02.01, 05.02.04. – Гомель, 2000. – 295 с.
8. Аввакумов Е. Г. Фундаментальные основы механической активации, механосинтеза и механохимических технологий. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2009. – 343 с.
9. Okhlopko A. A., Kirillina Y. V., Sleptsova S. A., Nikiforov L. A., Cheonho Yoon, Jin-Ho Cho Nanocomposites Based on Polytetrafluoroethylene and Ultrahigh Molecular Weight Polyethylene: A Brief Review // Bulletin of the Korean Chemical Society 2014 Vol. 35, No. – 12 – P. 3411-3420.
10. Петров А. В., Сафронов А. П., Терзиян Т. В., Бекетов И. В. Влияние природы полимерной матрицы на энтальпию адгезионного взаимодействия в композитах, наполненных наночастицами никеля // Высокомолекулярные соединения. – 2012. – Т. 54. – № 11. – С. 840-848.
11. Охлопкова А. А., Петрова П. Н., Попов С. Н., Слепцова С. А. Полимерные композиционные материалы триботехнического назначения на основе политетрафторэтилена // Российский химический журнал (ЖРХО им. Д. И. Менделеева). – 2008. – Т. 52, № 3. – С. 147-152.
12. Кириллина Ю. В. Структурные исследования полимерных композиционных материалов на основе политетрафторэтилена и серпентинита // Всероссийский журнал научных публикаций. – 2011. – № 4 (5). – 7 с.
13. Парникова А. Г., Охлопкова А. А. Влияние наноструктурных оксидов алюминия и магния на закономерности формирования структуры ПКМ на основе ПТФЭ // Вестник СВФУ. – Т. 7, № 4. – Якутск, 2010. – 50 с.

References

1. Iu-Ving Mai, Zhong-Zhen Iu. Polimernye nanokompозity. – M.: Tekhnosfera, 2011. – 688 s.
2. Iurkov G. Iu., Buznik V. M., Shishilov O. N., Bol'bukh Iu. N., Kuznetsova V. Iu., Kosobudskii I. D. Sintez i struktura kompozitsionnykh materialov na osnove granul ul'tradispersnogo politetraftoretilena i

nanochastits medi // Vse materialy. Entsiklopedicheskii spravochnik. – М.: Nauka i tekhnologii, 2012. – S. 2-8.

3. Okhlopkova T. A., Okhlopkova A. A., Spiridonov A. M., Nikiforov L. A. Strukturnye izmeneniia sverkhvysokomolekuliarnogo polietilena pod vozeistviem keramicheskikh nanodispersii // Voprosy materialovedeniia, – SPb., 2014. – № 3 (79). – S. 145-152.

4. Blaznov A. N., Solov'eva S. V. Metody mekhanicheskikh ispytanii kompozitsionnykh sterzhnei. – Biisk: FGBOU VPO «Altaiiskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet im. I. I. Polzunova». – 2011. – 313 s.

5. Krasnov A. P., Aderikha V. N., Afonicheva O. V., Mit' V. A., Tikhonov N. N., Vasil'kov A. Iu., Saidgaliev E. E., Naumkin A. V., Nikolaev A. Iu. O sistematizatsii nanonapolnitelei polimernykh kompozitov // Trenie i iznos. – Gomel', 2010. – T. 31. – № 1. – S. 93-108.

6. Effect of surface reactions on steel, Al₂O₃ and Si₃N₄ counterparts on their tribological performance with polytetrafluoroethylene filled composites // Applied surface science. – 2015. Vol. 331. – P. 482-489.

7. Okhlopkova A. A. Fiziko-khimicheskie printsipy sozdaniia tribotekhnicheskikh materialov na osnove politetraftoretilena i ul'tradispersnykh keramik: Dis. ... d-ra tekhn. nauk: 05.02.01, 05.02.04. – Gomel', 2000. – 295 s.

8. Avvakumov E. G. Fundamental'nye osnovy mekhanicheskoi aktivatsii, mekhanosinteza i mekhanokhimicheskikh tekhnologii. – Novosibirsk: Izdatel'stvo SO RAN, 2009. – 343 s.

9. Okhlopkova A. A., Kirillina Y. V., Sleptsova S. A., Nikiforov L. A., Cheonho Yoon, Jin-Ho Cho Nanocomposites Based on Polytetrafluoroethylene and Ultrahigh Molecular Weight Polyethylene: A Brief Review // Bulletin of the Korean Chemical Society 2014 Vol. 35, No. – 12 – P. 3411-3420.

10. Petrov A. V., Safronov A. P., Terziian T. V., Beketov I. V. Vliianie prirody polimernoi matritsy na ental'piiu adgezionnogo vzaimodeistviia v kompozitakh, napolnennykh nanochastitsami nikelia // Vysokomolekuliarnye soedineniia. – 2012. – T. 54. – № 11. – S. 840-848.

11. Okhlopkova A. A., Petrova P. N., Popov S. N., Sleptsova S. A. Polimernye kompozitsionnye materialy tribotekhnicheskogo naznachenii na osnove politetraftoretilena // Rossiiskii khimicheskii zhurnal (ZhRKhO im. D. I. Mendeleeva). – 2008. – T. 52, № 3. – S. 147-152.

12. Kirillina Iu. V. Strukturnye issledovaniia polimernykh kompozitsionnykh materialov na osnove politetraftoretilena i serpentinita // Vserossiiskii zhurnal nauchnykh publikatsii. – 2011. – № 4 (5). – 7 s.

13. Parnikova A. G., Okhlopkova A. A. Vliianie nanostrukturnykh oksidov aliuminiia i magniia na zakonomernosti formirovaniiastrukturny PKM na osnove PTFE // Vestnik SVFU. – T. 7, № 4. – Yakutsk, 2010. – 50 s.



УДК 519.63

П. В. Сивцев

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧИ УПРУГОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ

Создание железобетонных плит с целью исследования их свойств при варьировании ряда параметров не представляется возможным из-за высокой стоимости оборудования для производства и исследования опытных образцов. Таким образом, развитие технологий производства железобетонных плит с целью создания безопасной и долговечной конструкции тесно связано с использованием математических моделей реальных объектов. В работе рассматривается задача расчета упруго-деформированного состояния железобетонных плит для оценки влияния наличия железной арматуры. В исследовании особое внимание уделяется проблеме возникновения бесконечно больших напряжений при использовании не физической геометрии. Для численного решения была использована аппроксимация по пространству с применением метода конечных элементов. Расчетная реализация метода проведена с использованием библиотеки FEniCS. В качестве модельной задачи рассмотрена проблема расчета упруго-напряженного состояния железобетонной конструкции, состоящей из двух материалов, зажатой между гидравлическим прессом и рельсами, которые также включены в геометрию. Представлены результаты численного моделирования трехмерной задачи со сложной геометрией. Расчеты проводились на вычислительном кластере «Ариан Кузьмин» СВФУ.

Ключевые слова: уравнение Ламе, линейная упругость, бесконечные напряжения, железобетонная конструкция, метод конечных элементов, концентратор напряжения, математическое моделирование, численные методы, напряженно-деформированное состояние, железобетонная плита.

P. V. Sivtsev

Numerical Modeling of Elasticity Problem of Reinforced Concrete Plate

Creating reinforced concrete slabs in order to study their properties by varying the number of parameters is not possible because of the high cost of equipment for production and research. Thus, the development of technologies of reinforced concrete slabs production, with the aim of creating a secure and durable material, is closely linked with the mathematical models of real objects. In the article we consider the problem of calculation of elastically deformed condition of reinforced concrete slabs to assess the impact of the presence of iron fittings. The study focuses on the problem of infinite stresses, when one uses nonphysical geometry. For the numerical solution we used space approximation by finite element method. Implementation of the method carried out using the FEniCS library. As a model problem we consider the calculation of the elastic stress-strain state of the reinforced concrete structure, consisting of two materials sandwiched between a hydraulic press and the rails, which are also included in the geometry. The results of numerical simulation of three-dimensional problem with a complex geometry are presented. The calculations were performed using NEFU computational cluster «Arian Kuzmin».

Keywords: Lamé equation, linear elasticity, infinite stress, reinforced concrete structure, finite element method, stress concentrator, mathematical modeling, numerical methods, stress-strain state, deep beam.

СИВЦЕВ Петр Васильевич – аспирант научно-исследовательской кафедры вычислительных технологий ИМИ СВФУ им. М. К. Аммосова.

E-mail: sivkapetr@mail.ru

SIVTSEV Petr Vasilyevich – Postgraduate of Scientific-Research Department of «Computational Technologies», Institute of Mathematics and Information Science, North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov.

E-mail: sivkapetr@mail.ru

Введение

Многие прикладные проблемы математического моделирования связаны с необходимостью расчета напряженно-деформированного состояния твердых тел [1-4]. В простейшем случае для их исследования используются модели линейной упругости, которые описываются уравнением Ламе в перемещениях.

В работе описан вычислительный алгоритм решения задач линейной упругости. Он базируется на конечно-элементной аппроксимации поля перемещений по пространству [5-7]. Реализация метода проведена с использованием библиотеки FEniCS [8-9].

Возможности вычислительного алгоритма проиллюстрированы данными расчетов по модельной трехмерной задаче для железобетонной конструкции. Расчеты выполнены на вычислительном кластере «Ариан Кузьмин» СВФУ им. М. К. Аммосова.

Постановка задачи

Рассмотрим математическую модель, описывающую напряженно-деформированное состояние в расчетной области, содержащей железобетонную плиту, зажатую между прессом и рельсами

$$\operatorname{div} \sigma(\mathbf{x}) + \rho \mathbf{b}(\mathbf{x}) = 0, \mathbf{x} \in \Omega, \quad (1)$$

где $\mathbf{b}=(b_1, b_2, b_3)$ – вектор объемных сил в точке $\mathbf{x}=(x_1, x_2, x_3)$.

Здесь $\Omega \in \mathbb{R}^3$, $\Omega = \Omega_1 + \Omega_2 + \Omega_3 + \Omega_4$, где Ω_1 – подобласть стальной арматуры в бетоне, Ω_2 – бетонная подобласть плиты, Ω_3 – пресс, Ω_4 – рельсы. Отметим, что ρ – плотность материала, зависит от подобласти и определяется следующим образом:

$$\rho = \begin{cases} \rho_1, \mathbf{x} \in \Omega_1, \\ \rho_2, \mathbf{x} \in \Omega_2, \\ \rho_3, \mathbf{x} \in \Omega_3, \\ \rho_4, \mathbf{x} \in \Omega_4. \end{cases}$$

Уравнение (1) дополняется соотношением между тензором напряжений σ и тензором деформаций $\varepsilon_{i,j}$

$$\varepsilon_{i,j} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right),$$

$$\sigma(\mathbf{x}) = \lambda \operatorname{div} \mathbf{u}(\mathbf{x}) E + 2\mu \varepsilon(\mathbf{x}),$$

где E – единичный тензор, $\mathbf{u}=(u_1, u_2, u_3)$ – перемещение тела, λ, μ – параметры Ламе, которые также зависят от подобласти и задаются как:

$$\mu = \begin{cases} \mu_1, \mathbf{x} \in \Omega_1, \\ \mu_2, \mathbf{x} \in \Omega_2, \\ \mu_3, \mathbf{x} \in \Omega_3, \\ \mu_4, \mathbf{x} \in \Omega_4. \end{cases} \quad \lambda = \begin{cases} \lambda_1, \mathbf{x} \in \Omega_1, \\ \lambda_2, \mathbf{x} \in \Omega_2, \\ \lambda_3, \mathbf{x} \in \Omega_3, \\ \lambda_4, \mathbf{x} \in \Omega_4. \end{cases}$$

Для упрощения считается, что арматура, пресс и рельсы выполнены из одинаковой стали соответственно $\rho_1 = \rho_3 = \rho_4$, $\mu_1 = \mu_3 = \mu_4$ и $\lambda_1 = \lambda_3 = \lambda_4$.

Уравнение твердого тела дополняется граничными условиями, которые связаны с поверхностными силами или перемещениями. В частности можно ставить краевое условие первого рода:

$$\mathbf{u}(\mathbf{x}) = \mathbf{u}_0, \mathbf{x} \in \Gamma_D, \quad (2)$$

которое связано с заданием перемещений на границе Дирихле. Отметим также условие второго рода:

$$(\sigma \cdot \mathbf{n})(\mathbf{x}) = \mathbf{f}(\mathbf{x}), \mathbf{x} \in \Gamma_N, \quad (3)$$

закрывающееся в том, что на заданной части тела действуют поверхностные силы.

Конечно-элементная дискретизация

Для численного решения системы уравнений (1) построим конечно-элементную аппроксимацию по пространству.

Пусть $H=L_2(\Omega)$ – гильбертово пространство со скалярным произведением и нормой в виде

$$(u, v) = \int_{\Omega} u(\mathbf{x})v(\mathbf{x})dx, \|u\| = (u, u)^{1/2},$$

а $\mathbf{H}=(L_2(\Omega))^3$ – пространство для перемещений. Также пусть тестовая функция \mathbf{v} обнуляется на соответствующей границе Дирихле Γ_D , где решение задачи известно.

Тогда с учетом граничных условий (2), (3) мы получим следующую вариационную формулировку задачи: найти $\mathbf{u} \in \hat{\mathbf{V}}$ такую, что

$$\int_{\Omega} \sigma(\mathbf{u})\varepsilon(\mathbf{v})dx = \int_{\Gamma_N} (\mathbf{f}, \mathbf{v})ds, \forall \mathbf{v} \in \hat{\mathbf{V}}, \quad (4)$$

где $\hat{\mathbf{V}}$ – пространство тестовых функций, которое определяется как

$$\hat{\mathbf{V}} = \{\mathbf{v} \in \mathbf{H}(\Omega) : \mathbf{v}(\mathbf{x}) = 0, \mathbf{x} \in \Gamma_D\},$$

а \mathbf{V} – пространство пробных функций, смещенное относительно пространства тестовых функций на величину условия первого рода

$$\mathbf{V} = \{\mathbf{v} \in \mathbf{H}(\Omega) : \mathbf{v}(\mathbf{x}) = \mathbf{u}_0, \mathbf{x} \in \Gamma_D\}.$$

Далее определим следующие билинейные и линейные формы

$$a(\mathbf{u}, \mathbf{v}) = \int_{\Omega} \sigma(\mathbf{u})\varepsilon(\mathbf{v})dx,$$

$$g(\mathbf{v}) = - \int_{\partial\Gamma_N} (\mathbf{f}, \mathbf{v})ds.$$

Тогда уравнение (4) переходит в следующую вариационную формулировку: найти $\mathbf{u} \in \mathbf{V}$ такое, что выполняется

$$a(\mathbf{u}, \mathbf{v}) + g(\mathbf{v}) = 0, \forall \mathbf{v} \in \hat{\mathbf{V}}.$$

Объект исследования

Объектом исследования являются железобетонные конструкции, представляющие из себя бетонные плиты с внутренним металлическим каркасом. Проведенное моделирование должно дать оценку эффекта добавления таких каркасов на напряженно-деформированное состояние бетонных плит под воздействием внешних поверхностных сил.

Геометрия металлической арматуры и ее расположение внутри бетона представлена на рис. 1. Такое расположение и размеры арматуры были взяты приближенными к работе [10]. Стальные прутья моделировались в виде цилиндров с диаметрами 22, 12 и 8 мм. Геометрия взаимного расположения плиты, рельс и прессы представлена на рис. 2. На этом рисунке также выделены границы, на которых задаются граничные условия. На нижней поверхности рельс задается условие первого рода, которое фиксирует дно рельс на месте. А пресс моделируется в виде стального слитка, на верхней поверхности которого задается граничное условие второго рода, определяющее равномерно распределенное вертикальное давление.

Для вышеописанной геометрии были сгенерированы сетки для проделанных исследований с помощью свободно распространяемого генератора сеток Netgen. Пример построенной сетки представлен на рис. 3.

При решении задачи использовались значения параметров Ламе, выведенные из табличных данных для модуля Юнга и коэффициента Пуассона для стали и бетона, представленных в табл. 1. Значения упругих постоянных для бетона соответствуют цементу с маркировкой СЕМІ 52,5 при соотношении вода/цемент=1/4.

Исследование особенностей решений

Перед непосредственным исследованием решенной задачи нужно гарантировать правильность полученных результатов. С этой целью необходимо провести исследование на сходимость численных результатов при уменьшении локальных размеров сетки в области возможных особенностей. В контексте рассматриваемой задачи необходимо провести подобное исследование в области стыков рельс и пресса с плитой, а также проверить сходимость решения при уменьшении размеров ячеек сетки в области арматуры.

При рассмотрении тела с ярко выраженным внешним углом меньше 180°, угол представляет собой концентратор напряжения [11], что означает стремление напряжения в углу к бесконечности при уменьшении локального размера сетки. Наиболее часто применяемым способом решения этой проблемы является округление угла. Подобное изменение согласуется с геометрией реальных объектов, так как в действительности все углы в некоторой степени являются округленными.

Для исследования особенности возле стыка плиты с рельсами и плитой было построено 4 вида геометрий, которые показаны на рис. 4. Вариант а является идеализированным приближением, не учитывающим неоднородность поверхности плиты. Варианты b и c не учитывают округленность углов. Вариант d является более близким к реальной геометрии стыка и не содержит концентраторов напряжения.

Для проверки сходимости решения при локальном сгущении сетки было построено по 7 сеток для каждого варианта стыка, каждая из которых соответствует определенным значениям локального размера сетки. Количество ячеек для каждой построенной сетки в зависимости от локального размера сетки представлено в табл. 2.

Таблица 1

Упругие постоянные

Материал	Модуль Юнга, E , ГПа	Коэффициент Пуассона, ν
Бетон	32,7	0,27
Сталь	200	0,30

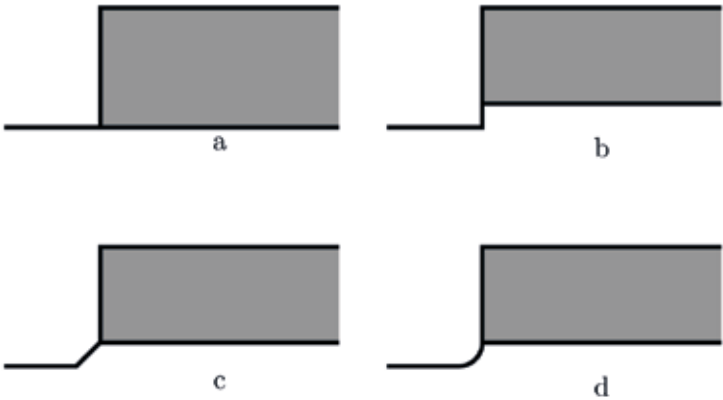


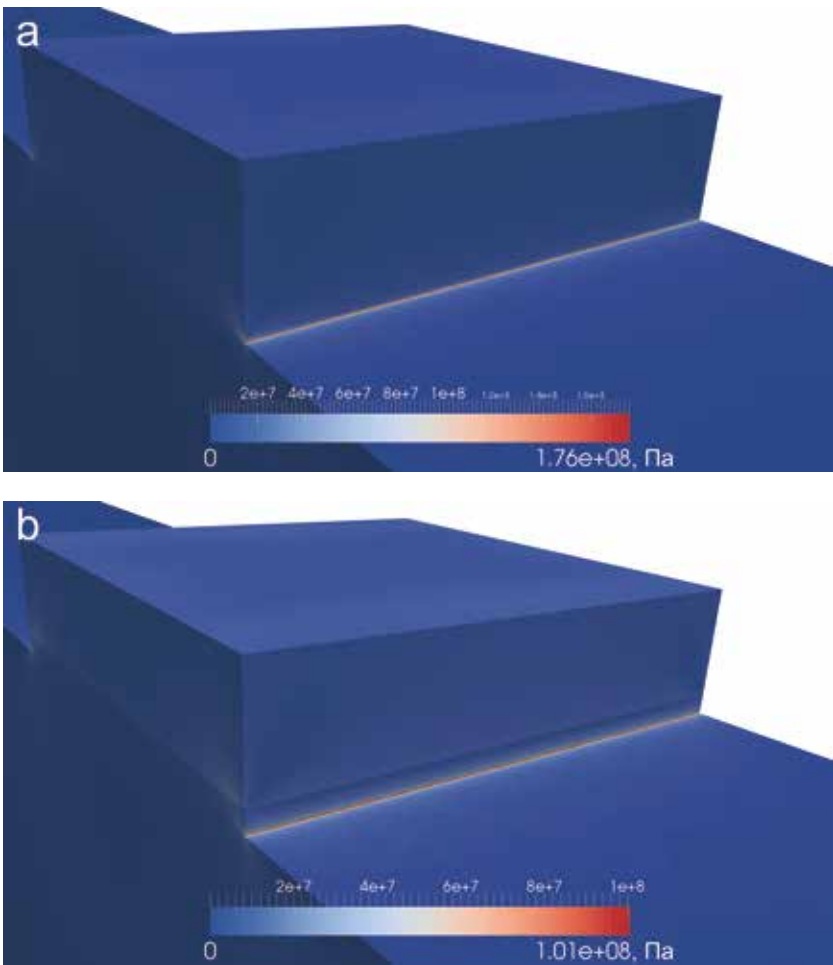
Рис. 4. Различные варианты моделирования стыка плиты с внешними объектами

Таблица 2

Зависимость количества ячеек от локального размера
ячеек для различных вариантов стыка

Размер ячейки, мм	Количество ячеек			
	a	b	c	d
2	482986	510937	522493	540039
1,5	511616	532953	598785	612659
1	547074	574825	709109	725798
0,8	630740	644894	946023	952356
0,5	862093	859870	1443219	1454613
0,3	1213038	1191827	3313830	3262889
0,2	3009850	2974961	9824629	9751344

На рис. 5 представлены распределения напряжений по Мизесу для различных вариантов стыка. Из этих распределений можно выделить характер концентрированного напряжения в углах для вариантов а, b, c. Когда как для случая d напряжение равномерно распределено по поверхности округлости.



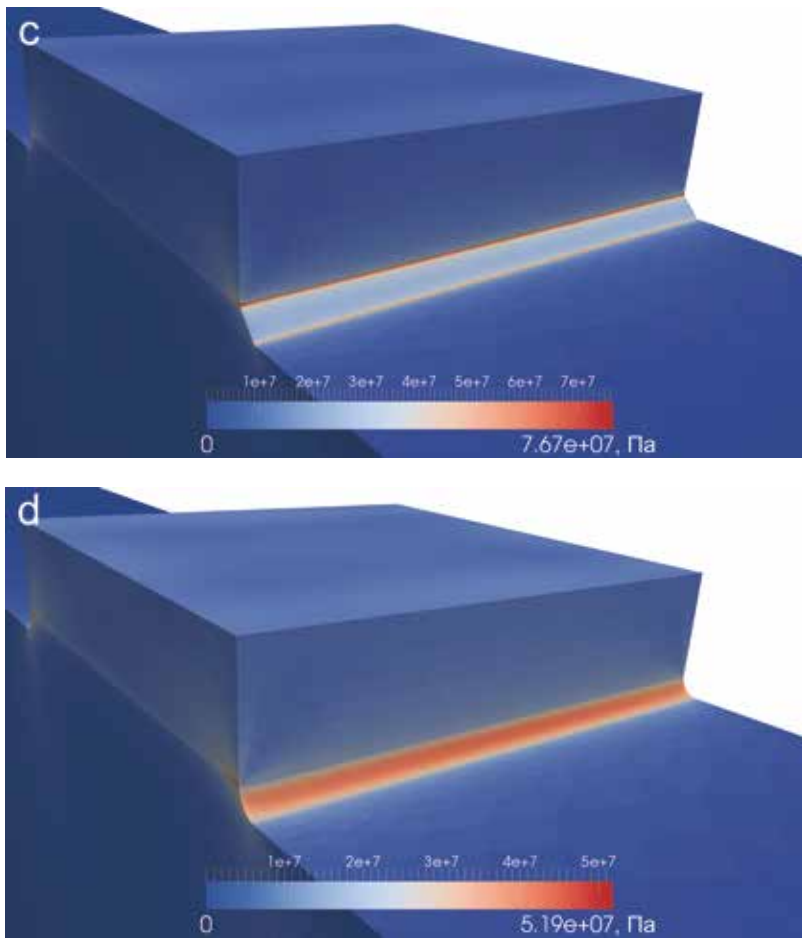


Рис. 5. Распределение напряжения около стыка для различных вариантов геометрии

На рис. 6 дана зависимость локального максимального значения напряжения по Мизесу от размера сетки. Можно заметить, что для вариантов а, б и с локальное максимальное значение напряжения по Мизесу стремится к бесконечности. А для геометрии d наблюдается сходимость.

Подобное поведение напряжения для вариантов а, б и с связано с наличием разрыва по перемещениям вдоль горизонтальной линии, пересекающей угол (рис. 7). Из полученных распределений перемещений можно заметить линейное приближение разрыва около угла стыка для случаев а, б и с, а также сходимость перемещений для варианта d с округленным углом.

Следовательно, был сделан вывод о том, что геометрия угла стыка d дает решение, сходящееся при локальном уменьшении размера ячеек сетки, и, соответственно, такой вариант стыка можно использовать при получении адекватных значений напряжения для рассматриваемой задачи.

Также было проведено исследование сходимости результатов при локальном сгущении сетки в подобласти внутренней арматуры. При этом были получены значения перемещения и напряжения по Мизесу, представленные в табл. 3. Из этой таблицы видна сходимость полученных значений перемещения при сгущении сетки, а также адекватное поведение решения для напряжений. Таким образом, был сделан вывод об отсутствии особенностей решения при уменьшении размеров ячеек в арматуре.

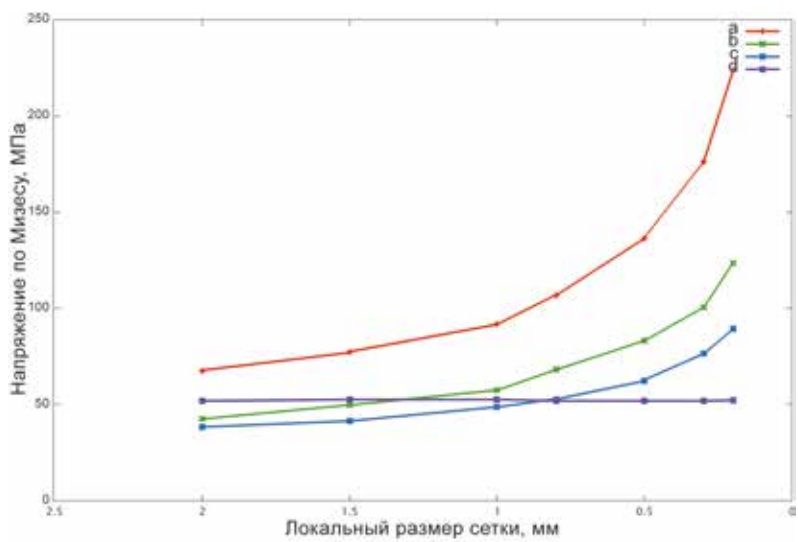
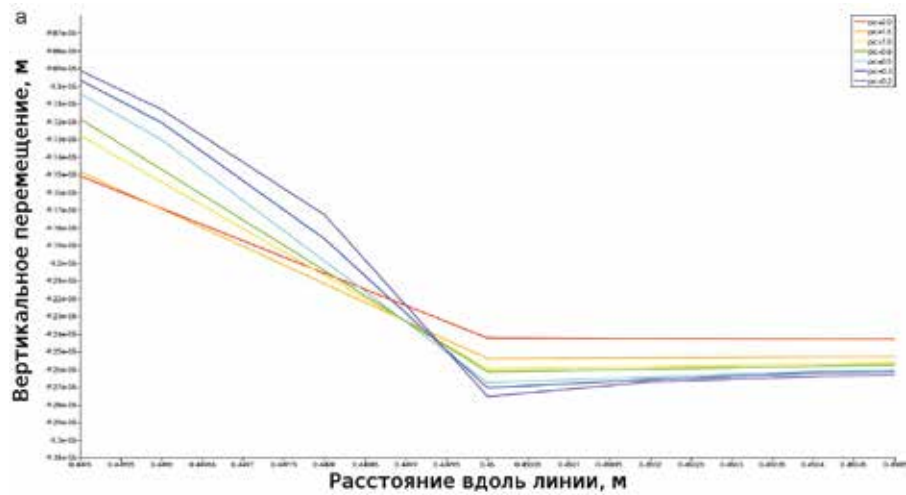


Рис. 6. Зависимость локального максимального значения от размеры сетки

Таблица 3

Зависимость решения от локального размера ячеек сетки

Размер, мм	Количество ячеек сетки	Максимальное значение	
		$u_{max}, 10^{-5} \text{ м}$	$\sigma_{max}^{Mises}, \text{ МПа}$
5	2035551	9,461	75,11
3	2512003	9,454	75,22
2	3698039	9,448	75,06
1,5	7630836	9,444	75,00
1	18473917	9,441	75,14



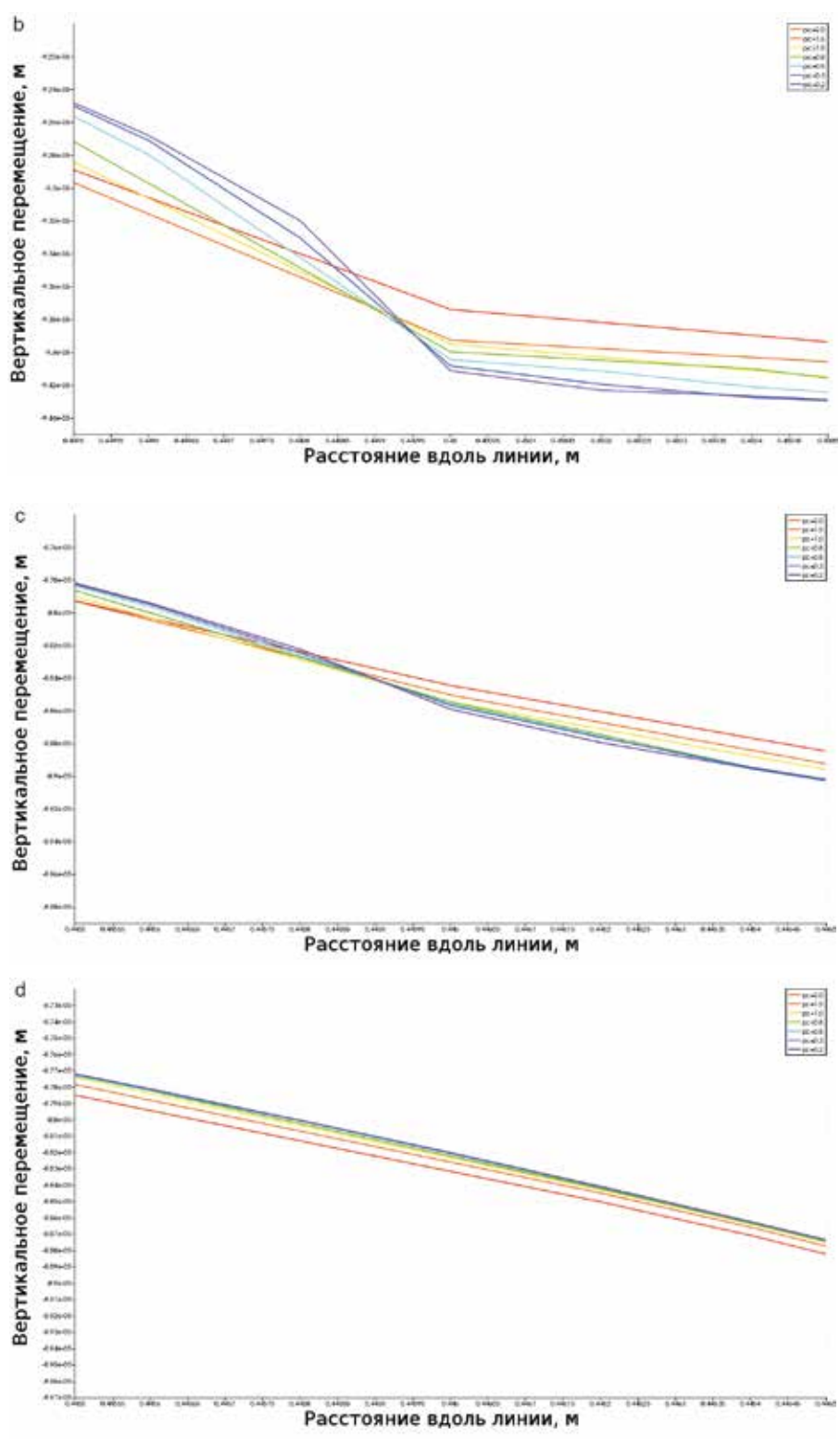


Рис. 7. Распределения вертикальной составляющей перемещения вдоль горизонтальной линии, пересекающей угол стыка для различных вариантов

Сравнительный анализ

С целью оценки влияния арматуры в железобетонной конструкции проведен сравнительный анализ упруго-деформированного состояния для бетона с внутренней металлической арматурой и без нее. Анализ был проведен для нового и старого бетона, для которых были взяты разные значения модуля Юнга и коэффициента Пуассона, которые представлены в табл. 4.

На основании полученных данных был сделан вывод о том, что использование арматуры усиливает устойчивость конструкции к упругим деформациям. Для сравнения, в табл. 5 приведены значения максимальных величин вектора деформации и напряжений по Мизесу в случае реализации решения с арматурой и без нее для нового и старого бетона. Отметим, что наличие стального каркаса в новом бетоне уменьшает значения перемещения и напряжения под действием внешних поверхностных сил примерно на 10 % и 5 %, соответственно. А в случае старого бетона аналогичный вклад составляет порядка 15 % и 7 %.

Заключение

Проведено исследование численного решения задачи линейной упругости для напряжений в области концентрированного напряжения с выявлением расходимости напряжения при локальном сгущении сетки, связанной с разрывом решения по перемещениям. Даны рекомендации по устранению особенности решения посредством округления углов.

По результатам сравнения численного решения по перемещениям и напряжениям для бетона с арматурой и без нее было показано положительное влияние внедрения арматуры на бетонную плиту посредством уменьшения максимального значения перемещений и напряжений на плите.

Таблица 4

Упругие постоянные при различных вычислениях

Новый бетон		
Материал	Модуль Юнга, E , ГПа	Коэффициент Пуассона, ν
Бетон	32,7	0,27
Сталь	200	0,30
Старый бетон		
Материал	Модуль Юнга, E , ГПа	Коэффициент Пуассона, ν
Бетон	13,7	0,27
Сталь	200	0,30

Таблица 5

Максимальные значения перемещения и напряжения
для нового и старого бетона с арматурой и без

Новый бетон		
	Максимальное значение	
	$u_{max} \cdot 10^{-5}$ м	σ_{max}^{Mizes} , МПа
С арматурой	9,44	75,14
Без арматуры	10,32	78,75
Старый бетон		
	Максимальное значение	
	$u_{max} \cdot 10^{-5}$ м	σ_{max}^{Mizes} , МПа
С арматурой	20,40	115,51
Без арматуры	23,49	121,91

Автор благодарит профессора Вабищевича П. Н. и профессора Васильева В. И. за ряд важных замечаний по выполнению и оформлению работы.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 15-31-20856.

Л и т е р а т у р а

1. Вабищевич П. Н., Васильева М. В., Колесов А. Е. Схема расщепления для задач пороупругости и термоупругости // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 2014. – Т. 54, № 8. – С. 1345-1355.
2. Kolesov A. E., Vabishchevich P. N., Vasilyeva M. V., Gornov V. F. Splitting scheme for poroelasticity and thermoelasticity problems // Lecture notes in computer science. – 2015. – Vol. 9045. – P. 241-248.
3. Vabishchevich P. N., Vasil'eva, M. V., Kolesov A. E. Splitting schemes for poroelasticity and thermoelasticity problems // Computers and mathematics with applications. – 2014. – Vol. 67, № 12. – P. 2185-2198.
4. Sivtsev P. V., Vabishchevich P. N., Vasilyeva M. V. Numerical simulation of thermoelasticity problems on high performance computing systems // Lecture notes in computer science. – 2015. – Vol. 9045. – P. 364-370.
5. Афанасьева Н. М., Вабищевич П. Н. Устойчивые разностные схемы для некоторых параболических уравнений // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 2014. – Т. 54, № 7. – С. 1186-1193.
6. Afanas'eva N. M., Vabishchevich P. N., Vasil'eva M. V. Unconditionally stable schemes for convection-diffusion problems // Russian Mathematics. – 2013. Vol. 57, № 3. – P. 1-11.
7. Lui S. H. Numerical Analysis of Partial Differential Equations. – Wiley, 2012.
8. Антонов М. Ю., Афанасьева Н. М., Борисов В. С., Вабищевич П. Н., Васильева М. В., Григорьев А. В., Захаров П. Е., Колесов А. Е., Сирдитов И. К., Попов П. А. Вычислительные технологии. Профессиональный уровень / Под ред. П. Н. Вабищевича. – Якутск: Издательский дом СВФУ, 2014. – 308 с.
9. Logg A., Mardal K. A., Wells G. N. Automated solution of differential equations by the finite element method: The FeniCS Book. – Springer, 2012.
10. Smarzewski P., Poręba J., Rentflesz A. Badania doświadczalne tarcz żelbetowych z betonu wysokowartościowego z dodatkiem włókien // Budownictwo i Architektura. – 2012. – Vol. 10. – P. 15-26.
11. Rombach G. A. Finite-element Design of Concrete Structures: Practical Problems and Their Solutions. – Thomas Telford, 2004. – 360 p.

R e f e r e n c e s

1. Vabishchevich P. N., Vasil'eva M. V., Kolesov A. E. Skhema rasshchepleniia dlia zadach porouprugosti i termouprugosti // Zhurnal vychislitel'noi matematiki i matematicheskoi fiziki. – 2014. – T. 54, № 8. – S. 1345-1355.
2. Kolesov A. E., Vabishchevich P. N., Vasilyeva M. V., Gornov V. F. Splitting scheme for poroelasticity and thermoelasticity problems // Lecture notes in computer science. – 2015. – Vol. 9045. – P. 241-248.
3. Vabishchevich P. N., Vasil'eva, M. V., Kolesov A. E. Splitting schemes for poroelasticity and thermoelasticity problems // Computers and mathematics with applications. – 2014. – Vol. 67, № 12. – P. 2185-2198.
4. Sivtsev P. V., Vabishchevich P. N., Vasilyeva M. V. Numerical simulation of thermoelasticity problems on high performance computing systems // Lecture notes in computer science. – 2015. – Vol. 9045. – P. 364-370.
5. Afanas'eva N. M., Vabishchevich P. N. Ustoichivye raznostnye skhemy dlia nekotorykh parabolicheskikh uravnenii // Zhurnal vychislitel'noi matematiki i matematicheskoi fiziki. – 2014. – T. 54, № 7. – S. 1186-1193.
6. Afanas'eva N. M., Vabishchevich P. N., Vasil'eva M. V. Unconditionally stable schemes for convection-diffusion problems // Russian Mathematics. – 2013. Vol. 57, № 3. – P. 1-11.
7. Lui S. H. Numerical Analysis of Partial Differential Equations. – Wiley, 2012.
8. Antonov M. Iu., Afanas'eva N. M., Borisov V. S., Vabishchevich P. N., Vasil'eva M. V., Grigor'ev A. V., Zakharov P. E., Kolesov A. E., Sirditov I. K., Popov P. A. Vychislitel'nye tekhnologii. Professional'nyi uroven' / Pod red. P. N. Vabishchevicha. – Yakutsk: Izdatel'skii dom SVFU, 2014. – 308 s.
9. Logg A., Mardal K. A., Wells G. N. Automated solution of differential equations by the finite element method: The FeniCS Book. – Springer, 2012.
10. Smarzewski P., Poręba J., Rentflesz A. Badania doświadczalne tarcz żelbetowych z betonu wysokowartościowego z dodatkiem włókien // Budownictwo i Architektura. – 2012. – Vol. 10. – P. 15-26.
11. Rombach G. A. Finite-element Design of Concrete Structures: Practical Problems and Their Solutions. – Thomas Telford, 2004. – 360 p.

ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 811.161.1

Я. Я. Горбунова

ОЦЕНОЧНЫЕ НОМИНАЦИИ ЧЕЛОВЕКА С СМЫСЛОВОЙ ДОМИНАНТОЙ «ОСОБЕННОСТИ ХАРАКТЕРА» КАК СПОСОБ ОБЪЕКТИВАЦИИ ЦЕННОСТНОЙ КАРТИНЫ МИРА

Рассматриваются оценочные номинации человека в русских старожильческих говорах Якутии. Через анализ данных номинаций можно выйти на нравственный аспект языковой картины мира старожилов. Актуальность исследования обусловлена недостаточной изученностью оценочных номинаций. Цель и задача данного исследования – выявить нравственный образ человека на основе анализа оценочных номинаций с семантической доминантой «особенности характера», которая является одной из частотных доминант в русских старожильческих говорах. Методом сплошной выборки мы отобрали практический материал из пяти «Словарей русских старожильческих говоров на территории Якутии» М. Ф. Дружининой. В исследовании выделены и проанализированы три группы оценочных номинаций. Анализ лексических значений, внутренних форм слов и метатекстов позволил сформировать нравственный образ человека в сознании носителей языка. В дальнейшей работе будут рассмотрены оценочные номинации с семантическими доминантами «особенности поведения и речи», «особенности внешности и физическое состояние», «умственные способности». Эти доминанты являются основными, потому что включают в себя частотные оценочные номинации.

Ключевые слова: русские старожильческие говоры Якутии, оценочная номинация, внутренняя форма слова, лексическое значение, метатекст, семантическая доминанта, мораль, нравственность, концептуализация, фразеологизм.

Ya. Ya. Gorbunova

Evaluative Nominations of a Person with Semantic Dominant of «Character Trait» as a Way of Objectivization of Axiological Worldview

This article considers the estimated nominations of person in Russian the old resident dialects of Yakutia. In the XVII century the Russian old residents of Yakutia moved from Veliky Novgorod to Yakutia and kept the native language. Through the analysis of these nominations it is possible to come to moral aspect of a linguistic worldview of old residents. Relevance of research is caused by insufficient study of the estimated nominations. The purpose is identification of a moral image of person on the basis of the analysis of the

ГОРБУНОВА Яна Яковлевна – аспирант Института филологии и межкультурной коммуникации Северного (Арктического) федерального университета имени М. В. Ломоносова.

E-mail: tomari_91@mail.ru

GORBUNOVA Yana Yakovlevna – Postgraduate, Institute of Philology and Cross-Cultural Communication, Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov.

E-mail: tomari_91@mail.ru

estimated nominations with semantic dominant of «feature of character». The main objective of this research is to analyze the estimated nominations with a semantic dominant of «feature of character» which is one of frequency dominants in Russian old resident dialects. By method of continuous selection we selected practical material from five «Dictionaries of Russian old resident dialects in the territory of Yakutia» by M. F. Druzhinina, whose material gathered from the 50s of the XX century. In research three groups of the estimated nominations are allocated. The analysis of lexical meanings, internal forms of words and metatexts allowed to create a moral image of person in consciousness of native speakers. In further work the estimated nominations with semantic dominants will be considered: «features of behavior and speech», «features of appearance and physical state», «mental abilities». These dominants are the main because include the frequency estimated nominations.

Keywords: Russian old resident dialects of Yakutia, estimated nomination, internal form of the word, lexical meaning, metatext, semantic dominant, morals, morality, conceptualization, phraseological unit.

Введение

С конца XX в. и по сегодняшние дни когнитивное направление в лингвистике является одним из актуальных в языкознании. Современные исследователи занимаются изучением роли языка в концептуализации и категоризации окружающего мира, рассматривают язык как механизм познания, как феномен, неразрывно связанный с человеческой деятельностью. Немаловажную роль в концептуализации действительности и представлений о человеке как её части выполняют оценочные слова, которые объективируют особенности национальной языковой картины мира. Как отмечает лингвист Е. М. Вольф, «в мире оценок действует не истинность относительно объективного мира, а истинность относительно концептуального мира участников акта коммуникации» [1, с. 203]. Слова и высказывания, окрашенные эмоциями и отношением к объекту, дают оценку всему, что окружает носителей языка (в нашем случае говорящего). Через анализ оценочных номинаций можно выйти на нравственный аспект, узнать, какие духовные и нравственные ценности преобладают у объекта исследования. Духовные ценности – основа культуры любого народа. Язык же фиксирует результаты духовных поисков народа. Оценочные номинации, на наш взгляд, отражают результат осмысления мира и коллективных оценок.

Объектом нашего исследования являются русские старожильческие говоры Якутии. Их история начинается с XVII в., когда в Якутию переселились беженцы из Великого Новгорода. Несмотря на местное окружение, русские старожилы сохранили свой родной язык и культуру. *Предмет* исследования – оценочные номинации человека, отражающие коллективные нравственные ценности.

Цель и задача данного исследования – выявить нравственный образ человека на основе анализа оценочных номинаций с семантической доминантой «особенности характера», которая является одной из частотных доминант в русских старожильческих говорах. Этот анализ позволит выявить некоторые особенности концептуализации действительности и представлений о человеке носителей старожильского говора.

Понятия «мораль» и «нравственность» в различных толковых словарях

Методом сплошной выборки мы собрали практический материал, в котором преобладали оценочные номинации, объективирующие характер человека. Для анализа данных оценочных номинаций следует уточнить такие понятия, как «мораль» и «нравственность». Понятия морали и нравственности тесно связаны с жизнью общества и каждого отдельного человека. В них заключены нормы и правила поведения, которые собирались и менялись людьми многие века. Мнения исследователей по определению этих понятий сходятся. В толковых словарях А. П. Евгеньевой и С. А. Кузнецова понятие «мораль» подразумевает отношения между людьми, построенные на принятых правилах и нормах поведения, а «нравственность» касается духовных качеств человека и поведения индивидуума в обществе. «Мораль» в обоих словарях определяется как: 1. «Совокупность принципов и норм поведения людей по отношению друг к другу и к обществу, нравственность» [2, с. 298;

3, с. 556]. Также тождественны и второе, и третье значение данного слова: 2. «Нравственный вывод, урок из чего-л.»; 3. «Разг. Нравоучение, наставление» [там же]. «Нравственность» в словаре А. П. Евгеньевой прежде всего обозначает норму поведения человека в обществе, а во втором значении – его моральные качества [2, с. 513]. А в словаре С. А. Кузнецова в первом значении «нравственности» стоят «внутренние (духовные и душевные) качества человека, основанные на идеалах добра, справедливости, долга, чести и т. п., которые проявляются в отношении к людям и природе», в во втором значении – «совокупность норм, правил человека в обществе и природе, определяемые этими качествами» [3, с. 659]. В Толковом словаре РАН нравственность трактуется как «внутренние духовные качества, которыми руководствуется человек, этические нормы, правила поведения, определяемые этими качествами» [4, с. 529]. В словаре В. И. Даля нет больших различий между понятиями: «Мораль – нравоучение, нравственное учение, правила для воли, совести человека. Моральные истины, нравственный идеал» [5, с. 352]. Значение понятия «нравственность» сходится со значениями, данными в словарях А. П. Евгеньевой и С. А. Кузнецова. «Нравственный» характеризует добронравного и добродетельного человека [5, с. 575].

Таким образом, можно прийти к выводу, что представления о морали связаны, прежде всего, с отношениями в обществе, которые держатся на принятых правилах и нормах поведения. Эти правила играют важную роль в формировании личности человека, они влияют на его мировоззрение. Соблюдение норм морали помогает строить межличностные отношения. В языковом сознании понятия морали и нравственности часто отождествляются. Человек, который соблюдает мораль общества, обладает положительными чертами характера, считается нравственным и ценится в обществе. Нарушение общественных правил и обладание дурным характером порицается в обществе. Эти представления не могут не отразиться в языке. Слова, характеризующие человека, содержат положительную или отрицательную оценку в различных компонентах лексического значения (денотативном, коннотативном), во внутренней форме или в значениях морфем, метаязыковом сознании. Они позволяют выйти на нравственный аспект языковой картины мира.

Группы семантической доминанты «особенности характера»

В результате отбора оценочных номинаций нами было выявлены основные семантические доминанты: «особенности поведения и речи», «особенности характера», «отношение к труду», «особенности внешности и физическое состояние», «умственные способности». В пределах той или иной семантической доминанты нами были выделены дифференциальные признаки, в соответствии с которыми группировались анализируемые номинации. Поскольку данное исследование посвящено анализу оценочных номинаций с семантической доминантой «особенности характера», были выделены следующие группы:

1. Недружелюбность, враждебность: «злобу питать», «злоимка», «зорить», «избучить», «зудиться», «зысковать», «изобидеть», «бугаём смотреть», «идти на горло», «горло открыть», «дать тумака», «жварить», «жилы вымотать», «косулиться», «отворотный», «оголодаться», «отковшить», «отхвойдать»;

2. Дружелюбность, жалостливость, добродушие: «иметь увязку», «обиходный», «просторный», «путной», «отвагу давать», «призорливый», «подходный», «доброумной», «доброумой», «душевной», «бравый», «войти (входить) в положение», «голова (не) болит по ком», «давать честь»;

3. Другие качества человека: высокомерный («сирунчик», «задавалистый», «иванить»), завистливый («заведущей», «зарной»), гордый («коловратной»), смелый («развитной»), спокойный («смирёный», «тихой»), упрямый («своебышной», «штырить»), робкий («полохливый», «потихоня») и другие.

В пяти словарях М. Ф. Дружининой частотной номинацией является «недобродушный, злой человек» – мы насчитали 172 лексические единицы. Данное качество характера обладает сильной эмоциональной окраской, негативной оценкой со стороны говорящего, поэтому является самой многочисленной номинацией. В русской языковой картине мира

одной из аксиологических категорий является соборность, согласно которой люди стремятся к единению, единство для русского человека – это состояние души. Поэтому такие свойства человека, как недобродушие, недружелюбие, враждебность осуждаются.

Положительно оцениваются противоположные качества человека (добродушие, доброжелательность и др.). Номинации, обозначающие эти качества, являются менее частотными (всего 51 единица). Данная ключевая оппозиция составляет смысловое поле нравственности. В третью группу номинаций с семантической доминантой «особенности характера» мы включили остальные номинации, которые характеризуют нравственный мир человека. Они являются не менее важными при анализе данной доминанты, но сильно уступают численностью двум предыдущим группам.

Анализ оценочных номинаций первой группы «недружелюбность, враждебность»

Рассмотрим первую группу номинаций, характеризующих негативное отношение человека к другим людям, недоброжелательного человека. Такие номинации содержат модус осуждения и неодобрения.

Например, «ругательник, -а, м. Ругатель, сквернослов, грубиян. – *Охто часто ругается, плохие слова говорит, пакостит языком, мы называем ругательник* (Аллаих. РУ. Чок.). *Ругательников у нас здесь не уважают, выпровадят* (Н.-Кол. Пох.)» [6, с. 22], «ругач, -а, м. Тот, кто ругается, сквернословит; то же, что ругательник. – *Жили оне худо, жена ругачка была, он тоже ругач хороший* (Чер. Як. Мар.)» [6, с. 22]. Вырисовывается риторический идеал русских старожилов Якутии: они осуждают тех, кто употребляет инвективы и матизмы, т. е. в обществе существует запрет на употребление таких грубых слов (*Ругательников у нас здесь не уважают, выпровадят*). Оценка содержится в денотативном компоненте лексического значения. Осуждению подвергается действие «ругаться».

Фразеологизм «злой да злой (о человеке). Очень недобродушный. – *В здоровые-то годы хороший охотник он был, на медведя промышлял. Теперь старик стал да ишо не видий, тёмный. Злой да злой стал, бедный.* (Лен. Вит.). *Тангусы хорошо стреляют, оне же охотой и живут, но оне злые да злые. Опасные оне.* (Лен. Пел. Вит.)» [7, с. 118]. Повтор лексемы в устойчивом выражении маркирует усиление признака. Метаязыковой аспект маркирует сему 'опасность'. Эта сема формирует представление о враждебности человека к другим людям. Зло в русской языковой картине мира противопоставлено любви как идеальному чувству. Любовь в представлениях русского человека является источником красоты как аксиологической доминанты картины мира и рождает желание творить добро. Не случайно в метаязыковом сознании носителей говора сохранилась установка: добро – это оценка деятельности человека с позиции полезности для него самого, для его душевного мира. Ср.: *Злой да злой стал, бедный.* (Лен. Вит.). Отсюда и актуализация концептов 'добро', 'душа' во внутренней форме номинаций (*добродушный, доброумный, душевный* и др.). Душа для русского человека – средоточие красоты и добра.

В оценочных номинациях немаловажную роль в концептуализации играет внутренняя форма слова. Например, номинация «злоимка» имеет внутреннюю форму, буквально фиксирующую следующую структуру знаний: 'имеющая зло', т. е. таящая в себе зло («злоимка, -и, ж. Ненавистница. – *А бабушка-то их вокшу да не злоимка* (РУ. Лаб.)» [8, с. 95]. Между лексическим значением и внутренней формой возникают синонимичные отношения, ведь таить (держать) в себе зло тождественно чувству ненавидеть. Ненависть – одна из ипостасей зла. Об этом свидетельствует и слово «ненавистник», зафиксированное в толковом словаре С. И. Ожегова и Н. Ю. Шведовой и означающее 'человек, постоянно желающий зла другим, исполненный ненависти к кому-н.' [9, с. 408]. Внутренняя форма содержит и оценочную пропозицию: такие люди осуждались. В словаре В. И. Даля зафиксировано похожее слово «злоименитый» [10, с. 707], характеризующее человека, который стал знаменит с дурной стороны. Лексическое значение слов не совпадает, т. к. в основе первого лежит глагол «иметь», а в основе второго – быть именитым, известным. В русском языке есть выражение «дурная слава». Понятия «быть злоименитым» и «иметь дурную славу» являются

тождественными. Слово «злоимка» имеет другую внутреннюю форму, поэтому развило другое лексическое значение. Следует отметить гендерную ориентацию номинации: она характеризует женщин.

Примечательна номинация «иврейный», которая не имеет аналогов в словарях В. И. Даля, А. П. Евгеньевой и С. А. Кузнецова. Слово «иврейный» имеет негативное лексическое значение: «Хитрый, недоброжелательный. – У нас новый председатель-то иврейной шибко, вредный (Лен. Хам.). Ох и иврейный ты мальчишка, прямо слов нет (Пел.)» [8, с. 98]. Происходит от слова «иврей», что значит ‘еврей’. Стоит отметить, что это значение имеет пометку «шутл.». Русские старожилы соотносят данный характер с национальностью, которая известна своей непростой историей. В языковом сознании русских содержится этнический стереотип евреев как самых хитрых, жадных и проворных. Русскими старожилыми хитрость человека осуждается, они ценят в человеке простоту и доброжелательность. Например, «просторный, -ая, -ое. Простой, доброжелательный» [11, с. 232]. Об этом свидетельствует метатекст: «А этта-то просторный народ (Лен. Хам.). Народ здесь раньше просторный был. Давно живущие, природные они-то просторные (Мач.)» [11, с. 232]. Слово происходит от существительного «простор». В языковом сознании русского человека простор осмысливается, прежде всего, как ширина, широта. Пространство трёхмерно, а простор актуализирует представление о горизонтальном измерении. Эмоциональную составляющую простора отмечает А. Д. Шмелёв, приводя высказывание Василия Аксёнова: «Простор – это когда легко дышится, ничто не давит, не стесняет, когда можно пойти куда угодно, когда есть разгуляться где на воле...» [12, с. 76]. Просторный – это такой, где не тесно, где можно свободно двигаться и легко дышать [там же]. Если лексическое значение концептуализирует такие признаки, как ‘желающий добра’, то внутренняя форма указывает на ассоциативную связь с устойчивыми выражениями «широта души», «широкий человек». Концептуализируются такие качества человека, как ‘хлебосольство’, ‘щедрость’, ‘размах’. Маркируется представление о великодушном человеке, не склонном мелочиться. Именно для русской культуры красота соотносится с созерцательным типом мышления, согласно которому созерцательность выше расчётливости и прагматичности. Использование образа простора в оценочной номинации актуализирует особенности русского менталитета, одним из признаков которого является корреляция пространства с нравственными ориентирами. Таким образом, положительная оценка содержится на концептуальном уровне номинации (во внутренней форме).

Глагол «задориться» означает ‘сердиться’. Ср.: «Сделаешь замечание, а он задорится, не любит критики (РУ. Лаб.)» [8, с. 80]. В словаре В. И. Даля глагол зафиксирован в значении ‘приходить в задор, петушиться, норохтиться, порываться не по силам’ [10, с. 591]. Также в словаре присутствуют слова «задорный, задорливый», что значит ‘буян, забияка, беспокойный, сварливый, искатель ссор’ [10, с. 590]. В словаре русских старожилов тоже присутствует слово «задорный» с похожим значением ‘сердитый’. Номинация «задиришка» имеет негативное значение ‘забияка; то же, что дракун’. Это слово встречается в словаре Даля без уменьшительно-пренебрежительного суффикса («задира»). Суффикс -шик- передает уничижительное оценочное значение. Можно сделать вывод, что в старожиловских говорах слова, обозначающие сердитого человека, не претерпели больших изменений, сохранили лексическое значение и форму слова. Между лексическим значением и внутренней формой слова возникают отношения причины (сердиться) и следствия (задор – «ссора»). В историко-этимологическом словаре русских говоров Алтая существительное «задор» используется в сочетаниях «в задор лезть», «ввести в задор», «на задор что-либо сделать» и осмысливается как ‘ссора, драка, вызов’ [13, с. 27]. Прилагательное «задорный» осмысливается как ‘любящий что-либо делать, ревностный, старательный, усердный в работе’ [там же]. Как видим, прилагательное «задорный» развило лексическое значение в алтайских говорах (приобрело положительную семантику) и сохранило негативную коннотацию в старожиловских говорах Якутии. Склонность к ссорам порицается в культуре старожилов,

как и в русской культуре в целом. Такая характеристика противоречит стремлению к единству, к терпимости как состоянию души (соборности как аксиологической доминанте языковой картины мира).

Анализ оценочных номинаций второй группы «дружелюбность, жалостливость, добродушие»

Ко второй группе номинаций с семантической доминантой «особенности характера» относятся оценочные номинации, обозначающие доброжелательного человека. Такая характеристика отражает представления о нормальном, соответствующем общепринятому порядку бытия. В номинациях отражены ценностные ориентиры социума. Например, слова «доброумой» и «доброумной» имеют одинаковое значение: «Доброжелательный, благонравный. – *Доброумной – это вежливый человек, добродушной* (РУ. Фед.). *Доброумой человек, он посоветует людям хорошее, он спокойной человек, рассудительной* (Аллаих. Осен. Чок.)» [8, с. 47]. В лексическом значении концептуализируется представление о концептах добро, благо, которые являются ипостасями аксиологической доминанты мудрости. Возможно, поэтому в метаязыковом сознании и во внутренней форме нашли отражение аспекты мудрости: ум, разум, рассудительность, добрые мысли. В данной номинации важную роль играет внутренняя форма слова, которая подразумевает «человека с добрыми мыслями». Это подтверждается сведениями из словаря В. И. Даля, в котором встречается слово «доброумный»: «кто не пускается в дурную жизнь, в безрассудные предприятия, а живет скромно и разумно, добрый и рассудительный человек» [10, с. 457]. Внутренняя форма слова синонимична лексическому значению: добрые мысли и добрая душа. Актуализируется оценочная пропозиция: люди с такой чертой характера приветствовались. Концептуализируется признак *‘добродушный’*. И снова душа осмысливается как средоточие чувства красоты и желания творить добро.

Интерес представляют номинации, значение которых несколько изменилось. Например, оценочное прилагательное «бравый» в русском языке означало *‘осанистый, видный, красивый; путный, добрый, добротный, хороший’* [10, с. 124]. Слово уже своей внутренней формой актуализировало модус одобрения (от фр. «браво»). В русском старожильческом говоре Якутии слово маркирует позитивное отношение к труду, что актуализируется метатекстом. Ср.: «бравый, -ая, -ое. 1. Доброжелательный /о человеке/. – *Он бравый человек. Народ-то бравый у нас, работают хорошо* (Лен. Вит.). *Наш народ бравый, знает работать* (Олек. Бер.)» [14, с. 78]. Лексическое значение концептуализирует признак *‘доброжелательный’*, а метаязыковое сознание концептуализирует признак *‘трудолюбивый’* (*работают хорошо; знает работать*). В сознании русских старожилов Якутии признак *‘доброжелательность’* отождествляется с *‘трудолюбием’*. Концептуализируется и установка на *красоту труда*.

К номинациям, которые имеют несколько значений, относится слово «обиходный». Оно тоже связано с темой трудолюбия. В первом значении номинация обозначает человека хозяйственного и экономного, с положительной оценкой: «*Обиходна она и по хозяйству* (Олек. Мач.)» [11, с. 106]. Второе значение: «Обходительный. – *Девка она обиходна, ласкова, хороша девка* (Лен. Ст. Мухт.)» [там же]. В словаре В. И. Даля слово «обиходный» имеет только одно значение (которое касается характеристики человека) *‘хозяйственный, порядливый и т. д.’* [5, с. 603], но существительные «обиходник» и «обиходница» дают определение не только хозяйственного, но и доброго, заботливого человека. Внутренняя форма слова «обиходный» показывает, что в первую очередь концептуализируется такое качество человека, как хозяйственность, а лексическое значение «обходительный» является результатом развития идеи внутренней формы. В русском старожильческом говоре Якутии это слово прежде всего обозначает нравственное свойство человека – обходительность, доброжелательность, что маркируется лексическим значением и метатекстом. Дополнительным становится свойство *‘хозяйственность’*, что маркируется метатекстом. Концептуализируется признак *‘обиходности’*, *‘доброжелательности’*, который оценивается положительно наряду с *‘хозяйственностью’*. Данное свойство тоже объективирует аксиологическую доминанту

языковой картины мира – *соборность* как стремление русского человека к единению, взаимопониманию.

Номинации «жалливый» и «жалостливый» сохранили и форму слова, и лексическое значение. Эти слова встречаются в словаре В. И. Даля: «Жалостливый, жалливый и жалобливый – *милосердый, сострадательный, мягкосердый*» [10, с. 541]. Ср.: «жалостливой, -ая, -ое. Прилаг. к жалость. – *Отец-то тоже шибко жалостливой был, за всех нас переживал* (Лен. Ст. Мухт.)» [8, с. 69]. Эти номинации характеризуют добродушного человека, которому свойственно сопереживание и сострадание. Концептуализируется признак '*милосердность*', '*мягкосердечность*'. Данные свойства объективируют концепт любовь, который в языковом сознании носителей русской культуры служит источником красоты. В народной картине мира чувство жалости отождествляется с чувством любви (жалеет – значит любит). В лексическом значении концептуализируется представление о сердце как органе, которым мы созерцаем Бога (милосердный). Слово «сердце» реализует символическое значение – средоточие чувств (прежде всего положительно оцениваемых народом). В метатексте реализуется представление о душе как средоточии желания творить добро: *Отец-то шибко жалостливой был. Душа у него хороший, сердце тоже, жалливой он всем* (РУ. Стан. Як. Ж.) [там же].

В русских старожильческих говорах Якутии фразеологизмы тоже дают яркую характеристику человеку. Например, фразеологизмы «давать честь», «душа на зараспашку», «с доброй душой» имеют в своем составе существительные, на которые делается акцент при определении характера человека. Слова «честь» и «душа» взаимосвязаны, они определяют нравственного человека, добронравного, честного. Доказательством служат метатексты: «*А баба-то у его уважительная, привечает с уважением гостей, честь умеет делать* (Н.-Кол. Ерм.); *Честь давать – это хорошо принимать гостей* (РУ. Кузъм. Осен.) [7, с. 86]; *Отцу нашему для детей своих ничего не жалко, он все им отдает. У него душа на зараспашку. Он хороший человек, с большой душой, а вот дети неодинаковы* (Лен. В.-Нюя) [7, с. 100]; *А мать-то хороша была, добродушна, со всеми поговорит, много хорошего желает. К людям шла она с доброй душой, привечала хорошо* (Ханг. Бат. Син.) [7, с. 101]». Концептуализируются признаки '*честность*', '*простота души*', '*добродушие*'. Объективируется концепт душа как средоточие аксиологической доминанты русского человека – красоты, добра, любви.

Третья группа «другие качества человека»

К третьей группе мы отнесли различные признаки, характеризующие человека. Например, *высокомерный, гордый, спокойный, смелый* и другие. Так как каждый признак объективирован немногочисленными номинациями, мы объединили их в одну группу. Например, номинация «стяжок» обозначает скупого, жадного человека. Ср.: «стяжок, -жка, м. О скупом, жадном человеке. – *Сам он больной, работать тяжелое не может, а вот стяжок добрый был скупой шибко* (Як. Таб.)» [6, с. 66]. В словаре В. И. Даля встречается слово «стяжательный», которое определяет человека «*корыстного, жадного, падкого на стяжанье*» [15, с. 361]. «Стяжка» происходит от слова «стягивать» в значении '*добывать, приобретать*'. У слова «стяжатель» зафиксировано и положительное значение – '*приобретатель, добыватель, обладатель*'. [там же]. В старожильческих говорах в номинации «стяжок» сохранилась только отрицательная оценочная коннотация: '*корыстный, жадный, падкий на стяжанье, скупой*'.

Заключение

Семантическая доминанта «особенности характера» является самой частотной, именно через оценку характера можно выйти на понимание моральных устоев носителей говора, узнать, какие нравственные нормы приемлемы для них, и, главное, выйти на нравственный аспект языковой картины мира русских старожилков Якутии. Понятия добра и зла являются фундаментальными, характерными для каждой языковой картины мира. Всё разнообразие номинаций, сохранившихся ещё со времен переселения старожилков и имеющих особенности в лексическом значении или внутренней форме слова, помогает узнать, какие качества человека порицаются или приветствуются в данном обществе.

Оценка содержится либо в лексическом значении (её денотативном или коннотативном компонентах), либо во внутренней форме номинации, либо в метатексте, становясь компонентом метаязыкового сознания. В оценочных номинациях концептуализируются пресуппозиции носителей говора (жизненные установки): на красоту человека труда, на любовь как источник красоты и желания творить добро и др. Концептуализируются аксиологические доминанты русской языковой картины мира (соборность, красота, мудрость), ключевые концепты русской культуры (добро, благо, зло, душа, добро и др.), образы (простор), аксиологические императивы (*нужно дружелюбно относиться к людям; нужно творить добро; нужно следовать установленным правилам* и др.).

Таким образом, оценочные номинации, объективирующие различные черты характера человека, формируют его образ в сознании носителей языка в соответствии с особенностями менталитета. Средством концептуализации представлений о человеке становятся лексические значения, внутренняя форма слова и метатексты.

Л и т е р а т у р а

1. Вольф Е. М. Функциональная семантика оценки / Вступ. ст. Н. Д. Арутюновой, И. И. Чельшевой. Изд. Стереотип. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2014. – 284 с. (Лингвистическое наследие XX в.).
2. Словарь русского языка: В 4-х т. / АН СССР, Ин-т рус. яз.; Под ред. А. П. Евгеньевой. – 3-е изд., стереотип. – М.: Русский язык, 1985-1988. – Т. 2. К-О. – 1986. – 736 с.
3. Большой толковый словарь русского языка / Сост. и гл. ред. С. А. Кузнецов. – СПб.: «Норинт», 2000. – 1536 с.
4. Толковый словарь русского языка с включением сведений о происхождении слов / Институт русского языка им. В. В. Виноградова. Отв. ред. Н. Ю. Шведова. – М.: Издательский центр «Азбуковник», 2008. – 1175 с.
5. Даль В. В. Толковый словарь живого великорусского языка. – М.: Издание книгопродавца-типографа М. О. Вольфа. Т. 2. – 1881. – 807 с.
6. Дружинина М. Ф. Словарь русских старожильческих говоров на территории Якутии (Р-Я): Учебное пособие. – Якутск: Изд-во Якутского ун-та, 2007. – 190 с.
7. Дружинина М. Ф. Фразеологизмы в старожильческих русских говорах на территории Якутии: материалы для фразеологического словаря русских говоров / М. Ф. Дружинина; [науч. ред. Н. Г. Самсонов]. – Якутск: Издательский дом СВФУ, 2013. – 280 с.
8. Дружинина М. Ф. Словарь русских старожильческих говоров на территории Якутии (Г-И): Учебное пособие. – Якутск: Изд-во Якутского ун-та, 2002. – 118 с.
9. Ожегов С. И., Шведова Н. Ю. Толковый словарь русского языка: 80000 слов и фразеологических выражений / Институт русского языка им. В. В. Виноградова. – 4-е изд., дополненное. – М.: ООО «ИТИ Технологии», 2008. – 944 с.
10. Даль В. В. Толковый словарь живого великорусского языка. – М.: Издание книгопродавца-типографа М. О. Вольфа. Т. 1. – 1880. – 723 с.
11. Дружинина М. Ф. Словарь русских старожильческих говоров на территории Якутии (К-П): Учебное пособие. – Якутск: Изд-во Якутского ун-та, 2007. – 245 с.
12. Шмелёв А. Д. Русская языковая модель мира: Материалы к словарю. – М.: Языки славянской культуры, 2002. – 224 с.
13. Историко-этимологический словарь русских говоров Алтая. – Вып. 4: З-К / сост. Л. И. Шелепова, Н. В. Бугорская, Ю. И. Гамаюнова, И. М. Камова, О. А. Киба, М. О. Сорокина; под общей ред. Л. И. Шелеповой. – Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та, 2010. – 312 с.
14. Дружинина М. Ф. Словарь русских старожильческих говоров на территории Якутии (А-В): Учебное пособие. – Якутск: Изд-во Якутского ун-та, 1997. – 138 с.
15. Даль В. В. Толковый словарь живого великорусского языка. – М.: Издание книгопродавца-типографа М. О. Вольфа. Т. 4. – 1882. – 704 с.

References

1. Vol'f E. M. Funktsional'naja semantika otsenki / Vstup. st. N. D. Arutiunovoi, I. I. Chelyshevoi. Izd. Stereotip. – M.: Knizhnyi dom «LIBROKOM», 2014. – 284 s. (Lingvisticheskoe nasledie XX v.).
2. Slovar' russkogo iazyka: V 4-kh t. / AN SSSR, In-t rus. iaz.; Pod red. A. P. Evgen'evoi. – 3-e izd., stereotip. – M.: Russkii iazyk, 1985-1988. – T. 2. K-O. – 1986. – 736 s.
3. Bol'shoi tolkovyi slovar' russkogo iazyka / Sost. i gl. red. S. A. Kuznetsov. – SPb.: «Norint», 2000. – 1536 s.
4. Tolkovyi slovar' russkogo iazyka s vklucheniem svedenii o proiskhozhdenii slov / Institut russkogo iazyka im. V. V. Vinogradova. Otv. red. N. Iu. Shvedova. – M.: Izdatel'skii tsentr «Azbukovnik», 2008. – 1175 s.
5. Dal' V. V. Tolkovyi slovar' zhivogo velikorusskogo iazyka. – M.: Izdanie knigoprodavtsa-tipografa M. O. Vol'fa. T. 2. – 1881. – 807 s.
6. Druzhinina M. F. Slovar' russkikh starozhil'cheskikh govorov na territorii Iakutii (R-Ia): Uchebnoe posobie. – Iakutsk: Izd-vo Iakutskogo un-ta, 2007. – 190 s.
7. Druzhinina M. F. Frazzeologizmy v starozhil'cheskikh russkikh govorakh na territorii Iakutii: materialy dlia frazeologicheskogo slovaria russkikh govorov / M. F. Druzhinina; [nauch. red. N. G. Samsonov]. – Iakutsk: Izdatel'skii dom SVFU, 2013. – 280 s.
8. Druzhinina M. F. Slovar' russkikh starozhil'cheskikh govorov na territorii Iakutii (G-I): Uchebnoe posobie. – Iakutsk: Izd-vo Iakutskogo un-ta, 2002. – 118 s.
9. Ozhegov S. I., Shvedova N. Iu. Tolkovyi slovar' russkogo iazyka: 80000 slov i frazeologicheskikh vyrazhenii / Institut russkogo iazyka im. V. V. Vinogradova. – 4-e izd., dopolnennoe. – M.: OOO «ITI Tekhnologii», 2008. – 944 s.
10. Dal' V. V. Tolkovyi slovar' zhivogo velikorusskogo iazyka. – M.: Izdanie knigoprodavtsa-tipografa M. O. Vol'fa. T. 1. – 1880. – 723 s.
11. Druzhinina M. F. Slovar' russkikh starozhil'cheskikh govorov na territorii Iakutii (K-P): Uchebnoe posobie. – Iakutsk: Izd-vo Iakutskogo un-ta, 2007. – 245 s.
12. Shmelev A. D. Russkaia iazykovaia model' mira: Materialy k slovariu. – M.: Iazyki slavianskoi kul'tury, 2002. – 224 s.
13. Istoriko-etimologicheskii slovar' russkikh govorov Altaia. – Vyp. 4: Z-K / sost. L. I. Shelepova, N. V. Bugorskaia, Iu. I. Gamaiunova, I. M. Kamova, O. A. Kiba, M. O. Sorokina; pod obshchei red. L. I. Shelepovoi. – Barnaul: Izd-vo Altaiskogo un-ta, 2010. – 312 s.
14. Druzhinina M. F. Slovar' russkikh starozhil'cheskikh govorov na territorii Iakutii (A-V): Uchebnoe posobie. – Iakutsk: Izd-vo Iakutskogo un-ta, 1997. – 138 s.
15. Dal' V. V. Tolkovyi slovar' zhivogo velikorusskogo iazyka. – M.: Izdanie knigoprodavtsa-tipografa M. O. Vol'fa. T. 4. – 1882. – 704 s.



УДК 81.23

Р. П. Иванова, Я. Д. Сидорова

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИНЕСТЕТИЧЕСКИХ ЭПИТЕТОВ В ПРОИЗВЕДЕНИИ Э. ФРЕЙД «THE SEA HOUSE» («ДОМ У МОРЯ»)

Посвящена исследованию и описанию особенностей функционирования синестетических эпитетов в произведении Эстер Фрейд «The Sea House». Синестетический эпитет является подвидом перцептивного эпитета, особенность которого состоит в способности вербализовывать наиболее сложные проявления внутреннего мира человека посредством простых, понятных для человека языковых единиц ощущения. Данные эпитеты рассматриваются авторами как особый механизм когнитивных способностей человека по аналогии с теорией когнитивной метафоры Дж. Лакоффа и М. Джонсона. Согласно данной теории, концептуальная система человека, структурирующая его ощущения, поведение, отношение к другим людям, организована метафорически. Синестетические эпитеты являются языковым выражением тесной взаимосвязи видов ощущения человека. Под синестетическим эпитетом авторами понимается сочетание имени прилагательного с перцептивной семантикой с другими частями речи, дающее различные семантические сдвиги и содержащее индивидуальное образное восприятие субъектом объективной действительности. Анализ фактического материала позволил выявить основные модели формирования синестетических эпитетов – одного из наиболее выразительных средств описания внутреннего мира героев романа. Как показал анализ языкового материала, центральной моделью формирования синестетического эпитета в произведении «The Sea House» является сочетание прилагательного со значением тактильного ощущения с существительным слухового ощущения. Такие выражения, как *sharp cry*, *shrill voice*, *smooth voice*, *sharp flick* носят системный характер и манифестируют тесную, неразрывную связь между различными видами ощущения. Полученные результаты могут быть применены в исследовательских работах по когнитивной лингвистике, языковой теории в целом.

Ключевые слова: эпитет, ощущения, когнитивная лингвистика, когнитивная метафора, языковая синестезия, перцептивная семантика, внутренний мир человека, субъективность, функционирование, интеграция.

R. P. Ivanova, Ya. D. Sidorova

Functioning of the Synesthetic Epithets in the Novel «The Sea House» by E. Freud

The article deals with the functioning of synesthetic epithets in the novel «The Sea House» by E. Freud. Synesthetic epithet is viewed in this work as one of the cognitive mechanisms of a man as well as cognitive

ИВАНОВА Раиса Петровна – к. филол. н., доц. каф. английской филологии Политехнического института (филиала) СВФУ им. М. К. Аммосова.

E-mail: Raissa1@yandex.ru

IVANOVA Raissa Petrovna – Candidate of Philological Sciences, Associate Professor of English Language and Literature Department, Mirny Polytechnic Institute (Branch) of the North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov.

E-mail: Raissa1@yandex.ru

СИДОРОВА Яна Дмитриевна – студент 5 курса английского отделения факультета гуманитарных и естественных наук Политехнического института (филиала) СВФУ им. М. К. Аммосова.

E-mail: yayayana.sidorova@yandex.ru

SIDOROVA Yana Dmitriyevna – Student of the 5th year of English department, School of Arts and Natural Sciences, Mirny Polytechnic Institute (Branch) of the North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov.

E-mail: yayayana.sidorova@yandex.ru

metaphors of J. Lakoff and M. Johnson. According to the latter our cognition is metaphoric. The synesthetic epithets are perceptive epithets, which contain integrative features based on correlation between different types of perception. These epithets proved to be quite effective in verbalizing inner world of the main characters the novel under study. The work also provides structural models of synesthetic epithets. The most productive of them are formed by means of adjectives of tactile sensation combined with nouns of audial sensation. Such combinations as sharp cry, shrill voice, smooth voice, sharp flick are of systemic character and display strong interrelation between all types of perception. These models show the way we think and perceive the world around us. The syncretism of types of perception is not a new topic in psychology but in linguistics this phenomenon has not yet been studied carefully. The authors believe that the results of the investigation will be useful in cognitive studies and linguistic theory in general.

Keywords: human sensations, epithet, synesthesia, cognitive linguistics, semantics, inner world, perception, adjectives, conceptual metaphor, cognition.

Введение

Эпитет рассматривается многими исследователями как стилистическое средство утверждения индивидуального, субъективно оценочного отношения к описываемому явлению [1-3]. Согласно определению И. Р. Гальперина, эпитет – как выразительное средство, основанное на выделении качества, признака описываемого явления, которое оформляется в виде атрибутивных слов и словосочетаний, характеризующее данное явление с точки зрения индивидуального восприятия этого явления [1]. Эпитет всегда субъективен, всегда имеет эмоциональное значение или эмоциональную окраску.

Перцепция (от лат. perceptio – восприятие) – непосредственное чувственное (зрительное, слуховое, обонятельное и др.) отражение действительности в ощущениях и восприятиях. Перцептивная деятельность включает в себя действия воспринимающего и опознающего характера. Первые связаны с обнаружением объекта, различением его отдельных признаков и формированием собственно перцептивного образа. Вторые обеспечивают узнавание (опознавание) объекта через соотнесение с информацией, хранящейся в памяти (идентификация) [4].

В лингвистических исследованиях рассматривается перцептивная семантика [5], перцептивная метафора [6-7], перцептивные прилагательные [8], однако специальных лингвистических работ, посвященных перцептивному эпитету, еще не предпринималось.

Под **перцептивным эпитетом** мы понимаем сочетание имени прилагательного с перцептивной семантикой с другими частями речи, дающее различные семантические сдвиги и содержащее индивидуальное образное восприятие субъектом объективной действительности [9].

Синестетический эпитет – вид перцептивного эпитета. В лингвистической литературе под языковой синестезией понимается употребление слова, значение которого связано с одним органом чувств, в значении, относящемся к другому органу чувств. При синестезии всегда можно выделить первичное ощущение, по аналогии с которым рассматриваются другие [10]. Под синестетическим эпитетом мы понимаем сочетания имени прилагательного с перцептивной семантикой с другими частями речи, в которых интегрируются семантические сферы различных видов ощущения.

Синестетический эпитет, так же как и когнитивная метафора [11], может быть рассмотрен как особый когнитивный механизм человека, способность человека воспринимать мир посредством органов чувств и интерпретировать его в терминах перцептивного опыта. Как мы считаем, синкретизм или целостность нашего мышления проявляется в феномене языковой синестезии.

Структурные модели синестетических эпитетов

Анализ фактического материала позволил выделить следующие структурные модели формирования синестетических эпитетов в произведении «The Sea House».

1. Adj. of Tactile Sensation + Noun of Audial Sensation = Synesthetic Epithet.

(1) *She was woken by a sharp cry, and the shudder of something slammed into a wall (p. 5).* (Её разбудил **пронзительный крик** (букв. острый крик), и разразился сильный удар чего-то).

В вышеприведенном примере перцептивный эпитет *a sharp cry* выражает интенсивность слухового восприятия и основан на переносе из тактильной сферы в слуховую. Прилагательное *sharp* «острый» в сочетании с существительным *cry* дает семантический сдвиг, приобретая образность и выражая субъективную оценку ситуации говорящим субъектом, что позволяет говорить о синестетическом перцептивном эпитете.

(2) *It was the woman's shrill voice* (p. 35). (Это был **резкий** голос (букв. острый голос) женщины).

В данном примере перцептивный эпитет *shrill voice* выражает качественную характеристику слухового ощущения. Здесь наблюдается перенос из тактильной сферы в слуховую, так как прилагательное *shrill* «острый» в своем первичном значении означает тактильное ощущение, а в данном примере характеризует особенность слухового ощущения, тем самым представляя собой синестетический эпитет.

(3) *Gertrude tipped water into the pot, carelessly, letting one long splash scald red across her foot, telling herself all the while in a smooth practiced voice that it was natural to want to cherish people, whether they were there to be cherished or not* (p. 162). (Гертруда наполнила кастрюлю водой, небрежно забрызгав себе ноги, говоря себе привычным **гладким** голосом, что это естественно ухаживать за людьми, какими бы они ни были).

Прилагательное тактильного ощущения *smooth* «гладкий» по своему первичному значению, сочетаясь с существительным слухового ощущения *voice*, переносится из тактильной сферы в слуховую и выражает положительную оценку слухового ощущения говорящим субъектом.

(4) *A sharp flick of desire licked through her, tingling in her knees, and then, remembering, she cupped her elbow in her hand and winced* (p. 251).

(**Острое желание** колотилось у нее внутри, вызывая дрожь в ее коленях, и затем, вспоминая, она обхватила локти руками и задрожала).

В приведенном контексте синестетический эпитет *sharp flick* характеризует сильное желание героини и основан на переносе из тактильной сферы в слуховую. Прилагательное *sharp* «острый» в сочетании с существительным *flick* дает семантический сдвиг, так как существительное *flick* по своему первичному значению означает слуховое ощущение «внезапный лёгкий удар, щелчок».

2. Adj. of Gustatory Sensation + Noun of Olfactory Sensation = Synesthetic Epithet.

(1) *Max had bent his nose to them, sucking up their bitter scent, when he saw Gertrude, squatting by the garden doors* (p. 105). (Макс наклонился и почувствовал **горький аромат**, когда он увидел Гертруду, сидящую на корточках у дверей сада).

Прилагательное вкусового ощущения *bitter* в сочетании с абстрактным существительным обонятельного ощущения *scent* представляет собой синестетический эпитет, где происходит семантический сдвиг из вкусовой сферы в обонятельную.

(2) *She sat with her legs in the sun, her face in shadow, the sweet scent of a rose drifting from the climbers on the wall* (p. 156). (Она грела свои ноги на солнце, лицо находилось в тени, а с сада шел **сладкий запах** розы).

В вышеприведенном примере синестетический эпитет *sweet scent* объединяет вкусовую и обонятельную сферы, так как *sweet* «сладкий» по своему первичному значению относится к вкусовому перцептивному опыту, а в данном контексте характеризует особенность вкусового ощущения.

3. Adj. of Gustatory Sensation + Adj. of Gustatory Sensation + Noun of Olfactory Sensation = Synesthetic Epithet.

(1) *There was the sweet, sour smell, the dry dustiness that threatened to make her sneeze, and she wondered if this was Lehman's smell, sealed in a capsule, or more likely the smell of a cupboard in North London where the other Lehmann had stored them in their carrier bag through all these years* (p. 79). (Был **сладкий, кислый запах**, сухая пыль, которая заставила ее чихнуть, и она задалась вопросом, был ли этот запах Лемана, запечатанным в капсуле, или, более

вероятно, запах шкафа в Северном Лондоне, где другой Леманн хранил их в сумке в течение всех этих лет).

Прилагательные вкусового ощущения *sweet*, *sour*, сочетаясь с существительным обонятельного ощущения *smell*, формируют синестетический эпитет, описывающий обонятельный перцептивный опыт человека одновременно как сладкий (*sweet*) и кислый (*sour*). Причем данный запах оценивается им как положительный, так как он связан с памятью о человеке, который был очень дорог для героини. Таким образом, приведенный синестетический эпитет содержит сугубо индивидуальную оценку субъекта.

(2) *There was **sweet salt smell** in the air and Gertrude had to admit it was hard work being across* (p. 164). (Был **сладкий, соленый запах** в воздухе, и Гертруда должна была признать, что это была тяжелая работа).

Перцептивный эпитет *sweet salt smell* объединяет вкусовую и обонятельную сферы. Прилагательные вкусового ощущения *sweet*, *salt* в сочетании с существительным обонятельного ощущения *smell* представляет собой синестетический эпитет, вербализирующий положительную оценку субъектом обонятельного ощущения.

4. Adj. of Temperature Sensation + Noun of Pain Sensation = Synesthetic Epithet.

(1) *All through that night Max lay with a **pain** like **hot metal** pinning him to the bed* (p. 96). (На протяжении той ночи Макс лежал с **болью, как горячий металл**, приковывающей его к кровати).

Прилагательное температурных ощущений *hot* образно описывает внутреннее негативное состояние героя. Автор намеренно сравнивает чувство боли с *hot metal*, которую испытывает герой, чтобы передать жгучее, неприятное чувство. Здесь наблюдается перенос из температурной сферы в болевую, так как прилагательное *hot* в своем первичном значении означает температурное ощущение, а в данном примере характеризует особенность болевого ощущения, сочетаясь с существительным *pain*.

(2) *The first drops of rain were falling, pattering against the roof, and as she stood there in her nightdress she felt a strange **hot anguish** that her lesson was about to be called off* (p. 215). (Первые капли дождя падали, стуча по крыше, и, когда она стояла там в ночной рубашке, она почувствовала странное **горячее мучение** от того, что ее урок отменяется).

Прилагательное температурного ощущения *hot* в сочетании с существительным болевого ощущения *anguish* представляет собой синестетический эпитет, где происходит семантический сдвиг из температурной сферы в болевую, что позволяет нам говорить о языковой синестезии.

5. Adj. of Tactile Sensation + Noun of Visual Sensation = Synesthetic Epithet.

(1) *Along the lane, away from the lights of the pub, the **dark** was **silken*** (p. 232). (Вдоль переулка, далеко от огней паба, **темнота была шелковистой**).

В данном примере перцептивный эпитет *silken dark* выражает положительную оценку ситуации субъектом. Здесь происходит семантический сдвиг, так как прилагательное тактильного ощущения *silken* с помощью существительного зрительного ощущения *dark* переносится из тактильной сферы в зрительную. Данный эпитет описывает приятную атмосферу после напряженного вечера.

(2) *She watched the little boat plunge forward, lift and spin on the waves, until eventually, feeling the **hard eyes** of the men on her, she turned and made her way up the hill, where the vicarage was a blaze of candlelight and every member of the WI was rushing round with towels* (p. 255). (Она наблюдала за тем, как небольшая лодка поплыла вперед, чувствуя, что **тяжелые глаза** (букв. твердые глаза) мужчин наблюдают за ней, она повернулась и поднялась по холму, где находился дом священника, который был наполнен пламенем свечей, и каждый член WI бежал вокруг с полотенцами).

Прилагательное тактильного ощущения *hard* образно описывает внутреннее негативное состояние героини. Мы видим, как героине становится горестно в эту минуту. Здесь наблюдается перенос из тактильной сферы в зрительную, так как прилагательное *heavy* в своем

первичном значении означает тактильное ощущение «жесткий, твердый», а в данном примере характеризует особенность зрительного ощущения, сочетаясь с существительным *eyes*.

6. Adj. of Temperature Sensation + Adj. of Tactile Sensation + Noun of Pain Sensation = Synesthetic Epithet.

His nose brushed against the gherkins, his mouth filled up with brine, and there was the cold sharp pain of vinegar water seeping into his ear (p. 74). (Его нос слегка коснулся корнишонов, его рот был заполнен морской водой, и он испытал **холодную острую боль** от уксусной воды, просачивающейся в его ухо).

В приведенном контексте интегрируются сразу 3 вида ощущения, синестетический эпитет *cold sharp pain* объединяет температурную, тактильную и болевую сферы, так как *cold* «холодный» по своему первичному значению относится к температурному перцептивному опыту, а *sharp* «острый» – к тактильному. Оба эпитета характеризуют боль и содержат субъективную оценку. Данный эпитет также можно отнести к языковой синестезии, в которой один вид ощущения переносится на другой.

7. Adj. of Tactile Sensation + Noun of Pain Sensation = Synesthetic Epithet.

Now there was nothing left except the pulsing of his ear, a sick and heavy agony that tasted, when he thought of it, of tin (p. 75). (Теперь не было ничего, кроме пульсирования его уха, болезненные и **тяжелые муки**, которые являлись на вкус, когда он думал об этом).

В приведенном примере автор посредством синестетического эпитета *heavy agony* выражает глубокое мучение, которое испытывает Макс. Прилагательное тактильного ощущения *heavy*, сочетаясь с существительным болевого ощущения *agony*, является ярким примером языковой синестезии.

8. Adj. of Tactile Sensation + Noun of Olfactory Sensation = Synesthetic Epithet.

She had often stopped by it to finish up her sweets, breathing in the acrid smell that came to her in bursts as she waited for her mother to come home from work (p. 48). (Она часто здесь останавливалась, чтобы доесть свои конфеты, вдыхая **острые запахи**, которые шли, когда она ждала свою маму с работы).

Синестетический эпитет *acrid smell* объединяет тактильную и обонятельную сферы, так как *acrid* «острый» по своему первичному значению относится к тактильному перцептивному опыту.

9. Adj. of Visual Sensation + Noun of Olfactory Sensation = Synesthetic Epithet.

A ripe green smell rose up, of heat and summer, and the bitter sap of stalks (p. 164). (Зрелый зеленый запах летней жары усиливался, и выходил горький сок стеблей).

В приведенной ситуации перцептивный эпитет *green smell* выражает субъективную оценку обонятельного ощущения. Здесь происходит семантический сдвиг, так как прилагательное зрительного ощущения *green*, сочетаясь с существительным обонятельного ощущения *smell* переносится из зрительной сферы в обонятельную.

10. Adj. of Gustatory Sensation + Noun of Tactile Sensation = Synesthetic Epithet.

She felt light-headed, the thought of Grae, his hands on her, the sweet tip of his tongue against her teeth (p. 185). (Она чувствовала себя легкомысленной, мысль о Грэ, прикосновение его рук, **сладкий кончик его языка** напротив ее зубов).

В данном фрагменте автор описывает сладкий поцелуй Лили с Грэ, используя прилагательное вкусового ощущения *sweet* и существительное тактильного ощущения *tip*, где происходит семантический сдвиг из вкусового ощущения в тактильное, что позволяет говорить о синестетическом эпитете, описывающем приятные ощущения героев романа.

11. Adj. of Pain Sensation + Noun of Visual Sensation = Synesthetic Epithet.

The scramble for space to pin her drawings up, the crush of people, the pained look of her tutor as he caught her on the stairs (p. 153). (Борьба за место, чтобы прикрепить рисунки, толпа людей, **страдальческий взгляд** ее учителя, когда он встретил ее на лестнице).

Синестетический эпитет *pained look* выражает негативную оценку зрительного ощущения. Здесь наблюдается перенос из болевой сферы в зрительную, так как прилагательное

pained «страдальческий» в своем первичном значении означает болевое ощущение, а в данном примере характеризует особенность зрительного ощущения.

12. Adj. of Temperature Sensation + Noun of Visual Sensation = Synesthetic Epithet.

«You're sorry?» His *eyes* were *cold* (p. 273).). («Вы жалеете?» Его глаза были *холодными*).

Перцептивный эпитет *cold eyes* выражает холодный, неприветливый, равнодушный взгляд героя, где перекликаются прилагательное температурного ощущения *cold* и существительное зрительного ощущения *eyes*.

Такие сочетания в лингвистической литературе терминируются как бленды [12-13] или маргинальные зоны [14-15] и являются проявлением языковой синестезии, заключающейся во взаимосвязи различных видов перцепции. Кроме того, использование эмоционально окрашенных лексических единиц и различных видов перцептивных эпитетов позволяет автору создать определенную психологическую атмосферу.

Заключение

Проведенное исследование позволило выявить 12 моделей формирования синестетических эпитетов в произведении Э. Фрейд «The Sea House». Наиболее продуктивной моделью является Adj. of Tactile Sensation + Noun of Audial Sensation = Synesthetic Epithet. В данной модели интегрируются тактильная и обонятельная сферы человека. Такие выражения, как *sharp cry*, *shrill voice*, *smooth voice*, *sharp flick* имеют системный характер, в их основу, на наш взгляд, легла когнитивная метафора. Другие синестетические модели также демонстрируют смежность видов ощущения и их синкретичное восприятие говорящим субъектом. Таким образом, синестетический эпитет может быть рассмотрен в качестве когнитивной способности человека воспринимать и интерпретировать мир как целостную картину, впоследствии интегрировать семантические пространства различных видов ощущения в процессе речепроизводства.

Проанализировав функционирование перцептивных эпитетов в данном произведении, можно сделать вывод о том, что в большинстве случаев областью перцептивных эпитетов является внутренний мир человека. Автор стремится выразить его посредством различных видов синестетического эпитета как одного из эффективных выразительных средств вербализации субъективного опыта человека.

Л и т е р а т у р а

1. Гальперин И. Р. Очерки по стилистике английского языка. – М., 1958. – 459 с.
2. Арнольд И. В. Стилистика. Современный английский язык. Учебник для вузов (10-ое издание). – М.: Флинта-Наука, 2010. – 384 с.
3. Фадеева Т. М. Сложный эпитет – ядерная единица художественного пространства в русском языке: дис. ... доктора филол. наук: 10.02.01: Московский городской педагогический университет. – М., 2014. – 458 с.
4. Душков Б. А., Королев А. В., Смирнов Б. А. Национальный энциклопедический словарь (НПЭ), 2005. Доступно: <http://vocabulary.ru> (дата обращения май 2015).
5. Авдеевнина О. Ю. Перцептивная семантика: закономерности формирования и потенциал художественной реализации. – Саратовский гос. ун-т им. Н. Г. Чернышевского, 2013. – 338 с.
6. Волобуев И. В. Особенности употребления перцептивной метафоры в рекламе // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 2: Филология и искусствоведение, № 1 (134). – 2014. – С. 22-26.
7. Гридасов В. В. Перцептивная метафора как лексико-семантическая категория: на материале современного немецкого языка: Дис. ... канд. филол. наук: 10.02.04 Барнаул. гос. пед. ун-т. – Барнаул, 1999. – 163 с.
8. Жантурина Б. Н. Семантическая деривация перцептивных прилагательных: Дис. ... докт. филол. наук: 10.02.19 / Кабардино-балкарский гос. ун-т. – Нальчик, 2013. – 357 с.
9. Иванова Р. П. Эгоцентрические категории: Human Sensations в современном английском языке: Дис. ... канд. фил. наук: 10.02.04 / Иркутский государственный лингвистический университет. – Иркутск, 2009. – 195 с.

10. Григорьева О. Н. Цвет и запах власти. – М.: Флинта, 2004. – 248 с.
11. Lakoff G., Johnson M. *Metaphors we live by*. London, The university of Chicago press. – 2003. – 272 p.
12. Fauconnier G. Mental spaces and conceptual blending [Text] / G. Fauconnier. – 1985. – 210 p.
13. Grady J. Blending and Metaphor [Text] / J. Grady, T. Oakley, S. Coulson // *Metaphor in Cognitive Linguistics*. – John Benjamin Press, 1999. – P. 101-124.
14. Иванова Р. П. Структура функционально-семантического поля Human Sensations: особенности маргинальной зоны // Вестник Ленинградского государственного университета им. А. С. Пушкина. Сер. Филология. – СПб., 2013. – Т. 7, № 1. – С. 35-43.
15. Иванова Р. П. Интегративный потенциал периферийных элементов категории ощущений человека // Всероссийский журнал научных публикаций. – М., 2011. – С. 56-57.
16. Freud E. «The Sea House». UK, Penguin books, 2004. – 288 p.

References

1. Gal'perin I. R. Ocherki po stilistike angliiskogo iazyka. – М., 1958. – 459 s.
2. Arnol'd I. V. Stilistika. Sovremennyy angliiskii iazyk. Uchebnik dlia vuzov (10-oe izdanie). – М.: Flinta-Nauka, 2010. – 384 s.
3. Fadeeva T. M. Slozhnyi epitet – iadernaia edinita khudozhestvennogo prostranstva v russkom iazyke: dis. ... doktora filol. nauk: 10.02.01: Moskovskii gorodskoi pedagogicheskii universitet. – М., 2014. – 458 s.
4. Dushkov B. A., Korolev A. V., Smirnov B. A. Natsional'nyi entsiklopedicheskii slovar', NPE, 2005. Dostupno: <http://vocabulary.ru> (data obrashcheniia mai 2015).
5. Avdevnina O. Iu. Pertseptivnaia semantika: zakonomernosti formirovaniia i potentsial khudozhestvennoi realizatsii. – Saratovskii gos. un-t im. N. G. Chernyshevskogo, 2013. – 338 s.
6. Volobuev I. V. Osobennosti upotrebleniia pertseptivnoi metafory v reklame // Vestnik Adygeiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriia 2: Filologiya i iskusstvovedenie, № 1 (134). – 2014. – С. 22-26.
7. Gridasov V. V. Pertseptivnaia metafora kak leksiko-semanticheskaia kategoriia: na materiale sovremennogo nemetskogo iazyka: Dis. ... kand. filol. nauk: 10.02.04 Barnaul. gos. ped. un-t. – Barnaul, 1999. – 163 s.
8. Zhanturina B. N. Semanticheskaia derivatsiia pertseptivnykh prilagatel'nykh: Dis. ... dokt. filol. nauk: 10.02.19 / Kabardino-balkarskii gos. un-t. – Nal'chik, 2013. – 357 s.
9. Ivanova R. P. Egotsentricheskie kategorii: Human Sensations v sovremennom angliiskom iazyke: Dis. ... kand. fil. nauk: 10.02.04 / Irkutskii gosudarstvennyi lingvisticheskii universitet. – Irkutsk, 2009. – 195 s.
10. Grigor'eva O. N. Tsvet i zapakh vlasti. – М.: Флинта, 2004. – 248 с.
11. Lakoff G., Johnson M. *Metaphors we live by*. London, The university of Chicago press. – 2003. – 272 p.
12. Fauconnier G. Mental spaces and conceptual blending [Text] / G. Fauconnier. – 1985. – 210 p.
13. Grady J. Blending and Metaphor [Text] / J. Grady, T. Oakley, S. Coulson // *Metaphor in Cognitive Linguistics*. – John Benjamin Press, 1999. – P. 101-124.
14. Ivanova R. P. Struktura funktsional'no-semanticheskogo polia Human Sensations: osobennosti marginal'noi zony // Vestnik Leningradskogo gosudarstvennogo universiteta im. A. S. Pushkina. Ser. Filologiya. – SPb., 2013. – Т. 7, № 1. – С. 35-43.
15. Ivanova R. P. Integrativnyi potentsial periferiinykh elementov kategorii oshchushchenii cheloveka // Vserossiiskii zhurnal nauchnykh publikatsii. – М., 2011. – С. 56-57.
16. Freud E. «The Sea House». UK, Penguin books, 2004. – 288 p.



УДК 821.512.211-31.09

А. Н. Мыреева

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТРАДИЦИИ В РОМАНАХ ПИСАТЕЛЕЙ СЕВЕРА ЯКУТИИ

Экологические проблемы выдвигаются в ряд центральных проблем современности, от их решения зависит само существование человечества. Пришло время смены потребительской парадигмы природопользования на принципы витациентризма, т. е. спасения самой жизни на планете. Важен вопрос экологической защиты человека, сохранения его духовности, нравственности.

На Севере тысячелетиями складывалась особая культура взаимоотношений человека с природой, исследователи говорят о становлении арктической этноэкологии, подчеркивая взаимозависимость экологической и этнической стабильности.

Своеобразие культуры Севера запечатлено в художественной литературе. Во второй половине XX века в литературах Севера ведущим стал жанр романа. Для романов С. Н. Курилова, П. А. Ламутского, А. В. Кривошапкина характерно типологически общее внимание к истории народа, к традиционному укладу жизни, экологическим традициям. В концептосфере северного эпического романа значимы социально-исторические концепты семьи, рода. Особая роль в племени принадлежит мужчине – отцу, кормильцу, на нем держится все благополучие рода, семьи. Проблема «человек и природа» закономерно стала центральной в романах. Взаимоотношения человека и природы пронизывают все художественное пространство произведения. Геокультурный образ северного мира характеризуют природные образы ветра, метели, пурги.

Организирующую роль в художественном мире северного романа получает изображение взаимоотношений «отцов» и «детей», процесс формирования личности.

В романах писателей Севера Якутии отразился уникальный духовно-нравственный опыт народа, высокая экологическая культура, имеющие общечеловеческое значение.

Ключевые слова: Север, экологические традиции, жанр, роман, человек, природа, историзм, характер, олень, концептосфера, народ.

А. Н. Мыреева

The Environmental Traditions in the Novels of Northern Writers of Yakutia

The environmental problems move forward in the row of the central issues of modern times. The existence of humanity depends on their decision. It is time to change the consumer paradigm of the environmental management on the principles of vitatsentrism, i. e. the salvation of the life on the planet. The question of the ecological protection of a person, the preservation of his spirituality and morality is very important. In the North for thousands of years the special culture of man's relationship with nature has developed. The researchers say about the formation of the Arctic ethnoecology, emphasizing the interdependence of ecological and ethnic stability.

The originality of the northern culture is embodied in fiction. In the second half of the XX century the novel became the leading genre in the literatures of the North. In S. N. Kurilov's, P. A. Lamutsky's,

МЫРЕЕВА Анастасия Никитична – д. филол. н., с. н. с. сектора литературоведения ИГиИПМНС СО РАН.

E-mail: anastmyreeva@yandex.ru

МЫРЕЕВА Anastasiya Nikitichna – Doctor of Philological Sciences, Senior Researcher of Department of Literary Science, Institute for Humanities Research and Indigenous Studies of the North, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences.

E-mail: anastmyreeva@yandex.ru

A. V. Krivoschapkin's novels marked by the typologically general attention to the history of the people, the traditional way of life, the environmental traditions. The social and historical concepts of a family, a clan are significant in the conceptsphere of the northern epic novel. The special role in a tribe belongs to a man, father, the supporter, he holds all kinds of the clan's and family's well-being. Naturally the problem «the person and the nature» has become the central in novels. The relationship of the person and the nature permeates the artistic space of the work. The geo-cultural image of the northern world is characterized by the natural phenomena, «images» of the wind, blizzard, snowstorm. The image of relationship of «fathers» and «children» generations, the process of the formation of a personality receive the organizing role in the art world of the northern novel.

The unique spiritual and moral experience of the people, the high ecological culture that have universal value were reflected in novels of writers of the North of Yakutia.

Keywords: North, environmental tradition, genre, novel, person, nature, historicism, character, deer, conceptsphere, people.

Введение

Экологические проблемы выдвигаются в ряд центральных проблем современности, поскольку от их решения зависит дальнейшее существование человечества. Экологический кризис на стыке веков принял глобальные масштабы, технократическая деятельность человека может привести к нарушению равновесия биосферы, которое складывалось в течение миллиардов лет.

Пришло время смены потребительской парадигмы природопользования на принципы витациентризма, т. е. спасения самой жизни на планете. Важен вопрос экологической защиты человека, сохранения его духовности, нравственности, чему служит прогрессивная литература.

На Севере тысячелетиями складывалась особая культура взаимоотношений человека с природой, своеобразный нравственно-психологический климат, приобретающий в современных обстоятельствах общечеловеческое значение.

Исследователи сибирского региона говорят о становлении арктической этноэкологии [1], о формировании человека циркумполярной культуры, подчеркивая взаимозависимость экологической и этнической стабильности, необходимость сбалансированности между индустриальным освоением Севера и традиционным природопользованием.

Бурные политические события 80-начала 90-х гг. XX в. не могли не коснуться и народов Арктического региона России, что предопределило пересмотр многих ценностей. Так, именно с начала 90-х гг. началась оживленная дискуссия о циркумполярной цивилизации. Создана и международная организация Северный форум, призванная защитить культуру и среду обитания народов арктической зоны.

Циркумполярная культура – это результат длительного исторического развития народов Арктики в их геополитической и этнопсихологической цельности. Экстремальные природные условия формировали особые правила человеческого общежития, определили характер материальной и духовной культуры северных народов. Основу циркумполярной цивилизации составляет признание самоценности жизни и самоценности природы независимо от потребностей человека. Новая идеология бытия арктического мира, апеллируя к общечеловеческим ценностям, призвана защитить культуру народов Арктической зоны от механической цивилизации.

Тончайшие механизмы адаптации человека к суровым климатическим условиям отразились в выработанных веками культурных комплексах народов Арктики, в их этнопедагогике, в фольклоре, в прикладном творчестве, в обычаях и обрядах. Сохранить и усилить эти механизмы необходимо во имя сохранения всего региона.

Новые социальные формы: рыночная экономика, правовое государство и пр. – оказывают воздействие на социокультурную среду. И в этих условиях реальна опасность отрыва от основ национальной культуры, если пренебрегать тысячелетним духовным опытом, накопленным народами Севера, этот опыт отражен не только в фольклоре, но и в литературе.

Человек и природа в романах писателей Севера Якутии

В традиционной жизни народов, издавна населявших Якутию, много общего, что проявляется и в их духовной культуре. Это общее во многом определено суровыми климатическими условиями, особенностями природной среды, которые вынуждали вырабатывать и соблюдать строгие правила общежития. Своеобразие культуры народов Севера запечатлено и в художественной литературе.

В литературах Севера Якутии во второй половине XX века ведущим жанром прозы стал роман, о чем свидетельствует творческая эволюция С. Курилова, П. Ламутского, А. Кривошапкина. Для романов этих писателей характерна тенденция создания широкой эпической картины жизни своего народа. Типологическая общность проявляется в особом внимании к истории народа, к традиционному укладу жизни, к экологическим традициям.

В романной дилогии С. Н. Курилова «Ханидо и Халерха» (1969) и «Новые люди» (1975) отразилось самосознание немногочисленного, но самобытного юкагирского народа, его история, традиционный быт, система нравственно-философских воззрений. Это первое крупное произведение об историческом прошлом юкагирского народа, художественно воссозданное сыном этого народа. В автобиографических заметках «О себе» С. Курилов писал: «Мне хотелось проследить путь своего народа, рассказать о его истории» [2, с. 6]. Своеобразие историзма можно охарактеризовать авторским определением: «Это живое время, спрессованное в художественной прозе» [3, с. 18]. Произведение во многом направлено против поверхностных представлений об отсутствии цивилизации на широких просторах тундры, о чем автор писал: «Но край этот – вовсе не вымерзшая пустыня... Напротив, обжит он давно, очень и очень давно...» [2, с. 7].

Эпиграфом к роману могли бы стать слова: «В тундре всё зависит от подвижности и трудолюбия – ленивых она жестоко наказывает». Традиционный уклад жизни предстаёт во всём его многообразии: суровые будни семьи оленевода-охотника, ведущей изо дня в день борьбу за выживание, также редкие праздники – свадьба, оленегонные состязания, ярмарка.

Исторически правдивы самобытные характеры героев романа. Сама природа как бы определяет духовный мир людей племени улуро-чи, наивных и простодушных, терпеливых и находчивых. В тундре каждый на виду, «человека встречали по взгляду, а провожали по уму». В концептосфере северного эпического романа значимы социально-исторические концепты семьи, рода. Как показано в романе С. Курилова, особая роль в племени принадлежит мужчине – отцу, кормильцу, на нём держится всё благополучие рода, семьи. Таковы и пастух Пурама, и молодой Ниникай, и сам глава рода – хитроумный Куриль. Именно в таких героях автор видит народный идеал доброго и справедливого человека.

Романная форма позволила представить жизнь юкагирского народа в сложных человеческих судьбах, в неповторимых характерах. Постоянное присутствие «мнения народного» придаёт произведению эпическую «стереоскопичность». Именно народ придумал сказку о богатыре Ханидо, с которым связывает надежды на светлое будущее. Люди надеются, что маленький Косчэ «всегда будет помнить людские заботы и уже не сможет смириться со злом».

Главный герой – глава юкагирского рода Куриль борется за установление новой веры – христианства. Но, с другой стороны, он понимает, что не все в шаманстве надо отвергать: «надо окрестить тундру, верой в бога надо заменить черную веру. Сильные шаманы тогда останутся – лечить будут, советы хорошие давать, а это богоугодно».

Критики упрекали автора в увлечении шаманскими сценами. Но если писатель хотел передать всю полноту традиционного образа жизни, духовного менталитета своего народа, он не мог обойти тему шаманства. Как одна из ранних форм религиозного сознания, шаманизм существовал у большинства народов Севера. Поэтому образ шамана как истолкователя судеб, своеобразного посредника между человеком и природой, человеком и высшими силами становится одной из типологических примет ряда северных романов.

Художественное пространство романа расширяется благодаря живым картинам северной природы. Геокультурный образ северного мира характеризует постоянное «присутствие» ветра, метели, пурги, сопровождаемое неповторимыми метафорами, придуманными

северным человеком. Так, тучи несутся сплошной ровдугой, мягкими меховыми шкурками ложится снег и т. п. Обыденные слова: олень, радуга, северное сияние – приобретают символическое звучание.

Взаимоотношения человека и природы в тундре – это взаимоотношения равноправных, требующие взаимного уважения: стоит человеку проявить слабость – природа проявляет свой нрав. Только такие сильные духом люди, как Куриль, Пурама, Ниникай могут вести себя с природой на равных. И только доброта помогает выстоять в экстремальных условиях крайнего Севера.

Произведение юкагирского писателя вывело литературу Севера на новую художественную ступень, послужило творческим импульсом для его современников, в частности для эвенских писателей П. Ламутского и А. Кривошапкина.

Проблема «человек и природа» закономерно стала центральной в первых романах эвенской литературы, появившихся в 80-е гг.: «Дух земли» П. Ламутского (1987), «Берег судьбы» А. Кривошапкина (1988). Типологически общим является в этих произведениях особое внимание к традиционному укладу жизни эвенского народа, стремление художественно воссоздать диалектику традиционного и современного, его менталитет.

Само название романа П. Ламутского «Дух земли» является емким художественным концептом, характеризующим менталитет северного народа. Символика названия произведения философски значима. Настоящим духом земли, ее хозяином является человек, «обустроивший» эту землю, с чистой совестью и добрым сердцем.

В романе П. Ламутского в судьбах представителей трех поколений семьи охотника Маркани художественно полно, психологически проникновенно показан традиционный жизненный уклад эвенского народа в начале XX века. В концептосфере национального мира в романе центром является семья.

Взаимоотношения человека и природы охватывают всё художественное пространство романа, проявляясь многопланово. Природа – постоянный равнодушный соучастник сложных жизненных перипетий в судьбах героев, и в то же время она выступает как самостоятельный лирический образ родной земли.

Сам ход сюжета, пространственно-временные связи в нём, хронотоп как бы определяются круговращением жизни природы в её естественном течении. Традиционное занятие эвенов – охота и оленеводство – рождает особую систему взаимоотношений человека с природой, нравственные заповеди, передаваемые как главная ценность от поколения к поколению.

Охотник всю жизнь читает одну великую книгу – Книгу Природы, учится постигать её сокровенные тайны. Природа для героев романа – живая, одухотворённая, имеет душу. Так, юный Гарпуни убеждён, что лес может петь, но не каждый способен услышать эту песню. Это только равнодушному взгляду тайга кажется однообразной, а на деле она полна жизни, в ней неповторима каждая ложбинка, каждый холм – надо только присмотреться.

Организирующую роль в художественном мире романа получает изображение взаимоотношений поколений «отцов» и «детей», сложный процесс формирования личности. В системе народных представлений о воспитании ключевым является убеждение, что сам человек является частью природы. Дети открывают красоту родного края, проходят «жизненные университеты» в совместном труде со старшими, в буднях охоты.

Главный смысл своей жизни герои романа видят в воспитании достойного наследника, который сможет и дальше нести эстафету нравственных традиций народа.

Жизнь народа показана в романе не в идеализированном освещении, но в полноте жизненной правды, в противоречиях и трудностях. Определяющую роль в произведении играет авторская позиция, в основе которой лежит гуманистический народный идеал. Важен оптимизм авторской концепции, основанный на вере в нравственное, духовное здоровье народа, в его будущее.

Роман получил признание в литературоведении: «П. Ламутский своим произведением совершил подвиг, впервые так подробно и глубоко изобразив жизнь народа» [4, с. 90].

Типологически общим для романа П. Ламутского и романа А. Кривошапкина «Берег

судьбы» является художественное постижение особой экологической культуры, рождённой тысячелетней историей северного народа. В одной из ранних повестей «Золотой олень» А. Кривошапкин высказал свою глубоко выстраданную тревогу: «Как бы не потерять нам оленя и родной язык. Только при условии их сохранности живым останется мой народ». Тема северного оленя для писателя кровно близка: «Олени в жизни моей сыграли исключительную роль. Жизнь и быт оленевода, радости и тяготы его кочевой жизни мне близки и знакомы с малых лет, впитал их, как говорится, с материнским молоком. Детство мое прошло в общении с оленями. Я на всю жизнь сохранил теплоту и нежность сердца к этому доброму другу – оленю» [5, с. 116].

Олень для северного народа – образ жизни, мировоззрение и познание мира, определяющее его менталитет. Эта мысль лежит в основе художественной концепции романа «Берег судьбы». Лейтмотив произведения – «природа ищет равных себе», только сильные духом люди могут сродниться с ней. Как и в романе П. Ламутского, основу концептосферы произведения А. Кривошапкина определяет вид человеческой общности: семьи, дома, рода.

Многие существенные качества национального характера представлены в образе отца Нэгэ. В северной семье особая роль принадлежит отцу, от которого напрямую зависит благополучие близких: «Без отца и солнце холодит».

В центре повествования сложный процесс формирования характера будущего охотника – юного Омчэни. Как писал В. Санги, в произведениях А. Кривошапкина выражено не только «ощущение себя в природе», но и «природы в себе» [6, с. 4]. Глубокое знание жизни родного народа, природы северного края определяют тонкий психологизм, лирическое звучание произведения.

С другой стороны, роман отличает острота социального конфликта, обусловленного перипетиями судеб ламутского народа в эпоху великих перемен в начале XX века, в сложных, порой трагических обстоятельствах, угрожающих самому существованию народа.

В романе выражены идеи толерантности, поэтизируются человеческие отношения, основанные на подлинном взаимопонимании и доброте: «У недоброго нет будущего». Представители разных народов: эвен Нэгэ, русский Семенов, якуты Новгородов, Аммосов – духовно близки своей человечностью, деятельной заботой о будущем народе.

Во второй книге романной дилогии «Снежные утесы» (2008) Максим Аммосов предстаёт как человек «солнечной мысли, доброты». Благодаря деятельности таких самоотверженных людей, как Аммосов, старый Нэгэ поверил в перемены к лучшему, в светлое будущее ламутского народа.

В геокультурной картине северного края концептуальны постоянно «присутствующие» горные утесы, олицетворяющие будущее народа. В восприятии героя горы постоянно меняются, «думают». На последних страницах романа символичен образ «солнечных вершин гор», которые как бы радуются, выражая потаённые надежды на светлое будущее.

В автобиографическом романе А. Кривошапкина «Кочевье длиною в жизнь» (2000) вся структура повествования строится на воссоздании своеобразия менталитета представителя оленеводческого народа. Символично название произведения – кочевье символизирует путь паренька из эвенского села в большую жизнь. В этом долгом пути он не потерял главного – кровной связи с родной землёй, с родным народом.

Юный герой чувствует свою сопричастность к окружающему миру. Вся система сравнений определена своеобразным восприятием мира природы северным человеком. Так, годы жизни уподобляются резовму бегу оленей.

Картины природы в романе часто одушевлены присутствием оленя. Находясь в школе, герой тоскует по своему стаду, тоска по матери сливается с тоской по родным местам: «Днем до боли в глазах всматриваюсь в высокий перевал, видимый из села, надеясь издали увидеть оленью вереницу» [7, с. 19].

Позднее, находясь на службе в армии в Мурманской области, он неожиданно увидел на сопке оленя, естественно, воспринял это как живую весть из родного края Себяна.

В труде оленевода автор показывает не просто будничную работу, но труд

одухотворенный, творческий. В лирическом раздумье о старых оленеводах он приходит к выводу: «Пока старики живы, будут нас радовать и олени, и язык наш родной» [7, с. 242].

Особенным драматизмом отличается сюжет романа «Золотой олень» (1990), обращенного к современной судьбе эвенского народа. Концептуальным является заглавие романа, основанного на легенде о белоснежном олене Гелтания. Он, встретив зло на земле, превращается в птичку и улетает в небесную высь. Но и там, в заоблачной дали, он продолжает творить добро: его след в виде полярного сияния освещает в темноте дорогу людям.

Легенда послужила основой повествования о жизни эвенского народа в реальных обстоятельствах второй половины XX века. Главный герой – потомственный охотник Айняри. Сам якут, он ощущает родство с эвенами, сердцем восприняв их язык, обычаи, верования. Более всего его волнует судьба северного народа в условиях нового времени, в обстоятельствах промышленного натиска.

Бригадира оленеводческого стада Орана также ранит в сердце вид изуродованной бульдозерами земли. Исконная земля его предков «Быыһаабыт» («Спасшая») теперь стала полигоном промышленного освоения.

Оран вынужден покинуть родные места, увести стадо. В его горестных думах – чувство потери: «без пастбища нет кочевья, без кочевья – нет оленей, а ведь олени – основа нашей жизни». Роман завершается печальным вопросом, смогут ли дети и внуки продолжить кочевье родного народа, вернется ли «золотой олень»?

Один из сквозных мотивов в романе – «эвен немислим без оленя» – художественно претворен в двуединой связке человека и оленя: Орана и Гелтания. Олень Гелтания также «чувствует, переживает как хозяин, не раз спасая его в пути».

Главные природные концепты в романе – горы, тайга. Сквозным моментом в романах А. Кривошапкина является образ «горного утеса», несущий многозначный символический подтекст, связанный с философскими раздумьями о судьбе народа, о смысле человеческой жизни.

В отношениях между людьми, между людьми и природой в романе утверждается главное – деятельное добро. Так, дед Этике убежден, что человек, творящий добро, навсегда останется в памяти народа.

Экологические проблемы не перестают волновать писателя, о чем свидетельствует роман «Оленные люди» (2012).

«Оленные люди» показаны как носители особой цивилизации, отличающейся гармоническим единством человека и природы: «Их жизнь и развитие с давних времен, исчисляемых тысячелетиями, вращается вокруг оленя. Отсюда возникла глубокая философская мысль: есть олень – есть жизнь, есть олень – есть эвен. Другие коренные народы Севера точно так же неразрывно связаны с оленем» [8, с. 5].

В представителях эвенского национального наследия Дендэ показаны неповторимый жизненный уклад, духовно-нравственные устои северного народа.

Главный герой романа – мудрый дед Отакчан, который считает, что его жизненным «университетом» является кочевье. Несмотря на свой преклонный возраст, он продолжает трудиться в оленеводческом стаде: «Мне тревожно за сородичей, останемся без оленя, исчезнем и мы, эвены. Вот почему с оленями... по тем тропам, по которым веками кочевали мои предки» [8, с. 76-77].

Отакчаен, носитель вековой народной мудрости, с болью в сердце воспринимает острые проблемы на современном Севере, в условиях резкой перемены уклада жизни: безработица, алкоголизм, бездорожье и, более всего, перемены в духовно-нравственной сфере, угроза потери родного языка, родной природы.

Все в природе он воспринимает как живое, наделенное душой. В ответ на недоуменный вопрос Айчимы: разве олени мыслят? – он горячо заявляет: «Все, что окружает нас, мыслит. Олень тоже... Земля все слышит. Деревья, тальники, камни, река, леса и горы – дети земли. И все звери, обитающие на ней. К ним надо бы относиться с глубоким почтением» [8, с. 53].

Как большую трагедию переживает Отакчаен гибель оленей от рук озверевших

браконьеров, оплакивает своего верного друга оленя Каравка – надежного передового вожака. Сцена кровавой бойни оленей в романе эвенского автора типологически схожа со сценой зверского истребления животных в Моюнкумской саванне в романе Ч. Айтматова «Плаха».

Более всего старый оленевод тревожится за молодых, наставляет их, что надо жить не одним сегодняшним днем, а думать о будущем всего рода: «беда, если люди обленились душой» [6, с. 55].

Обнадеживает то, что среди молодых есть такие, как Илани, который как родной внук перенял главное: доброту и соучастие в судьбах односельчан: «И у нас появляются думающие молодые люди. Они постоят за своих сородичей. Надо иметь не физическую силу, а ум, знание. Тогда сумеют найти ключи к нормальной человеческой жизни. Этого я желаю Илани» [8, с. 320].

Думающие герои романа считают, что спасение в том, чтобы сохранить свою духовную суть, человеческое достоинство. Другим важным условием устройства жизни в экстремальных условиях Севера герои романа считают взаимопомощь и взаимоуважение между народами. «Философия жизни» – «взаимопонимание и взаимоуважение двух представителей разной нации рождает и укрепляет братство целых народов» [8, с. 253].

В живительной силе духовного родства представителей разных народов Илани убеждается в своей борьбе за восстановление справедливости, когда незнакомые доселе ему якуты Чагыл, Максим, эвенк и русский геолог становятся опорой в самых трудных обстоятельствах.

В романе постоянно присутствуют картины своеобразной северной природы в разное время года. Вновь возникают горные вершины: «Вдали, в тумане густеющих сумерек, задумчиво молчали заснеженные горные кряжи. Они напоминали собой мудрых согбенных стариков – оленных людей» [8, с. 342].

Как истинный патриот, А. Кривошапкин убежден в будущем своего народа: «Народы Севера, несмотря на свою малочисленность, не вымрут, не исчезнут. У них есть испытанное временем и никогда не ржавеющее оружие – их высокая духовность, необычайно богатая и самобытная, позволяющая им с достоинством жить в мире, дружбе и братстве со своими соседями, а по большому счету со всем человечеством... сила народов Севера – в их высокой духовности» [9, с. 155].

Заключение

Таким образом, тема «человек и природа» во второй половине XX-начала XXI вв. становится в литературах Севера Якутии центральной, предопределяя и проблемное, и структурное обогащение жанра романа. Сознание великой значимости природы для человека выступает как принцип художественного осмысления сложной связи традиционного и современного в народном духовном аспекте. В романах писателей Севера Якутии выразилось стремление художественно запечатлеть уникальный духовно-нравственный опыт своего народа, высокую экологическую культуру, имеющие общечеловеческое значение. Всепроницающее природное начало в романах С. Курилова, П. Ламутского, А. Кривошапкина воспринимается как основа художественного воссоздания сложной взаимосвязи национального и общечеловеческого, утверждения гуманистических идеалов, красоты, добра и справедливости.

Л и т е р а т у р а

1. Роббек В. А. Толерантность – основа циркумполярной культуры народов Севера и Арктики // Терпимость. Идея и традиции (Материалы международной конференции «Через толерантность к взаимопониманию и миру»). – Якутск, 1995. – С. 120-121.
2. Курилов С. Н. Ханидо и Халерха. – Новосибирск, 1970. – 655 с.
3. Курилов С. Чаундаур: Новеллы, рассказы. – Якутск: Бичик, 2013. – 344 с.
4. Окурокова В. Б. Сияние полярных огней. – Якутск: Бичик, 2013. – 176 с.
5. Кривошапкин А. В. Сын Чиктикана. – М.: Дет. лит., 1988. – 4 с.
6. Санги В. М. Писатель из тайги. Предисловие к кн.: Кривошапкин А. Сын Чиктикана. – М.: Дет. лит., 1988. – 4 с.
7. Кривошапкин А. В. Кочевье длиною в жизнь. – Якутск: Бичик, 2000. – 336 с.

8. Кривошапкин А. В. Оленные люди. Роман. – Якутск: Бичик, 2013. – 344 с.
9. Кривошапкин А. В. Сила народов Севера – в их высокой духовности. – Якутск: Бичик, 2007. – 136 с.

References

1. Robbek V. A. Tolerantnost' – osnova tsirkumpoliarnoi kul'tury narodov Severa i Arktiki // Terpimost'. Ideia i traditsii (Materialy mezhdunarodnoi konferentsii «Cherez tolerantnost' k vzaimoponimaniu i miru»). – Yakutsk, 1995. – S. 120-121.
2. Kurilov S. N. Khanido i Khalerkha. – Novosibirsk, 1970. – 655 s.
3. Kurilov S. Chaundaur: Novel, rasskazy. – Yakutsk: Bichik, 2013. – 344 s.
4. Okorokova V. B. Siianie poliarnykh ognei. – Yakutsk: Bichik, 2013. – 176 s.
5. Krivoshapkin A. V. Syn Chiktikana. – M.: Det. lit., 1988. – 4 s.
6. Sangi V. M. Pisatel' iz taigi. Predislovie k kn.: Krivoshapkin A. Syn Chiktikana. – M.: Det. lit., 1988. – 4 s.
7. Krivoshapkin A. V. Kochev'e dlinoiu v zhizn'. – Yakutsk: Bichik, 2000. – 336 s.
8. Krivoshapkin A. V. Olennye liudi. Roman. – Yakutsk: Bichik, 2013. – 344 s.
9. Krivoshapkin A. V. Sila narodov Severa – v ikh vysokoi dukhovnosti. – Yakutsk: Bichik, 2007. – 136 s.



УДК 811.161.1:81'243

С. М. Петрова

РУССКИЙ ЯЗЫК КАК СРЕДСТВО МЕЖКУЛЬТУРНОЙ КОММУНИКАЦИИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Исследуются актуальные проблемы развития РКИ (Русский язык как иностранный) как филологической науки на современном этапе и её междисциплинарные связи. Предпринята попытка рассматривать РКИ как метанауку на основе новейших достижений в области семиотики и синергетики.

Анализируется соотношение теоретических знаний и практических навыков в области РКИ. Утверждается положительная роль обращения к произведениям русской литературы в контексте обучения РКИ.

Предлагается авторская концепция интерактивного обучения РКИ в контексте графико-символического анализа художественного произведения.

Ключевые слова: русский язык как иностранный, междисциплинарный подход, синергетика, лингвокультурология, межкультурная коммуникация, русская литература, семиотика, графико-символический анализ художественного произведения.

ПЕТРОВА Светлана Максимовна – д. пед. н., проф., зав. каф. русский язык как иностранный СВФУ им. М. К. Амосова.

E-mail: metlit@mail.ru

PETROVA Svetlana Maksimovna – Doctor of Pedagogical Sciences, Full Professor, Head of «Russian as a Foreign Language» Philological Faculty, North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov.

E-mail: metlit@mail.ru

Russian Language as a Means of Cross-Cultural Communication in Recent Times

The article deals with topical issues of development of Russian as foreign language (RAF) as philological science at the present stage and its interdisciplinary connections. An attempt was made to approach the RAF as a metascience based on the latest achievements in the field of semiotics and synergy.

The author's concept of interactive learning trials in the context of graphic-symbolic analysis of a literature text is proposed: exploration the history of semiotics as the science of signs; revealing the positive role of Russian literature in the context of learning of RAF; the role of «sign words» in understanding the ideas of studied literature text is detected that contributes to the development of oral speech of foreign students, improving the skills of understanding and interpretation of a literature text.

Keywords: Russian as a foreign language, linguistic and area studies, cultural linguistics, intercultural communication, interdisciplinary approach, information technology, intertext, semiotics, synergy, bifurcation, Russian literature, graphic-symbolic analysis of literature text.

Введение

XXI век поставил перед миром ряд сложных глобальных проблем (вызовов), от решения которых зависит будущее человечества. Один из этих вызовов – социальный, для реализации которого наметились тенденции постепенного перехода к постиндустриальному обществу на основе развития и широкого применения информационных технологий, что будет способствовать повышению культурного и профессионального уровня подавляющего большинства жителей планеты на основе развития и распространения методик, средств, технологий образования.

Перемены, происходящие в России, требуют активного поиска общественных ориентиров, отражающих преемственность исторического развития, достижения. Активное участие России в международной жизни (политика, торговля, туризм, образование и др.) приводит к повышающемуся востребованию русского языка.

Все большее внимание людей из разных стран привлекает русский язык не только как «транслятор культурных ценностей», но и как фактор неотъемлемой части мировой цивилизации. Его хотят изучать, говорить на нем, а посредством языка узнать как можно больше об истории, культурах, обычаях не только русских, но и представителей других наций, проживающих в разных регионах Российской Федерации.

Русский язык как иностранный (РКИ) в качестве филологической дисциплины представляет собой активно развивающееся направление науки о русском языке (С. А. Вишняков), рассматривающее язык как средство общения и имеющее в качестве научного инструмента познания функционально-коммуникативную лингводидактическую модель русского языка. РКИ активно использует результаты, полученные в области компаративистики, функциональной лингвистики, лингвистической семантики, прагматики, лингвокультурологии и др. наук, способствующие дальнейшему процессу познания языка в его коммуникативной функции и совершенствовании пути овладения русским языком носителями других языков.

Важную роль в развитии РКИ сыграли В. Г. Костомаров, Е. М. Верещагин [1, с. 190], разработавшие пути обучения РКИ, отталкиваясь от лингвострановедения. Поиски эффективных путей развития РКИ привели к разработке лингвокультурологического подхода, в центре которого лежит идея взаимосвязанного изучения языка, культуры и литературы. Лингвокультурология, межкультурная коммуникация, этнопсихология, этнолингвистика занимают достойное место в учебных планах подготовки преподавателей РКИ. Исследователи говорят о роли сопоставления языков и культур для наиболее полного раскрытия их сущности, о языковой картине мира [2]. Лингвокультурология представляет собой определенное видение мира сквозь призму национального языка, когда язык выступает как выразитель особой национальной ментальности [3].

В начале XXI в. отражением стратегии преподавания и обучения становятся информационные технологии. «Информационные технологии коренным образом изменяют системное мышление у обучающихся, выстраивают открытую систему образования, обеспечивающую каждому собственную траекторию обучения» [4, с. 144]. Новые технологии обучения призваны значительно увеличить скорость понимания, восприятия и глубокого усвоения огромных массивов знаний (Н. Г. Салмина). Мы становимся свидетелями феноменального явления – постепенного перехода от текстовой цивилизации к цивилизации изображения (В. Колеватов). Согласно «Концепции модернизации российского образования», «реализация принципа культуросообразности современного образования невозможна без ознакомления обучающихся с огромным пластом графической культуры, что будет способствовать овладению вербальными и невербальными средствами коммуникации, позволяющими осуществлять свободное общение на русском, родном, иностранных языках... Изучение графического языка как синергетического языка, имеющего свою семантическую основу, является необходимым, поскольку он становится международным языком общения».

РКИ как метанаука

В последнее время, в связи с «усилением внимания к процессам и способам коммуникации, усилением знакового общения, возрастает значение *семиотики* – науки о знаках, изучение эффективности которой важно не только в теоретическом плане, но и для ряда практических задач» [5, с. 190].

История знака проходит сложный путь в своем развитии: от Аристотеля, считавшего, что «слова – это знаки мысли» до Ч.-С. Пирса, писавшего, что «вся вселенная наполнена символами» и А. Ф. Лосева, признававшего, что «символ есть развернутый знак», а также тартуской школы Ю. М. Лотмана, сформулировавшей современную философию знака и символа. И сегодня исследователи отмечают: «Семиотические исследования... приближают к пониманию не только культуры отдельных народов, но и эстетических их универсалий и психологических констант человечества» [6, с. 265].

Степанов Ю. С., говоря о трехмерном пространстве языка, отмечал: «Буквально на наших глазах создается единый информационный мир, в котором сближаются мир художественной литературы (в виде интертекста) и мир науки и техники (т. е. инфосфера) [7, с. 336]. «Интертекст и инфосфера – вот два ключевых термина, характеризующих новое в семиотике, семиотике второго тысячелетия» [8, с. 5-42].

Однако информационные технологии не должны быть самоцелью процесса обучения. Они должны стать основанием для дальнейшего совершенствования обучения, его качественного роста, отражением чего является установление междисциплинарных связей, в основе которых лежит *синергетический* подход. В последнее время все чаще звучит идея о синергетическом характере языка: «язык как адаптивная, самоорганизующаяся система», «синергетика речи и ситуации» и т. д. Р. Г. Пиотровский выделил синергетику в качестве одного из магистральных направлений лингвистики будущего: «Можно ожидать, что проблема синергетики языка и речи станет одной из центральных проблем языкознания XXI века» [9, с. 417].

Синергетика как новая научная дисциплина все более завоевывает пространство в дисциплинах, казалось бы, далеких от этой науки. Термин «синергетика» (от греч. «synergeia» – сотрудничество, содействие, соучастие) введен в 1969 г. немецким физиком Г. Хакеном как научное направление, близкое к ряду других направлений [10]. Особенность синергетики как науки заключается в том, что, в отличие от большинства новых наук, возникавших, как правило, на стыке двух ранее существовавших, синергетика возникает, опираясь на внутренние точки различных наук, с которыми она имеет ненулевые пересечения.

Каждый специалист видит в синергетике свой материал, и каждый из них, применяя методы своей науки, обогащает общий запас идей и методов синергетики. Общепринятое сегодня определение синергетики представляет собой междисциплинарное направление научных исследований, в рамках которого изучаются общие закономерности процессов

самоорганизации. Будучи междисциплинарным направлением исследований, синергетика влечет за собой глубокие мировоззренческие следствия. Формируется новая парадигма, изменяется вся концептуальная сетка мышления, возникает иная картина мира, происходит переход от категорий бытия к категории события.

Синергетика отражает новое мировидение, связанное с исследованием феномена самоорганизации [11]. В связи с этим новый смысл приобретает понятие «бифуркация», точка схождения двух разных явлений [12, с. 247]. Обращение к синергетике инициирует поиски общих закономерностей в разнообразных явлениях. Именно такой подход свидетельствует о том, что возникшая как отрасль физики она теперь находит свои приложения в биологии, социологии, психологии, искусстве, в образовательной деятельности, в частности в преподавании гуманитарных дисциплин.

Методология синергетики нашла философское осмысление и в области лингвистики. Причем первый камень в основание новой методологии был заложен русским мыслителем П. А. Флоренским. Он представил слово как «синергию, особенное явление, порожденное со-деятельностью различных сил» [13, с. 447].

Все возрастающая роль межкультурной коммуникации имеет тенденцию к созданию языка лингвосинергетики [14]. Для теории межкультурной коммуникации синергетика важна ещё и потому, что дает описание поведения сложных систем. Интересы лингвистики в настоящее время существенно сместились со структурного описания языка на тот исторический контекст, в котором язык развивается и функционирует. Синергетический подход к языку (Н. Ф. Алефиренко) требует глубокого осмысления динамических аспектов и основательной проработки языкового материала. Исследователи (В. Г. Борботько и др.) рассматривают синергетические аспекты языка как лингвокультурный компонент сознания. Как справедливо отмечает исследователь, для современного гуманитарного мышления характерно повышенное внимание к роли языка в формировании культурно-семиотического компонента общественного сознания и в межкультурном социальном взаимодействии, что влечет за собой и соответствующее расширение сферы лингвистических исследований.

Синергетический процесс в области образования – это взаимодействие двух сопряженных взаимосвязанных подсистем (преподавания и учения, организации и самоорганизации), приводящее к новообразованиям, обозначающим переход от развития к саморазвитию. Методология синергетики, в отличие от традиционной системы обучения, проектирует не конечное состояние системы, а развитие системы к этому состоянию. Ведущие отечественные и зарубежные специалисты среди тенденций развития науки и образования в области подготовки синергетических кадров выделяют формирование междисциплинарных технологий и постнеклассических мировоззренческих философских концепций в образовании, развитие социальных проекций теории самоорганизации, охватывающие саморазвивающиеся образовательные пространства. Однако на практике необходимо, чтобы синергетические знания представлялись в форме, пригодной для широкого социального использования.

В связи с этим особый смысл приобретает понятие «концепт» как феномен языка и культуры, определяющий его как «значение слова, схваченное знаком» [15]. «Сейчас настало время междисциплинарного образования, формирующего способность не только применять полученные знания, но и создавать новые знания за счет коммуникации и действия в соответствии с ними» [16, с. 20].

В то же время нужно учитывать, что обучение русскому языку как иностранному не может и не должно сводиться к развитию лишь репродуктивных навыков речевой деятельности. Практика показала, что настало время новых подходов к реализации этой проблемы, что должно быть связано с созданием учебно-методической литературы нового поколения, помогающих интерактивному обучению, использованию новых технологий обучения. Актуальной проблемой обучения русскому языку как иностранному является поиск новых средств, форм, методов, адекватных целям развития современного образовательного процесса.

Преподавание русского языка как иностранного на современном этапе развития общества должно соответствовать новой геополитической, глобальной социоязыковой ситуации, новым собственно языковым процессам в самом русском языке. Обучение русскому языку как иностранному призвано носить творческий и новаторский характер и должно строиться на подлинно научной основе: оно должно быть многообразным, адекватным культурному разнообразию человека, удовлетворять всесторонним потребностям этнокультурных, социально-профессиональных, конфессиональных групп.

Проблема обучения русскому языку как иностранному на современном этапе носит междисциплинарный характер, что обусловлено спецификой образовательной системы, характеризующейся, с одной стороны, стремлением к глобализации, с другой стороны, к сохранению национального своеобразия того или иного языка.

Методика обучения русскому языку как иностранному – это «самостоятельная педагогическая дисциплина о законах и правилах обучения языку и способах овладения языком, а также об особенностях образования и воспитания средствами языка» [17, с. 128]. Известно, что качество обучения РКИ зависит от качества контингента обучающихся; качества преподавательского состава; качества управления учебным процессом; качества средств обучения, например, учебников; качества объективности и надежности оценки и оценивания. Предметом обучения русскому языку как иностранному является оптимальная система управления учебным процессом, т. е. система, направленная на наиболее эффективное овладение учащимися русским языком (А. А. Леонтьев).

О необходимости изменения преподавания РКИ говорят давно [18, с. 10].

Перед педагогами стоят важные вопросы: как воплощать синергетическую модель образования, как эффективнее вводить методы синергетики в образовательный процесс? Таким образом, назрела необходимость обсудить общий подход к пониманию новых тенденций в мировоззрении XXI в., ориентирующий профессиональное научное сообщество на целостное, непрерывное, опережающее образование в современном обществе.

В последние годы все большее внимание людей из разных стран привлекает Север с его географической экзотикой, национальными обычаями, традициями, интересующий не только специалистов, но и людей разных профессий. Республика Саха (Якутия) является крупнейшим на Северо-Востоке регионом Российской Федерации и имеет давние международные связи в разных областях политической, общественной, культурной, социальной жизни.

Культурообразующим центром международного значения по праву считается Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова (СВФУ), ориентированный на решение геополитических задач в области образования и удовлетворение кадровых потребностей крупных межрегиональных инвестиционных проектов. СВФУ становится центром апробации новых социально-гуманитарных практик, этнокультурных, исторических исследований. Университет имеет большой опыт в преподавании русского языка иностранцам. Здесь проходят стажировку, повышение квалификации, обучение иностранные граждане из многих стран Европы, Азии, Латинской Америки. Они изучают не только русский язык, но и якутский, а также языки малочисленных народов Республики Саха (Якутия). В СВФУ создано Управление международных связей, а также функционируют такие международные центры, как Корейский информационно-культурный центр, Институт Востока, Русскоязычный информационный центр Университета Арктики и др. Международная деятельность университета направлена, прежде всего, на развитие и интернационализацию университетского образования и науки, на дальнейшую интеграцию СВФУ в мировое образовательное и научное пространство. Университетом определены приоритеты сотрудничества, в которые, в первую очередь, входят страны Азиатско-Тихоокеанского и Арктического регионов.

Получив статус федерального вуза, Северо-Восточный университет в 2012 г. открыл на филологическом факультете кафедру «Русский язык как иностранный», что представляет особую важность, т. к. она стала центром обучения иностранных граждан русскому языку

для дальнейшего их поступления на различные специальности университета. Сегодня на кафедре в течение года обучается более 100 человек из КНР, Южной Кореи, Вьетнама, Турции, Гайаны, Палестины, Финляндии, Германии, США, Сирии, Западной Африки, Афганистана, Японии и других стран. Сегодня Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова – многоотраслевой вуз, располагающий широкими возможностями для проведения учебной, воспитательной, научно-исследовательской работы.

В современной образовательной системе необходимо создавать условия, которые выступали бы реальной основой формирования поликультурной личности с развитым этническим самосознанием, способной на конструктивное сотрудничество с носителями различных этнокультурных ценностей. Осознание себя представителем определенной этнической группы способствует более глубокому пониманию культурных ценностей своего народа, приобщению к мировой культуре, формированию целостного восприятия, системного мышления [19]. При этом важно рассматривать многокультурное образование в качестве основы полилога культур. Введение в систему обучения этноориентированных контрольно-измерительных (оценочных) средств повышает эффективность овладения РКИ при условии личностной, социальной (от социализация) значимости их содержания и методики выполнения. В целях поддержания мотивации иностранных учащихся в овладении РКИ и оптимизации обучения важно опираться на развитые и устойчивые стороны этнопсихики: высокий уровень мнемических способностей (запоминание, классифицирование), развитую интуицию, зрительный канал восприятия, зрительно-двигательный канал памяти, активное использование аналогии, контекстуальной догадки. В процессе речевой деятельности нередко встречаются лексико-семантические ошибки вследствие неверного или неточного понимания объема слов.

Исследователи отмечают, что недостаточно знать какое-то количество слов, главное – осмысленно научиться их употреблять. Культурно-ассоциативное значение в одном слове иногда очень разнообразно. Например, в китайском языке слово «ворона» является символом добра. В Китае говорят: «Когда ворона поет, радость наступает». В русском языке слово «ворона» не вызывает светлые ассоциации. У китайцев сова – символ сил тьмы. В русской культуре сова – символ мудрости. Дракон у китайцев – символ власти, силы, в русской культуре дракон – символ зла [20].

Изменившийся социальный и исторический контекст общения диктует новую модальность подачи учебного материала. Одно из перспективных направлений в преподавании РКИ – этнометодический аспект [21]. В методике преподавания РКИ важно учитывать национально-культурную специфику языка. В современной лингвометодике признается необходимость включения национально-культурного компонента в преподавание языка как одного из важнейших путей трансляции национальной культуры. Лингвисты разных стран и эпох искали то рациональное зерно, которое сделало бы язык привлекательным для познания и изучения. Г. В. Колшанский создал оригинальную концепцию языка – коммуникативную лингвистику. Он считал, что основной единицей языка и коммуникации является *текст*. Работа с текстом является не только продуктом, но и инструментом коммуникации.

Среди актуальных проблем обучения русскому языку как иностранному по праву может считаться обращение к художественной литературе, в которой в наибольшей степени проявляются философия русского языка, история, культура, традиции, обычаи русского народа. В современной методике преподавания РКИ художественные тексты рассматриваются как средство, формирующее индивидуум, позволяющее проникнуть в многообразие языковых форм, постичь богатство изучаемого языка. Работа с текстом художественной литературы способствует высокому уровню познания языка и его пониманию как культурного кода [22], созданию того образа России, который в наибольшей степени будет способствовать формированию положительной мотивации при изучении русской литературы и подготовить студентов к основанному на знании национальных культурных стереотипов адекватному восприятию жизненных ценностей и ориентиров.

Работа с художественным текстом позволяет выявить лингвистические, лингвостилистические, лингвокультурологические особенности текста, формирующие «образ русского художественного текста», определить «текстовый концепт». Адаптация иностранцев к обучению русскому языку представляет собой многоуровневый, динамичный процесс, имеющий свою структуру и особенности протекания, связанные с определенной перестройкой личности в рамках включения в новые социальные роли.

Чтение художественного текста становится стимулом к развитию познавательной деятельности. Исследователи правомерно считают, что «у человека существует ещё один образ мира – собственно-знаковый, в котором мир представлен... в текстах литературного произведения (Г. А. Глотова). Литература имеет особые преимущества для исследования национального восприятия и преобразования мира. У неё своя *специфическая логика*: она становится все более *интерактивной*. Подобная интерактивность созвучна самой природе литературы, которая построена по принципу некоего *глобального интертекста*, где существует огромное количество вариантов переживания и прочтения всей предыдущей литературной традиции» [23, с. 167]. Благодаря Интернету меняется модальность бытования текста, его природа. Сегодня в поле зрения науки о тексте находятся лишь вербальные (словесные) знаки, но «настоящую действительность текста составляют также и многочисленные невербальные знаки (числа, символы, рис., графики и др.)» [24, с. 5-39].

Настало время, когда к анализу художественного произведения нужно подходить творчески, применяя к нему инновационные технологии, где семиотика заняла бы достойное место. Для этого важно осмыслить семиотику как «методику обращения со знаками (М. К. Мамардашвили, А. М. Пятигорский). Очень важны для практической работы выводы ученых о том, что «обучение должно соответствовать принципам работы мозга» [25, с. 7-12], ибо способность обрабатывать визуальные образы связана с анатомическим строением человеческого мозга [26].

В последнее время особую значимость приобретают когнитивные факторы при обучении порождению и восприятию речи. В связи с этим все большую актуальность приобретает выработка стратегии работы для понимания, знания и осмысления художественного текста. При этом важны интерактивные методы преподавания.

В процессе обучения иностранцев русскому языку мы использовали нашу авторскую методику графико-символического анализа художественного произведения, созданную на основе семиотики, мнемотехники, эргономики [30]. В ее основе лежит осмысление философии изучаемой эпохи, глубинное знание истории создания произведения, понимание нравственно-мировоззренческой позиции автора. Одной из задач обучения иностранных студентов восприятию словесных образов является *целостное восприятие* словесных образов текста, их взаимосвязи, системы [27].

Важную роль в понимании идеи изучаемого произведения играют не только использование современных средств наглядной выразительности, но и *новые* подходы к словарно-фразеологической работе, в которой смысловое значение имеют поиски *опорных, ключевых* и, самое главное, *знаковых* слов, отражающих идею произведения.

Разработанная нами авторская методика графико-символического анализа художественного произведения – это попытка осмыслить явления, происходящие в современном образовательном процессе, показать, каким образом инновационные образовательные технологии могут быть применимы к профессиональной подготовке будущих учителей-словесников в условиях национального региона, к обучению иностранцев русскому языку.

Русская литература была отражением духовных исканий писателей разных эпох и направлений. Большой интерес у иностранцев вызывает творчество великого русского писателя Н. В. Гоголя. Знакомство с программным произведением писателя поэмой «Мертвые души» вводит их в неведомый дотоле мир русской действительности первой половины XIX в. «Классические тексты являются частью национального культурного кода» [29, с. 42]. Использование нашей авторской методики помогает им лучше понять поэму. Не случайно

Н. В. Гоголя называли первым «семиотическим» писателем русской литературы. У него что ни образ, то символ (например, Собакевич, Манилов, Плюшкин и др.), в наибольшей степени это «знаковая природа текста» [28, с. 296]. Однако вводить иностранцев в мир русской литературы необходимо со знакомства с эпохой, в которой жил писатель, с представлением тех явлений, которые создают национальный колорит изучаемого времени. Это не только «комплексный комментарий», отражающий общественно-политическую (*самодержавие, подушная подать, ревизские сказки* и др.), историко-литературную (*романтизм, критический реализм, поэма в прозе, ирония*), индивидуально-психологическую (*разочарование, честолюбие, лицемерие*), эмоционально-оценочную («*душечка*», «*мошенник*», «*прах*») лексику, но и словарные таблицы, где представлены понятия, отражающие эпоху Гоголя (*новытчик, городничий, городской, салон* и др.), а также 14 ступеней социальной лестницы, покорение которой отражало психологию героев литературных произведений того времени. В работу над темой включаются такие главы, как «Россия Гоголя», «Литературные учителя Гоголя», «Особенности романтизма как литературного направления», «Национальные особенности русского романтизма», с использованием репродукций картин художников и обращением к произведениям русских живописцев. Работе над художественным текстом предшествует продуманная система заданий, способствующая развитию устной связной речи, обогащению лексического запаса иностранцев, умению строить предложения. Каждый подобный урок – это практика межкультурной коммуникации, потому что вводимые слова отражают иностранный мир и иностранную культуру [31].

В процессе работы над произведением обращаем внимание на его название. Название произведения – это имплицитная, максимально сжатая содержательно-концептуальная информация [32], которая стремится к развертыванию, распрямлению («Мертвые души»). Это связано с пониманием причинно-следственных связей, их значимости в социальной, экономической, политической, культурной жизни народа. Такая информация извлекается из всего произведения и представляет собой творческое переосмысление указанных отношений, фактов, событий, процессов, происходящих в обществе и представленных писателем в созданном или воображаемом мире.

Нужный учебный материал представлен в раздаточных карточках, где курсивом выделены слова, требующие пояснительной работы преподавателя. «В 1830-е годы в России возникло явление, которое вызвало большое возмущение среди людей. Помещики, чтобы получить от правительства земли, делали *приписки*. Они записывали своих умерших крестьян как *живых*. Скоро это стало известно царю. И таких помещиков стали *судить*».

Александр Сергеевич Пушкин хотел написать роман об этом явлении. Но потом решил отдать этот *сюжет* Николаю Васильевичу Гоголю. Когда Гоголь написал несколько глав и прочитал их Пушкину, Пушкин сказал: «Боже, как *грустна* наша Россия!». А Гоголь *решил* в своем романе «показать всю Россию».

Теперь о *жанре* романа. Хотя это *произведение* написано *прозой*, Гоголь называл его *поэмой*. Здесь много *размышлений писателя* о русском характере, о русском языке, о роли писателя в жизни общества, о России, о жизни и др. Эти размышления называются «*лирические отступления*». Гоголь начал писать поэму в 1836 г., в 1842 г. вышел первый том поэмы.

Учащиеся выполняют следующие задания:

1. Найти в словаре выделенные слова: история, создавать, поэма, возникать, явление, вызвать, возмущение, люди, помещик, правительство, земля, приписка, умереть, крестьянин, живой, судить, роман, сюжет, грустный, решить, жанр, произведение, проза, поэма, размышления, писатель, характер, роль, жизнь, общество, лирический, отступление.

2. Составить предложения со следующими словами: 1830-е годы, Россия, возникать, явление, вызвать, большое, возмущение, люди. Помещики, получить, правительство, земля, делать, приписки. Они, записывать, свои, умереть, крестьяне, живые. Скоро, это, стать, известный, царь. Такие, помещики, судить.

Александр Сергеевич Пушкин, хотеть, написать, роман, это, явление. Но, потом, решить,

отдать, этот, сюжет, Николай Васильевич Гоголь. Когда, Гоголь, написать, несколько, глава, и прочитать, они, Пушкин, Пушкин сказал: «Боже, как грустный, наш, Россия!». Гоголь, решить, свой, роман, «показать, вся, Россия».

Теперь, жанр, роман. Хотя это, произведение, написать, проза, Гоголь, называть он, поэма. Здесь, много, размышления, писатель, русский, характер, русский язык, роль, писатель, жизнь, общество, Россия, жизнь и др. Эти, размышление, называться, лирическое, отступления.

Гоголь, начать, писать, поэма, 1836 год, 1842, год, выйти, первый, том, поэма.

Читая текст поэмы, учащиеся знакомятся со стилем писателя, обогащают свой словарный запас, совершенствуются в развитии устной связной речи. «Глава 1. Приезд Чичикова в город N. *Коллежский советник* Павел Иванович Чичиков *въехал* в город в красивой *бричке*. Он остановился в *гостинице* со своими *слугами*: *кучером* Селифаном и *лакеем* Петрушкой. Как пишет Гоголь, на лицо он был не «красавец, но и не дурной, не толстый, но и не тонкий, не старый, но и не молодой».

В городе были *плохие дороги*, *чахлые* деревья. *Каменные* дома были *выкрашены желтой краской*. А *деревянные* – *серой краской*.

Чичиков решил *посетить* *главных чиновников* города: *губернатора*, *прокурора*, *полицеймейстера*, *архитектора* и др. *Хозяевам* города Чичиков понравился, потому что он всех *хвалил*, всем *льстил*.

Чичикова *пригласили* на *вечеринку*. Здесь *пожилые* мужчины играли в *карты*. Молодые мужчины танцевали с дамами. Чичиков *познакомился* со многими *помещиками* – Маниловым, Собакевичем, Ноздревым и другими. Все стали приглашать Чичикова к себе в *гости*.

Задание.

1. Найти в словаре выделенные в тексте слова: *коллежский советник, въехать, бричка, Гостиница, слуга, лакей. Плохой, дорога, чахлый, дерево. Каменный, выкрасить, желтая, краска. Деревянный – серая. Посетить главный, чиновник, губернатор, прокурор, полицеймейстер, архитектор. Хозяин, понравиться, хвалить, все, льстить. Пригласить, вечеринка. Пожилой, карты, познакомится. Гость.*

2. Составить предложения со словами: коллежский советник Павел Иванович Чичиков, въехать, город, красивая бричка. Он, остановиться, гостиница, свой, слуги: кучер Селифан, лакей Петрушка. Как пишет Гоголь, на лицо он был не «красавец, но и не дурной, не толстый, но и не тонкий, не старый, но и не молодой».

Город, быть, плохой, дороги, чахлый, деревья. Каменный, дома, быть, выкрасить, желтая, краска. А деревянные – серая, краска.

Чичиков, решить, посетить, главный, чиновники, город, губернатор, прокурор, полицеймейстер, архитектор и др. Хозяева, город, Чичиков, понравиться, он, все, хвалить, все, льстить.

Чичиков, пригласить, вечеринка. Пожилой, мужчины, играть, карты. Молодой, мужчины, танцевать, дамы. Чичиков, познакомиться, много, помещики, – Манилов, Собакевич, Ноздрев и другие. Все, стать, приглашать, Чичиков, себе, гости.

Заключение

Каждая глава обозначается графически, что создает неповторимый и хорошо запоминающийся рисунок. Графика создается, исходя из содержания текста и на основе ключевых слов. Эффективность обучения иностранцев русскому языку зависит от того, насколько правильно будут поняты и применены на практике современные исследования не только в области лингвистики, языкознания, но и в области философии, психологии, истории, культурологии, литературоведения. Только такой междисциплинарный подход поможет иностранцам лучше понять русский язык, его философию, историю и культуру. Графика активизирует процессы осмысления, что способствует усвоению и запоминанию учебной информации, адекватно передавать смысловое содержание текста.

Опыт работы преподавателей кафедры РКИ филологического факультета с иностранными гражданами показывает, что обращение к произведениям художественной литературы

в контексте обучения их русскому языку благоприятно сказывается на постижении ими специфики русского языка, обогащает их словарный запас, развивает культуру речи, способствует лучшему пониманию особенностей русского языка.

Л и т е р а т у р а

1. Костомаров В. Г., Верещагин Е. М. Язык и культура: Лингвострановедение в преподавании русского языка как иностранного. – М., 1990.
2. Тер-Минасова С. Г. Язык и межкультурная коммуникация. – М.: Слово, 2008.
3. Маслова В. А. Лингвокультурология: уч. пос. – М.: Изд-ий центр «Академия», 2001. – 208 с.
4. Применение информационно-коммуникационных технологий в практике преподавания русского языка как иностранного: мат. Международного межвузовского семинара 2008-2011 гг. / под ред. Е. Ю. Николенко. – М.: РосНОУ, 2011. – 144 с.
5. Враймуд И. В. Знаки и знаковое сознание: графосемиотический подход. – М.: ФЛИНТА: Наука, 2014. – 190 с.
6. Мечковская Н. Б. Семиотика: Язык. Природа. Культура. – Изд-е 3. – М.: ИЦ «Академия», 2008. – 432 с.
7. Степанов Ю. С. В трехмерном пространстве языка. Семиотические проблемы лингвистики, философии, искусства. – Изд-е 2 / Ответ. ред. В. П. Нерознак. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. – 336 с.
8. Степанов Ю. С. В мире семиотики. В кн.: Семиотика: Антология / Сост. Ю. С. Степанов. – М., 2001. – С. 5-42.
9. Пиотровский Р. Г. Теоретические и прикладные проблемы языкознания на рубеже XX в. // Лингвистика на исходе XX в. Тезисы международной конференции. Ч. 2. – М.: Филология, 1995. – С. 417-419.
10. Хакен Г. Тайны природы. Синергетика: наука о взаимодействии. – М.-Ижевск, 2003. – 320 с.
11. Буданов В. Г. Методология синергетики в постнеклассической науке и в образовании. Изд. 3, доп. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 240 с.
12. Розин В. М. Педагогика и личность в точке и процессе бифуркации // Синергетическая парадигма. Синергетика образования. – М.: Прогресс-Традиция, 2007. – С. 247-265.
13. Флоренский П. А. У водоразделов мысли. Т. 2. – М.: Правда, 1990. – 447 с.
14. Борботько В. Г. Принципы формирования дискурса: От психолингвистики к лингвосинергетике. Изд-е 4. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 288 с.
15. Кубрякова Е. С., Демьянков В. З. Краткий словарь когнитивных терминов. – М., 1996.
16. Ким И. Н. Будущее регионального вуза в контексте стратегии развития отечественного образования // Высшее образование в России. – 2015. – № 1. – С. 20-29.
17. Вишняков С. А. Русский язык как иностранный: уч. пос. – М.: Флинта, Наука, 1998. – 128 с.
18. Колшанский Г. В. Объективная картина мира в познании и языке. – Изд-е 4 / Ответ. ред. А. М. Шахнарович. – М.: КомКнига, 2010. – 128 с.
19. Малышев В. Н. Пространство мысли и национальный характер. – СПб.: Алетейя, 2009. – 408 с.
20. Цзян Яньхун. Лексико-семантические ошибки в речи китайских учащихся // Вестник Московского университета. Серия 9. Филология. – 2012. – № 1. – С. 147-151.
21. Балыхина Т. М., Чжао Юйцзян. От методики к этнометодике. Обучение китайцев русскому языку: проблемы и пути их преодоления: монография. Изд. 2-е – М.: РУДН, 2012. – 344 с.
22. Почепцов Г. Г. Семиотика. – М.: «Рефлбук», К.: «Ваклер». – 2002. – 432 с.
23. Денисова Г. В. В мире интертекста: язык, память, перевод. – М.: Азбуковник, 2003. – 298 с.
24. Плотников Б. А. Семиотика текста: Параграфемика: учебное пособие. – Минск: Вышэйшая школа, 1992. – С. 5-39.
25. Косилова М. Ф. Фундаментальные науки и практика: некоторые особенности работы мозга и преподавание иностранных языков // Вестник МГУ. Серия 19. Лингвистика и межкультурная коммуникация. – 2006. – № 2. – С. 7-12.
26. Бергер А. Видеть – значит верить. Введение в зрительную коммуникацию: 2-е издание. – М.: Изд. дом «Вильямс». – 2005. – С. 40-41.

27. Еремина Е. А. Обучение иностранных студентов целостному восприятию словесных образов времен года русского художественного текста // Вестник ЦМО МГУ. – 2014. – № 4. – С. 110-116.
28. Москальчук Г. Г. Структура текста как синергетический процесс. – М.: Едиториал УРСС, 2010. – 296 с.
29. Деменева К. А. Адаптация классических произведений при подготовке урока по русскому языку как иностранному // Вестник ЦМО МГУ. – 2014. – № 4. – С. 41-46.
30. Петрова С. М. Графико-символический анализ художественного произведения в системе профессиональной подготовки будущего учителя-словесника. – Якутск: Изд-во ЯГУ, 2009. – 185 с.
31. Зинченко В. Г., Зусман В. Г., Кирнозе З. И. Межкультурная коммуникация. От Системного подхода к синергетической парадигме: уч. пос. – М.: Флинта-Наука, 2007. – 224 с.
32. Гальперин И. Р. Текст как объект лингвистического исследования. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 144 с.

References

1. Kostomarov V. G., Vereshchagin E. M. Iazyk i kul'tura: Lingvostranovedenie v prepodavanii russkogo iazyka kak inostrannogo. – M., 1990.
2. Ter-Minasova S. G. Iazyk i mezhkul'turnaia kommunikatsiia. – M.: Slovo, 2008.
3. Maslova V. A. Lingvokul'turologiia: uch. pos. – M.: Izd-ii tsentr «Akademiiia», 2001. – 208 s.
4. Primenenie informatsionno-kommunikatsionnykh tekhnologii v praktike prepodavaniia russkogo iazyka kak inostrannogo: mat. Mezhdunarodnogo mezhvuzovskogo seminar 2008-2011 gg. / pod red. E. Iu. Nikolenko. – M.: RosNOU, 2011. – 144 s.
5. Vraimud I. V. Znaki i znakovoe soznanie: grafosemioticheskie podkhod. – M.: FLINTA: Nauka, 2014. – 190 s.
6. Mechkovskaia N. B. Semiotika: Iazyk. Priroda. Kul'tura. – Izd-e 3. – M.: ITs «Akademiiia», 2008. – 432 s.
7. Stepanov Iu. S. V trekhmernom prostranstve iazyka. Semioticheskie problemy lingvistiki, filosofii, iskusstva. – Izd-e 2 / Otvet. red. V. P. Neroznak. – M.: Knizhnyi dom «LIBROKOM», 2010. – 336 s.
8. Stepanov Iu. S. V mire semiotiki. V kn.: Semiotika: Antologiiia / Sost. Iu. S. Stepanov. – M., 2001. – S. 5-42.
9. Piotrovskii R. G. Teoreticheskie i prikladnye problemy iazykoznanii na rubezhe KhKh v. // Lingvistika na iskhode KhKh v. Tezisy mezhdunarodnoi konferentsii. Ch. 2. – M.: Filologiiia, 1995. – S. 417-419.
10. Khaken G. Tainy prirody. Sinergetika: nauka o vzaimodeistvii. – M.-Izhevsk, 2003. – 320 s.
11. Budanov V. G. Metodologiiia sinergetiki v postneklassicheskoi nauke i v obrazovanii. Izd. 3, dop. – M.: Knizhnyi dom «LIBROKOM», 2009. – 240 s.
12. Rozin V. M. Pedagogika i lichnost' v tochke i protsesse bifurkatsii // Sinergeticheskaia paradigma. Sinergetika obrazovaniia. – M.: Progress-Traditsiia, 2007. – S. 247-265.
13. Florenskii P. A. U vodorazdelov mysli. T. 2. – M.: Pravda, 1990. – 447 s.
14. Borbot'ko V. G. Printsipy formirovaniia diskursa: Ot psikholingvistiki k lingvosinergetike. Izd-e 4. – M.: Knizhnyi dom «LIBROKOM», 2011. – 288 s.
15. Kubriakova E. S., Dem'iankov V. Z. Kratkii slovar' kognitivnykh terminov. – M., 1996.
16. Kim I. N. Budushchee regional'nogo vuza v kontekste strategii razvitiia otechestvennogo obrazovaniia // Vysshee obrazovanie v Rossii. – 2015. – № 1. – S. 20-29.
17. Vishniakov S. A. Russkii iazyk kak inostrannyi: uch. pos. – M.: Flinta, Nauka, 1998. – 128 s.
18. Kolshanskii G. V. Ob'ektivnaia kartina mira v poznanii i iazyke. – Izd-e 4 / Otvet. red. A. M. Shakhn-arovich. – M.: KomKniga, 2010. – 128 s.
19. Malyshev V. N. Prostranstvo mysli i natsional'nyi kharakter. – SPb.: Aleteiia, 2009. – 408 s.
20. Tszian Ian'khun. Leksiko-semanticheskie oshibki v rechi kitaiskikh uchashchikhsia // Vestnik Moskovskogo universiteta. Serii 9. Filologiiia. – 2012. – № 1. – S. 147-151.
21. Balykhina T. M., Chzhao Iuitszian. Ot metodiki k etnometodike. Obuchenie kitaitsev russkomu iazyku: problemy i puti ikh preodoleniia: monografiia. Izd. 2-e – M.: RUDN, 2012. – 344 s.
22. Pocheptsov G. G. Semiotika. – M.: «Reflbuk», K.: «Vakler». – 2002. – 432 s.
23. Denisova G. V. V mire interteksta: iazyk, pamiat', perevod. – M.: Azbukovnik, 2003. – 298 s.

24. Plotnikov B. A. Semiotika teksta: Paragrafemika: uchebnoe posobie. – Minsk: Vysheishaia shkola, 1992. – S. 5-39.
25. Kosilova M. F. Fundamental'nye nauki i praktika: nekotorye osobennosti raboty mozga i prepodavanie inostrannykh iazykov // Vestnik MGU. Seriya 19. Lingvistika i mezhkul'turnaia kommunikatsiia. – 2006. – № 2. – S. 7-12.
26. Berger A. Videt' – znachit verit'. Vvedenie v zritel'nuu kommunikatsiiu: 2-e izdanie. – M.: Izd. dom «Vil'iams». – 2005. – S. 40-41.
27. Eremina E. A. Obuchenie inostrannykh studentov tselostnomu vospriiatiiu slovesnykh obrazov vremen goda russkogo khudozhestvennogo teksta // Vestnik TsMO MGU. – 2014. – № 4. – S. 110-116.
28. Moskal'chuk G. G. Struktura teksta kak sinergeticheskii protsess. – M.: Editorial URSS, 2010. – 296 s.
29. Demeneva K. A. Adaptatsiia klassicheskikh proizvedenii pri podgotovke uroka po russkomu iazyku kak inostrannomu // Vestnik TsMO MGU. – 2014. – № 4. – S. 41-46.
30. Petrova S. M. Grafiko-simvolicheskii analiz khudozhestvennogo proizvedeniia v sisteme professional'noi podgotovki budushchego uchitel'ia-slovesnika. – Iakutsk: Izd-vo IaGU, 2009. – 185 s.
31. Zinchenko V. G., Zusman V. G., Kirnoze Z. I. Mezhhul'turnaia kommunikatsiia. Ot Sistemnogo podkhoda k sinergeticheskoi paradigme: uch. pos. – M.: Flinta-Nauka, 2007. – 224 s.
32. Gal'perin I. R. Tekst kak ob'ekt lingvisticheskogo issledovaniia. – M.: Izd-vo LKI, 2008. – 144 s.



УДК 811.512.157'367.625.4

Г. Г. Филиппов

МОДАЛЬНЫЕ ФОРМЫ ПРИЧАСТИЙ НА -ЫАХ И -ЫА В ЯКУТСКОМ ЯЗЫКЕ

Причастия будущего времени, принимая различные аффиксы и сочетаясь с вспомогательными словами, образуют время-модальные формы. Эти формы бывают синтетическими и аналитическими, имеют временное и модальное значения. Они могут употребляться как обычные причастия в качестве определения, простого и зависимого сказуемого.

Данные образования имеют в своей основе временное значение, прикрепленное к моменту речи и осуществляемое после момента речи. Поэтому все формы имеют модальные значения, связанные с долженствованием, желанием, предположением, утверждением, условностью, обязательством, сослагательностью. Так как данные формы имеют значения, обусловленные функционированием в качестве предикативного члена, тем самым семантически отражают отношение и оценку говорящего

ФИЛИППОВ Гаврил Гаврильевич – д. филол. н., проф., директор Института языков и культуры народов Северо-Востока РФ СВФУ им. М. К. Аммосова.

E-mail: director-iyen@mail.ru

FILIPPOV Gavril Gavriylevich – Doctor of Philological Sciences, Professor, Director of Institute of Languages and Cultures of the Peoples of North-East of Russian Federation, North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov.

E-mail: director-iyen@mail.ru

к будущему действию, которое совершится субъектом, т. е. говорящий высказывает свое восприятие действия, которое будет совершено субъектом.

Время этих действий устанавливает говорящий, он может момент речи перенести как в прошлое, так и в будущее. Такое время называется условным.

В данной статье описываются все типы описательных форм причастия на *-yakh* и формы *-ya* в якутском языке. В основном все аналитические формы имеют именной тип сочетаемости причастий, которые характеризуются различными степенями сращения.

В семантике описательных форм можно выделить различные значения, в которых выражаются отношение субъекта к своему действию, установленное говорящим лицом, отношение к этому действию говорящего лица и т. д.

Ключевые слова: глагол, причастия, причастия будущего времени, аналитические формы, синтетические формы, видовое значение, временное значение, модальное значение, тюркский язык, якутский язык.

G. G. Filippov

Modal Forms of Participles Ending by *-yakh* and *-ya* in the Yakut Language

Participles of future tense, having various affixes and combined with auxiliary verbs, form tense-modal forms. These forms can be synthetic and analytic and have tense and modal meaning. They can be used as common participles functioning as attribute, simple and subordinate predicates. These forms are based on tense meaning related to the moment of speaking and implemented after it. Therefore all forms have modal meanings related to necessity, desire, assumption, assertion, condition, obligation, subjunctive meaning. Since the given forms have meanings determined by functioning as a predicative component, therewith semantically reflecting the speaker's relation and estimation of the future action to be performed by the subject, i. e. the speaker expresses his/her perception of the action to be performed by the subject. The tense of these actions is determined by the speaker, he/she can relate is to both the past and the future. This tense is known as conditional. The paper describes all types of descriptive forms of participles ending by *-yakh* and forms ending by *-ya* in the Yakut language. In general, all analytic forms have the nominal type of participle combinative power having different degrees of fusion. In semantics of descriptive forms features there are various meanings expressing subject's relation to his/her action determined by the speaker, the speaker's relation to this action, etc.

Keywords: verb, participle, participle of future tense, analytical forms, synthetic forms, aspective meaning, tense meaning, modal meaning, Turkic language, Yakut language.

Введение

Причастные формы, принимая различные аффиксы, сочетаясь с модальными и вспомогательными словами, образуют новые причастия, простые и сложные временные формы, наклонения, модальные и видовые формы.

На трудность разграничения модального и видового значения причастных аналитических форм указывал М. С. Михайлов, специально исследовавший проблему [1-2]. Между тем выяснение природы причастных образований имеет большое теоретическое и практическое значение. Любое полифункциональное причастие, заключающее в себе наиболее древние свойства глагола, имеет значение времени, вида, модальности и др. Причастию будущего времени обычно свойственно значение инфинитива. Все эти свойства проявляются в синтетических и аналитических образованиях.

Каждая причастная форма в якутском языке обладает конкретным временным значением и имеет потенцию к созданию определенного модально-видового значения. Так, слово *эт-* придает: 1) причастию на *-быт* значение результативности: *барбыт этим* 'меня тогда не было, ушедшим я был тогда' – эта форма в якутском языке считается формой прошедшего

времени; 2) причастию на *-ар* а) значение обычно совершаемого действия: *барар этим* ‘уходил бывало’. В якутском языке это форма незаконченного прошедшего времени; б) сослагательное значение: *барар этим* ‘ушел бы тогда’, в якутском – форма сослагательного наклонения; 3) причастию на *-ых* сослагательное значение: *барых этим* ‘пошел бы’ (она также считается формой сослагательного наклонения) [3].

Причастия на *-ыа* и *-ых*, сочетаясь с другими аффиксами и вспомогательными словами, получают различные грамматические значения. Их называют в одном случае видовыми (*-ыалаа*, *-ых* – *таа* [4], *-ых* *буол* [5]), в другом – модальными (*-ых* *эт*-, *-ых* *ол*- [6], *-ыхтаах* [7] и др.); частью они воспринимаются как причастие (*-ых* *суох*, *-ыхтаах* [6]), а иногда – как составной глагол (*-ых* *буол*- [8]). Во всем этом выявляются время модальное, видовое значение форм на *-ыа* и *-ых*, значение добавочного элемента и тип словосочетания.

Причастия на *-ыа* и *-ых* в якутском языке являются ядром структурно и типологически неоднородных по составу и значению синтетических и аналитических образований. Ниже подробно показаны некоторые формообразовательные свойства причастия на *-ых* и формы на *-ыа* и выявлены их значения.

Долженствовательная модальность

Модальность долженствования выражается в тюркских языках причастиями, временными формами и особыми наклонениями или описательными модальными формами. В якутском языке она создается на базе причастия будущего времени на *-ых* и *-ыа* *суох* и структурно соответствует типу образования данной модальности в других тюркских языках: 1) само причастие на *-ых* имеет оттенок долженствования; 2) долженствование от формы на *-ых* создается и синтетически, и аналитически (*-ыхтаах*, *-ых* *тус- гаах*, *-ых* *кэриннээх*); 3) от этих вторичных причастных форм создаются при помощи аффиксов лица вспомогательного глагола *эт*-, временные формы долженствовательной модальности.

Форма на *-ыхтаах* выражает обладание будущим действием, которое воспринимается как свойство субъекта. Форма отрицания образуется и аналитически, и синтетически: *-ыа* *суохтаах*, *-ымы-* *атаах*. Форма долженствования на *-ыхтаах* как причастие в предложении выступает в функции:

1) определения или сказуемого определительного придаточного предложения. Ыалларга сылдьан үөрэниэхтээх оҕолору испииһектэстэ. (СД. СТГ. 157) – ‘Посещая семьи, помог составить список детей, которые должны учиться’;

2) подлежащего. Үлэни толоруохтаах да, толорторуохтаах да болдьохтоох кэмнэ кэлбэтилэр. – ‘Ни тот, который должен исполнить, ни тот, который должен проверить (проверяющий) к назначенному времени не пришли’;

3) как с аффиксами сказуемости, так и принадлежности в роли сказуемого простого предложения, которое в зависимости от условий реализации в предложении имеет разные глагольные значения. Причастие на *-ыхтаах*, выступая с аффиксом принадлежности, склоняется в качестве сказуемого разных придаточных предложений.

Аналитические формы долженствования

Форма на *-ых тустаах* имеет значение долженствования с оттенком обязательства, обязанности и необходимости. Отрицательная форма образуется от форм *-ымыах* или *-ыа* *суох*.

Форма на *-ых* *кэриннээх* выражает долженствование, которое проявляется как внутреннее свойство субъекта действия, то есть обязательность совершения действия предпрещена заранее. Ввиду этого она по семантике близка к форме на *-ых тустаах*. Отрицательная форма образуется двумя способами: *-ымыах* *кэриннээх* и *ыа* *суох* *кэриннээх*-. Аналитические формы употребляются в языках преимущественно как финитные формы глагола.

Все эти формы с аффиксом сказуемости показывают долженствование в будущем, а с аффиксом принадлежности и вспомогательным глаголом *эт* + аффикс принадлежности выражают относительное долженствование, то есть долженствование в прошлом. Форма на *-ыхтаах* *эбит* по своему время-модальному значению является относительной формой

долженствования, так как время совершения действия соотносится не с моментом речи, а с другим моментом, который дополнительно указывается говорящим.

Форма настояще-будущего времени долженствования обозначает действие, которое должно происходить после момента речи как необходимое, обусловленное или вынужденное. Бу түүн эрдэ барыхтаахпын. (НЯ. Сэп. 539) – ‘Я этой ночью рано должен уехать’. Комсомолка өстөөххө бэйэтин түһэн биэриэ суох тустаах. (НГ. УДБ. 58) – ‘Комсомолка обязана не уронить свою честь перед врагом’. Миэхэ тыл биэрбиккит быһыытынан, субу курдук этиэх кэриннээхпин (ГК. ОС. 31) – ‘Так как вы дали мне слово, я обязана сказать вот так’. Модальные оттенки обязательности, обычно-совершаемого действия, результативности, предположения и др. в предложениях обычно уточняются с помощью других модальных средств.

Формы относительного будущего в прошлом долженствования наклонения имеют значения:

1) договоренного и предрешенного действия. Манна быстах кэмнэ Буом экспедициятын хонтуората үлэлиэхтээбэ. (НЯ. Сэ. 468) – ‘Здесь на короткое время должна была работать контора Бомской экспедиции’;

2) необходимого действия. Пироп хайаан да кимберлитовой трубкаҥа тирдиэхтээбэ (НЯ. Сэ. 477) – ‘Пироп обязательно должен был довести до кимберлитовой трубки’.

Причастие на *-ыхтаах* имеет только предикативное склонение. Относительная форма долженствования в зависимой позиции выполняет следующие функции:

1) в основном падеже употребляется в роли сказуемого подлежащего придаточного предложения. Микийтэ хайдах көмөлөһүөхтээбэ биллибэт (АА. СК. 7) – ‘Как должен помогать Никита – неизвестно’;

2) в винительном падеже предикативного склонения; если это действие имеет отдельный субъект, причастие становится сказуемым дополнительного придаточного предложения. Кини сотору кэлиэхтээбин Мария Ивановна бэркэ билэрэ (ССД. СТТ. 390) – ‘То, что он скоро должен прийти, Мария Ивановна хорошо знала’. Если у зависимого и главного действий субъект общий, то форма на *-ыхтаах* становится главным членом развернутого дополнения. Сээкэйи хомунуохтаабын таһыччы умнан кэбиспитэ (ОД. ОТТ. 172) – ‘О том, что вещи должен собрать, совсем позабыл’.

Подобные предложения в русском языке соответствуют изъяснительным зависимым предложениям. Костя онно тобо сэрэниэх тустаабын, кини бэйэтэ да чопчу билбэт (НЗ. КДУ. 247) – ‘Даже он сам толком не знает о том, зачем Костя должен осторожничать’;

3) в дательном падеже предикативного склонения оно выступает в роли сказуемого придаточного предложения с целевым значением. Ону ардах түһэрэр установканан сонугу сиигирдиэхтээххэ көрөбүн (МД. АА. 162) – ‘Это я вижу в том, что ты должен орошать пашню дождевальнoй установкой’, Е. И. Убрятова считает подобные предложения дополнительными придаточными [9];

4) в исходном и инструментальном падежах предикативного склонения становится сказуемым причинного зависимого предложения. Инники турар айан өстөөхтөр тобуоруйбут буолуохтаахтарынан ордук кутталлаах этэ (ЭЭ. ТА. 185) – ‘Предстоящий путь был опасен тем, что там могли скопиться враги’.

Вспомогательный глагол *эбит-* с аффиксом сказуемости, присоединяясь к долженствительным формам, создает модальное значение выявляемого долженствования, обязательства или подтверждение необходимости, которое устанавливается говорящим. Бар дьоммутугар этиэх тустаах эбиппит (АА. СК. 617) – ‘Оказывается, обязаны мы были сказать своему народу’.

Сослагательная модальность

Сослагательная модальность выражается в якутском языке сочетанием причастий на *-ар*, *-ыа* и *-ых* с недостаточным глаголом *э-* в форме прошедших времен на *-т* и *-быт* [3].

Во всех этих аналитических конструкциях *эт-* и *эбит-* выступают как частицы со значением «бы». Употребляясь в составных именных сказуемых, они имеют значение связки «был» (Пек. 213- 215). Причастия на *-ых* и *-а* в аналитических конструкциях с сослагательной модальностью имеют финитно-глагольный характер.

Сочетание *эт-* с причастием на *-а* образует две парадигмы спряжения: полную, когда спрягается глагол *эт-*, и неполную, когда спрягается причастие на *-а*. В единственном числе *эт-* спрягается с аффиксом принадлежности, а во множественном числе – с аффиксом сказуемости. (Во мн. ч. спряжение с аффиксом принадлежности и с аффиксом сказуемости омонимичны, различие происходит только в форме 3-го лица мн. числа).

В зависимости от предпосылки, то есть условия протекания действия форма на *-а* *эт-* может иметь следующие значения.

1. Предположение говорящего о возможности или невозможности действия. Оѳолор ай-дааннара сүгүн олоорду суох этэ (АА. СК. 605) – Шум-гам детей не дал бы спокойно сидеть’.

Предположение делается на каком-то основании, поэтому чаще эта конструкция употребляется в условном периоде.

2. Предложение, переходящее в догадку. Алѳаһаатаѳын буолаарай, кини бэрт көнө киһи буолуо этэ (АА. СК. 179) – ‘Может, ты ошибся, он очень прямой человек, должно быть’.

3. Утверждение. Микиитэни субу көрбүт үһүбүөт, ол кинигэлэри кини сиэтэлээн кэбиһиэ суоѳа этэ... (АА. СК. 669) – ‘Никиту не только сейчас видим (то есть давно знаем), те книги он не съел бы (смысл: конечно, не съест эти книги)’.

4. Утверждение, обозначающее в 1-ом лице намерение говорящего в виде обусловленной возможности. Стипендия биэрдэллэр, үөрэниэм этэ (АА. СК. 685) – ‘Если бы дали стипендию, я смог бы учиться’.

5. Пожелание, напутствие, мечта говорящего. Это значение выражается чаще всего формами 1-го и 3-го лица. Кэргэннэнэр эрэ киһи барыта дьингээх тапталы көрсөрө буоллар... үчүгэй да буолуо этэ (НЯ. Сэһ. 541) – ‘Если бы все заводящие семью встречали настоящую любовь... как бы было хорошо’.

6. Укор, обвинение, возмущение, что чаще передается контекстом, структурой и интонацией предложения. Это значение передается формами 2, иногда 3 лица. Урут ын-ырыан этэ, акаарыа (АА. СК. 213) – ‘Раньше надо было пригласить, дурачок’.

Сочетание *эт-* с причастием на *-ых* Е. И. Коркина называет полным вариантом сослагательного наклонения, считая *-а* *эт-* усеченной формой [3]. В положительной форме возможны две, а в отрицательной – пять вариантов спряжения. Форма на *-ых* *эт-* имеет более широкий круг значений, чем *-а* *эт-*. В отличие от *эт-* форма на *-ых* *эт-* аналитическим глаголом не является, причастие на *-ых* имеет субстантивное значение, а *эт-* предикативное. Слово *эт-* выступает и как сказуемое, и как связка при именном сказуемом, содержащая временной и лицевой показатели [9]. В якутском языкознании принято в настоящее время считать подобную связь примыканием [9].

М. Т. Агламова отметила в узбекском, уйгурском, казахском и туркменском языках форму на *-гу кел-*, при которой по лицам и числам спрягается причастие на *-гу*, а глагол *кел-* принимает показатели времени [10]. Это соответствует в якутском языке таким формам, как *-аѳбым кэллэ*, *-аѳам кэллэ*, *-арым буолла* и т. д. Вслед за Е. И. Убрятовой [11, 9] мы склонны считать, что в формах на *-а* *эт-* и *-ых* *эт-* функционируют два разные причастия на *-а* и *-ых*, которые восходят к общетюркским формам на *-бу* и *-бух*.

Форма на *-ых* *эт-* обозначает будущее время и будущее время в прошлом (относительное будущее) с сослагательной модальностью; как и *-а* *эт-* она имеет оттенки желательности, но большей частью функционирует с оттенком утвердительной возможности. Модальные оттенки этих форм в обычной речи трудно различимы. Приводим пример на возможный выбор этих форм.

Форма на *-ых* *эт-* имеет дополнительно к сослагаемому значению следующие модальные оттенки.

1. Предположения и догадки: Холкулар, баҗар, тумнуохтар (АА. СК. 481) – ‘Спокойно, может (они) обошли бы’.

2. Утверждения: Кини син биир баряха этэ (НЯ. Сэһ. 601) ‘Он все равно ушел бы’.

3. Намерения: Уол эбитин буоллар, бэйэм идэбэр, металлург идэтигэр, үөрэтиэх этим (НЯ. Сэ. 493) – ‘Если бы ты была мальчиком, то я мог бы научить своей профессии металлурга’.

4. Побуждения, призыва: Оҕом, Тооромоһум, аһах этин (АФ. ТА. П. 57) – ‘Дитячко мой, Торомос, поел бы’.

Форма сослагательного наклонения [3] на *-ыа эбит* с аффиксом сказуемости восходит к причастию будущего времени на *-гу* с оттенком возможной и желательной модальности. Отрицательная форма образуется аналитически при помощи слова *суох* ‘нет’: *-ыа суох эбит* + аффикс сказуемости.

Форма на *-ыа эбит* выражает отношение говорящего к совершенному или ожидаемому возможному и желательному действию субъекта.

1. Желательно-сослагательная [12] модальность имеет оттенки желания, пожелания, совета, просьбы, укора: Тыал күүһүрбэтэр, үчүгэй буолуо эбит (НГ. ДЬ 5) – ‘Было бы хорошо, если бы ветер не усилился’.

2. Возможно-сослагательная модальность включает оттенки допустимой возможности, укор по поводу неисполненной возможности и т. д. Тыый, эһэ баара буоллар, миинэ түһүө эбиккин (АФ. ТА. П. 347) – ‘Что ж, если бы был медведь, ты бы, оказывается, сел прямо на него верхом’. Для усиления значения возможности употребляются усилительно-утвердительные частицы. Бэркэ быһаарыа эбиккин ээ (АА. СК. 671) – ‘Превосходно бы объяснил, да’.

Структура предложения не вносит новое значение, а лишь усиливает один из модальных оттенков основного значения предиката.

Форма на *-ыах эбит* с аффиксом сказуемости употребляется так же часто, как *-ыа эбит* + аффикс сказуемости. Их значения очень близки, поэтому Е. И. Коркина приводит их как варианты формы [3]. Отрицательная форма образуется от отрицательного глагола: *-ымыах эбит* + аффикс сказуемости.

Основное семантическое различие форм на *-ыа эбит* и *-ыах эбит* состоит в том, что они передают категоричность, конкретность, определенность, утверждение, тогда как форма на *-ыа* обозначает неопределенность, предположительность, сомнение. Эти формы обычно синонимичны, но иногда они не могут быть заменены друг другом. Кыахтаабым буоллар, өрө анньан ый үөһээ ойорун түргэтэтиэх эбиппин (НИ. АК. 48) – ‘Если бы имел силу, приподняв, (оказывается) ускорил бы восход луны’ – (возможность, утверждение). Замена причастия на *-ыах* превратила бы желание в возможность с оттенком утверждения. Турута да тытытан кэбиһиэх эбиккин (АА. СК. 200. 1952) – ‘Мог бы (оказывается) вырвать; вырвал бы (возможность с укором: желание с просьбой)’. Замена причастия на *-ыа* уточнила бы значение желания. Биир эмэ ырбаахы танаһа, табаар оҕотун биэриэх да эбиккин (К. ТА. 216) – ‘Дала бы ты (матери) хоть на одну рубаху (желание с укором)’. Замена причастия на *-ыа* изменила бы укор на просьбу. При этом необходимо опустить и частицу ‘да’.

Модальность необходимости

Данная модальность образуется причастиями *-ыах* и *-ар* в форме на *-ар/-ыах* + аффикс принадлежности *баар* (*турар*) и *-ыах/-ыахха баар*. Модальность необходимости с оттенками желания, возможности, долженствования создается сказуемым употреблением слов *баар* ‘есть, имеется’, *турар* ‘стоит, предстоит’ и подлежащно-инфинитивным употреблением причастия на *-ыах* и *-ар* в этих формах.

Причастие на *-ыах* со словом *баар* выступает так же как инфинитив *-ыахха* и выражает модальное значение необходимости с оттенком желания. Бу кэтэн турар танаһын көрүүх баар (СД. ДЬ 64) – ‘Надо бы посмотреть ее одежду, в которую одета’.

Прошедшее время данной модальности передается добавлением к этой форме аффикса принадлежности 3-го лица или частицы *этэ*. Үүрэн таһаарыах баар этэ (АА. СК. 200) – ‘Нужно было бы прогнать’.

Частица *эбит* передает модальный оттенок устанавливаемых говорящим необходимости и желания, которые обнаруживаются иногда как результат: *Куурдуо суох баар эбит* (АА. П. 389) – ‘Нужно было, оказывается, не сушить’; иногда как цель: *Дьоннору ейдөтүөх баар эбит* (МД. ТА. 22) – ‘Нужно бы разъяснить людям’; *Субу бара сылдыяхха баар эбит* (АФ. XI. 79) – ‘Нужно бы сразу сходить’; иногда как призыв, указание: *Дьонтон да кыбыстыах баар эбит* (ХС. 1968. 4. 29) – ‘Надо бы людей постыдиться’.

Е. И. Коркина считает, что форма на *-ыа/-ых* + аффикс принадлежности *баар* выражает долженствовательное, возможное и желательное действие [5], но основной семантикой может быть названо предстоящее как необходимость [13] действия. В этой функции слово *баар* имеет значение ‘предстоит’. При сочетании с другими частицами и употреблении в разных обстоятельствах значение необходимости обрастает множеством модально-экспрессивных оттенков.

Данная форма имеет только предикативное употребление. Настоящее-будущее время передается формой на *-ыа/-ых* + аффикс принадлежности *баар*, а в прошедшем времени к слову добавляется аффикс *-а* или слово *этэ*.

О форме на *-ыа/-ых* + аффикс принадлежности *турар* и *турдаба* Е. И. Коркина говорит, что она выражает возможное, желательное, ожидаемое, обычное действия с оттенком опасения, восторга, восхищения, удивления, возмущения, досады, сожаления, предположения и т. д. [5]. Основным является значение предстоящего, необходимого действия в настоящем и в будущем. В прошедшем времени эта форма не употребительна. *Оччоо кун быһаҕаһа таах эрэйи көрүүн турар* (ПЕ. ТДь. 4) – ‘Тогда предстоит (тебе) полдня мучиться’. *Хойут маннааҕар буолуобу оноруоххут турдаба* (НЛ. С. 21) – ‘В будущем вам предстоит сделать много лучшего, чем это’. Разница оттенков *турар* и *турдаба* заключается в том, что в *турар* утверждается обычное, известное действие, а в *турдаба* утверждается предполагаемое или ожидаемое нежелательное действие.

Желательная модальность

В тюркских языках желательная модальность выражается специальными формами на *-бай*, *-ай*, *-а*, *-гу*, *-ччэ* и аналитическими формами *-гу кел*-, *-асы кил* и др. Близкая ей по значению модальность намерения также выражается специальными формами на *-макчы* и аналитическими формами причастия *-аджак*-, *-асы*-, *-макчы* и инфинитивов *-ырга*-, *-маҕа* с вспомогательными глаголами.

В якутском языке нет синтетической формы, выражающей данную модальность, если не считать формы условного наклонения на *-тах* (аффикс принадлежности) + *на* и *-тар* + аффикс сказуемости в финитном употреблении. Для этого используются сочетание причастий настоящего и будущего времени на *-ар*-, *-ых* в форме винительного, дательного, родительного и основного падежей со словами, имеющими семантику желания, намерения, стремления, хотения. Ими являются *баҕа* ‘желание, стремление; охота, хотение, мечта’; *санаа* ‘дума, мечта, мысль, цель, стремление, намерение, желание’; *толкуй* ‘дума, мысль’. Аффикс обладания *-лаах* образует предикативное прилагательное, которое, сочетаясь с причастиями, создает причастное словосочетание с модальным значением желания, намерения. В диалектах якутского языка значение желания и необходимости иногда передается формой *-ыа* кэл, соответствующей форме *-гу кэл*- в других тюркских языках. Утуйум кэллэ – ‘Хочется спать, заснуть’ [14]. Конструкции *-ых санаалаах*-, *-ых баҕалаах*-, *-ых толкуйдаах* становятся определением, обстоятельством, сказуемым и простым, и придаточного предложений.

Формы *-ыхха*-, *-ыан*-, *-ых* в составе вышеприведенных конструкций сопоставимы с инфинитивами других языков, выступающими в сочетании с модальными глаголами и с модальными словами [15].

В атрибутивной функции в значении желания и намерения употребляются еще две конструкции: *-ыан баҕалаах*-, *-ыхха баҕалаах*. Кроме того, к ним могут примкнуть

словосочетания *-ых* + аффикс принадлежности + *ын барар* + причастия на *-ар*, *-бат*, *-быт*, *-батах*, *-ых*. Колхозка барыан бажалаах оёолору хаарчахты сатыыр эбикит (СЕ. ТП. 275) – ‘Оказывается, вы намереваетесь воспрепятствовать ребятам, желающим (стремящимся) идти в колхоз’. Ср. также: Үнкүүлүөх бажалаах элбэх киһи эбит (НЛ. С. 65) – «Намеревающихся танцевать, оказывается, множество», где эта конструкция в абсолютном употреблении (т. е. субстантивируясь) выступает как подлежащее. Үрдүк үөрэххэ туттарсыах бажалаах кэллибит – ‘Мы приехали с желанием поступать в вуз’, где форма на *-ых бажалаах (санаалаах)* (название действия) выступает как обстоятельство.

В функции сказуемого зависимого предложения форма на *-ых бажалаах (санаалаах)* употребляется в придаточном дополнительном: Үнүрүүн үөрэниэн бажалаабын биллэрдэ (НЛ. С. 6) – ‘Недавно поведал о (своем) желании учиться’. Кини үөрэниэн бажалаабыттан үөрдүм. – ‘Я порадовался тому, что он имеет желание учиться’.

В финитном употреблении форма на *-ых баралаах* имеет значение желания и намерения, а форма на *-ых санаалаах* и *-ых толкуйдаах* – только значение намерения. Отрицательная форма имеет три варианта: *-ымыах бажалаах*, *-ыа суох бажалаах* и *-ых баҕам суох*, *-ых баҕата суох*, из которых наиболее употребительным является *-ых баҕам суох*, которая реализуется в настояще-будущем прошедшем времени.

Предположительная модальность

Предположительная модальность характеризуется неопределенностью совершения действия, его возможности. В тюркских языках предположительную модальность, как характеристику действия, обнаруживают в основном в будущем времени [16]. В якутском языке существует особое предположительное наклонение на *-тах* [3]. Эту модальность выражает и утвердительное наклонение на *-ыһы* [3]. Предположительное значение о будущем, возможном и долженствовании в будущем может передаваться сочетанием причастия на *-ых* со словами *курдук* ‘словно, будто бы, как будто бы, вроде бы, кажется’ (ЯРС, 191); *быһылаах* ‘имеющий вид, подобный чему, такой же как (Пек. 639), видать, видно, по-видимому, кажется, наверно, очевидно (Петров, 199), возможно; айылаах ‘как будто, будто’.

Форма на *-ых курдук* выступает и как причастие, и как модальная форма со значением мыслимого, кажущегося, предположительного действия или качества предмета. Как и все причастия, она может принимать аффиксы сказуемости и принадлежности, склоняться, сочетаться с модальными частицами, служебными глаголами *эт-*, *эбит-*, *гын-*, *буол-*, управляться некоторыми глаголами.

Форма на *-ых/-ыа суох*, *ымыах/ курдук* употребляется в функции определения и обстоятельства. В значении обстоятельства она синонимична с формами *-ыхтыы*, *-ыхха дылы*, *-ыан курдук* ‘как будто, словно, как бы, будто’ и обозначает образ, способ возможного мыслимого действия. Кыыс үөгүлүөх курдук айабын атта (ИГ. ХК. 69) – ‘Девочка открыла рот, будто вскрикнет’.

В роли определения эта форма – воображаемый образ предмета: Бу хайа да бэйэлээххэ сыстыа суох курдук көрүннээх кыһы кэпсэтиигэ тардарга холоннулар (ЭК. Б. 1. 83) – ‘Эту на вид будто бы ни к кому не могущую приблизиться девушку, собрались было попробовать привлечь к разговору’.

Описательная форма на *-ых курдук* с вспомогательными глаголами *буол-* и *гын-* образует новые составные глаголы, то есть перифрастические единства. Они могут принимать видовые, временные (причастные), деепричастные и редко аффиксы наклонения. *Хабырыыс тыына хайтарых курдук буолла* (ИГ. ХК. 164) – ‘Хабырыыс как будто дыхание начало перехватывать’ (недавнoproшедшее время). Хоһуун утуйуох курдук буолбута (Д. ТО. 6) – ‘Хосун как бы задремал’ (давнoproшедшее время).

Формы на *-ых быһылаах*, *-ых курдук быһылаах*

Слово *быһылаах*, имея значение предположения, создает при устных и именных сказуемых предположительную модальность, примыкая к формам на *-ыһы* и *-ых курдук*,

усиливает значение догадки, обоснованности, возможности и предположения. Бүөтүр эппитин мүччүрүтүө суох курдук быһыылаах – ‘Петр, кажется, (как будто) не собирается отступаться от своего слова’. Сарсын ардах түһүүһү быһыылаах. – ‘Как будто завтра будет дождь’.

Словосочетания на *-ыах* и *-ыахха айылаах* относятся к словообразовательным, выражающим склонность, способность предмета к какому-нибудь действию [13], выступают как причастие с модальным значением ‘назначенный что-либо делать, имеющий возможность совершить что-то’ и употребляются в качестве подлежащего, определения, обстоятельства образа действия, редко сказуемого простого и придаточного предложений.

Аффиксом *-тык* образуется от данного словосочетания наречие образа действия. Киһи сүрэҕин-быарын курдатты кууһан ылаах айылаахтык көрүтэлээн кэбиһэрэ (ДьА. ТА. 17) – ‘Посматривал будто все нутро твое вот-вот в объятия возьмет’.

Соответствие значений форм на *-ыах айылаах* и *-ыахха айылаах* возможно в объектно-инфинитивном значении форм *-ыах* и *-ыахха* и вольного происхождения и предикативного характера слова айылаах.

Настоящее время предположительной модальности образуется присоединением аффикса сказуемости к формам предположительной (модальности *-ыах курдук* + *пун*, *-ыах курдук быһыылаах* + *пун*, *-ыах быһыылаах* + *пун*, *-ыах айылаах* + *пун*). Отрицательные формы образуются аналитически *-ыах суох курдук* – (*быһыылаах*, *айылаах*) + *пун* и синтетически *-мыах курдук* (*быһыылаах*, *айылаах*) + *пун*. Действие представляется этим способом как некоторое состояние, наличное или ожидаемое, возможное, как близкая (в будущем) реальность.

Кинээһинэн суруксуу талых курдуктар (ИГ. КХ. 209) – ‘Похоже, что князю намереваются избрать писаря’, Суох, арааһа, эһиги миигин мөрөйдүөх быһыылааххыт (ВЯ. ОК. 16) – ‘Нет, вы меня, видать, хотите травить сообща’, Саамай наадалаах тылы сибилегин этиэххэ айылаахпын (АА. ТА. I. 163) – ‘Самое нужное слово, кажется, как будто скажу вот-вот’.

Модальный оттенок устанавливаемой в настоящем говорящим достоверности передается примыканием к формам предположительной модальности слова *эбит* – ‘оказывается’. Көтүөх курдук эбит – ‘Оказывается, похоже, он сможет улететь’.

Прошедшее время предположительной модальности образуется прибавлением к вышерассмотренной форме аффикса принадлежности или сочетанием *эт-* с аффиксом принадлежности. Обозначает возможное в прошлом действие. Саалаах киһи сибилегин хадьыктаан барыах айылааҕа (А. Сыр. КС. 134) – ‘Человек с ружьем, казалось, как будто вот-вот набросится на нее’. Оннук буолуох быһыылаах этэ (ВЯ. ОК. 180) – ‘Казалось, так и должно было быть’. Урукку иирэн ыалдьар муна эргийэх курдуга (ЭЭ. ТА. 17) – ‘Казалось, прежняя его мученическая болезнь умалишения возвратиться могла’.

Форма с аффиксом принадлежности бывает сказуемым зависимого дополнительного предложения. Оҕото истиз суох курдугун Маарыйа тутта сэрэйдэ – ‘Мария сразу догадалась (поняла), что ее дитя вроде бы не намерено слушаться ее’ (дополнительное придаточное). Дьоно көрүүх курдуктарыттан Микиитэ өссө ордук кыбыһынна. – ‘Никита еще сильнее застеснялся того, что будто заметят (увидят) его родители’ (придаточное причины).

Пересказочная модальность

Эта модальность образуется словом *үһү* ‘говорят, мол, дескать’ (ЯРС. 458). Слово *үһү* исследователи якутского языка выводят от *өс* ‘слово, язык, речь’ [17]. Н. Е. Петров отмечает три основных значения частицы *үһү*: 1) ссылка на чужую речь; 2) усиление достоверности высказываемой мысли; 3) утверждение путем отрицания положительного смысла высказывания (синтаксическое отрицание) [13]. Эти значения являются не самостоятельными, а лишь контаминациями общего (первого – Г. Ф.) значения данного слова, которые создаются в зависимости от изменения структуры предложения или от семантики сказуемого, к которому примыкает слово *үһү*. Слово *үһү* прибавляется к именным и причастным предикативным формам, передавая отношение к действию или состоянию субъекта со стороны третьего

лица, – как ссылка, пересказ или прямая передача говорящим лицом. Эту модальность и называют пересказочной.

В отличие от других модальных форм слово *үһү* не образует своей парадигмы, а примыкает ко всем формам, образованным причастиями на *-ыа* и *-ыах*. При этом аффиксы спряжения могут переходить на частицу *үһү* [5]. В неизменной форме и в сочетании с вопросительными и утвердительными частицами частица *үһү* может примыкать к следующей парадигме будущего времени: *-ыам, -ыан, -ыа, -ыахпыт, -ыаххыт, -ыахтара*. Частица *үһү* придает данному предикату модальный оттенок призыва, пожелания, указания со ссылкой на чужую речь. Райкомна бара сылдыан *үһү* (Н.Е. ТДБ.) – ‘Тебя попросили зайти в райком’.

Слово *үһү* не может образовать «утверждения путем отрицания положительного смысла высказывания», так как оно обычно примыкает к предложению, имеющему подобный модальный оттенок уже заранее. Мин баайбын кини дыаһайыа *үһү* (Н.Я. Т. 535) – ‘Ха, моим богатством он будет распоряжаться, говорят’ (модальный оттенок пожелания, неуверенности, отрицательное отношение к действию субъекта). Последнее значение как риторическое утверждение существует независимо от слова.

С одной стороны, слово *үһү* придает причастным время-модальным формам на *-ыа* и *-ыах* и всем производным от них описательным модальным формам пересказочную модальность с эмоционально-экспрессивными оттенками просьбы, повеления, желания; с другой – усиливает имеющиеся временные, аспектуальные и модальные значения предиката.

Таким образом, пересказочная модальность, в отличие от всех модальных форм, выражающих устанавливаемое говорящим лицом отношение субъекта к своему действию, обозначает передаваемое говорящим лицом отношение другого лица к действию субъекта или отражение им отношения субъекта к своему действию.

Заключение

1. Причастие на *-ыах* образует следующие типы описательных синтетических формообразований: а) сложное слово на *-ыах буол*, от которого производны другие глагольные формы; б) причастия на *-ыахтаах* и частично-причастные формы на *-ыах эбит*, *-ыах тустаах*, *-ыах кэриннээх*, *-ыах санаалаах*, *-ыах бағалаах*, *туруктаах*, *-ыах курдук*, *-ыах айылаах*; в) спрягаемые лично-глагольные формы на *-ыах эт*, *-ыах быһыылаах*, *-ыах үһү*; г) формы, употребляемые только с аффиксом принадлежности на *-ыах бэйэ*, *-ыах мун*, *-ыах бағайы*; д) не имеющие формы изменения на *-ыах баар*.

Причастие на *-ыа* образует следующие типы аналитических форм; а) частично причастные формы на *-ыа эбит*; б) спрягаемые формы на *-ыа эт*, *-ыа үһү*, *-ыа ини*.

2. Почти все аналитические формы имеют именной тип сочетаемости причастий: а) *-ыах буол*, *-ыа/-ыах э* образованы объектным отношением сочетающихся слов; б) примыкающие определительные отношения выражают сочетания *-ыах тустаах* (*кэриннээх*, *туруктаах*, *санаалаах*, *бағалаах*, *быһыылаах*, *айылаах*), изафетные определительные связи имеют *-ыах мун* (*бағайы*, *бэйэ*); в) предикативные отношения выражает форма на *-ыах баар*; г) типы связи компонентов *-ыа ини*, *-ыа/-ыах*, *-ыах курдук* точно не установлены, но предварительно могут быть отнесены к объектно-предикативным.

3. Данные формы имеют различную степень сращения: более свободными сочетаниями с единой семантикой можно считать формы на *-ыах буол*-, *-ыах санаалаах* (*бағалаах*, *туруктаах*); к несвободным сочетаниям относятся формы на *-ыа/-ыах э*-, *-ыах баар*, *-ыах буолла*, *-ыах буолбут* в значении видового оттенка, *-ыах быһыылаах*; остальные сочетания представляют собой полусвободные конструкции. Аналитическое значение во всех этих формах создается благодаря слиянию или переосмыслению семантики отдельных компонентов. Опускание одного из компонентов приводит не только к потере самой конструкции и ее значения, но и всего содержания формы.

4. В семантике описательных форм можно выделить следующие значения:

1) выражение отношения субъекта к своему действию, устанавливаемое говорящим лицом: а) долженствование (*-ыах тустаах*, *-ымыах/-ыа суох тустаах*, *-ыах кэриннээх*, *-ыа*

суох/-ымыах кэрингнээх); б) сослагательность (-ыа/-ыах эт-, -ыа суох/-ымыах, ымыа эт-, -ыа/-ыах эбит-, -ымыа/-ымыах, -та суох эбит-); в) желания (-ыах/-ыа суох, -ымыах санаалаах, -ыах/-ыа суох, ымыах бабалаах); г) предположения (-ыах/-ымыах, -ыа суох курдук -ыах/-ымыах, -ыа суох ры ыылаах, -ыах/-ымыах, -ыа суох айылаах, -ыах/-ымыах, -ыа суох туруктаах);

2) отражение отношения субъекта к своему действию и отношение к этому действию говорящего лица; а) необходимости (-ыах -ыа суох баар); б) пересказочности (-ыах үһү, -ыа үһү, -ымыа үһү, -ымыах үһү, -ыа суох үһү);

3) выражение отношения субъекта к своему действию по характеру совершения, устанавливаемое говорящим лицом (ожидание скорого совершения действия -ыах/-ымыах буолбута в значении 'вот-вот состоится, совершится');

4) Образование указанных описательных форм от причастия на -ыах и формы на -ыа обуславливается; а) их причастными свойствами и б) свойственным ему морфологическим оформлением; в) конкретным значением будущего времени с соответствующими модальными оттенками; г) конкретным синтаксическим употреблением причастных форм в языке.

Список сокращений

- АА ТА I – Амма Аччыгыя. Талыллыбыт айымнылар. I т. Якутск: Кн. изд-во, 1966.
АА И – Амма Аччыгыя. Талыллыбыт айымнылар. II т. Якутск: Кн. изд-во, 1967.
АА СК – Амма Аччыгыя. Талыллыбыт айымнылар. IV т. Сааскы кэм. Якутск: Кн. изд-во, 1970.
АА СК 1952- Амма Аччыгыя. Сааскы кэм. Якутск: Кн. изд-во, 1952.
АС ТА I – А. И. Софронов. Талыллыбыт айымнылар. I т. Драматической айымнылар. Якутск: Кн. изд-во, 1964.
А СЫР КС – Анастасия Сыромятникова. Көңүл сарданата. Якутск: Кн. изд-во, 1958.
АФ ТА – Афанасий Федоров. Талыллыбыт айымнылар. I т. Кэпсээннэр. Якутск: Кн. изд-во, 1961.
АФ ТА II – Афанасий Федоров. Талыллыбыт айымнылар. II т. Якутск: Кн. изд-во, 1962.
АФ ХЛ – Афанасий Федоров. Хагдарыйбыт лабаалар. Якутск: Кн. изд-во, 1959.
ВЯ ОК – Василий Яковлев. Өрүстэр кирбиилэригэр. Якутск: Кн. изд-во, 1969.
ГК СС – Гаврил Колесов. Саллаат санаата. Якутск: Кн. изд-во, 1973.
Д ТО – Далан. Тулайыах оҕо. Якутск: Кн. изд-во, 1983.
ДьА ТА – Дьүөгэ Ааныстыырап. Талыллыбыт айымнылар. Якутск: Кн. изд-во, 1957.
ДьА ОБ – Дьүөгэ Ааныстыырап. Ой-бэс. Якутск: Кн. изд-во, 1977.
ИГ ХК – Иван Гоголев. Хара кыталык. Якутск: Кн. изд-во, 1977.
К ТА – Күндэ. Талыллыбыт айымнылар. Якутск: Кн. изд-во, 1960.
МД АЛ – Михаил Дождордуурап. Аныга Лонкууда. Якутск: Кн. изд-во, 1952.
МД ТА – Михаил Дождордуурап. Талыллыбыт айымнылар. Якутск: Кн. изд-во, 1963.
НГ УДЬ – Николай Габышев. Үчүгэй дьон. Якутск: Кн. изд-во, 1961.
НЗ КДУ – Николай Заболоцкий. Күн да үһүн. Якутск: Кн. изд-во, 1968.
НЗ ДЬК – Николай Заболоцкий. Дьэллик кэпсээннэрэ. Якутск: Кн. изд-во, 1971.
НЛ С – Николай Лугинов. Сэргэлээххэ. Якутск: Кн. изд-во, 1978.
НЬ БС – Ньургун Боотур Стремительный. Якутск: Кн. изд-во, 1947.
НЯ АК – Николай Якутский. Алмааны Көрдөөччүлэр. Якутск: Кн. изд-во, 1966.
НЯ СЭ – Николай Якутский. Сэһэннэр. Якутск: Кн. изд-во, 1968.
НЯ Т – Николай Якутский. Төлкө. Якутск: Кн. изд-во, 1960-1964.
Пек. – Пекарский Э. К. Словарь якутского языка, т. I, II, III. Л.: Изд-во АН СССР, 1959.
ПЕ ТДЬ – Прокопий Егоров. Төһүү дьон. Якутск: Кн. изд-во, 1966.
Петров – Петров Н. Е. Частицы в якутском языке. Якутск: Кн. изд-во, 1976.
СД СТТ – Софрон Данилов. Сүрэх тэбэрин тухары. Роман. Якутск: Кн. изд-во, 1967.
СЕ ТП – Степан Ефремов. Талыллыбыт пьесалар. Якутск: Кн. изд-во, 1964.
ФС КТДЬ – Феоктист Софронов. Киэн туттар дьоммут. Якутск: Кн. изд-во, 1977.
ХС – Хотугу Сулус. За условным сокращением указывается год издания, номер и страница.
ЭЭ А – Эрилик Эристин. Айымнылар. I т. Якутск: Кн. изд-во, 1969.
ЭЭ ТА – Эрилик Эристин. Талыллыбыт айымнылар. Якутск: Кн. изд-во, 1954.
ЯРС – Якутско-русский словарь, М.: Наука, 1972.

List of abbreviations

- AA TA I – Amma Achchygyja. Talylybyt ajymn'ylar. I t. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1966.
 AA II – Amma Achchygyja. Talylybyt ajymn'ylar. II t. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1967.
 AA CK – Amma Achchygyja. Talylybyt ajymn'ylar. IV t. Saasky kjem. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1970.
 AA CK 1952- Amma Achchygyja. Saasky kjem. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1952.
 AS TA I – A. I. Sofronov. Talylybyt ajymn'ylar. I t. Dramaticheskaj ajymn'ylar. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1964.
 А СЫР КС – Anastasija Syromjatnikova. Көһүл sardаһrаtа. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1958.
 АФ ТА – Afanasij Fedorov. Talylybyt ajymn'ylar. I t. Kjepejennjer. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1961.
 АФ ТА II – Afanasij Fedorov. Talylybyt ajymn'ylar. II t. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1962.
 АФ ХЛ – Afanasij Fedorov. Hagdaryjbyt labaalar. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1959.
 ВЯ ОК – Vasilij Jakovlev. Örystjer kirbiiljerigjer. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1969.
 ГК СС – Gavril Kolesov. Sallaat sanaata. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1973.
 Д ТО – Dalan. Tulaajah oҕо. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1983.
 ДБА ТА – D'yөгje Aanystyrap. Talylybyt ajymn'ylar. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1957.
 ДБА ОБ – D'yөгje Aanystyrap. Oj-bjes. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1977.
 ИГ ХК – Ivan Gogolev. Hara kytalyk. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1977.
 К ТА – Kyndje. Talylybyt ajymn'ylar. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1960.
 МД АЛ – Mihail Doҕorduup. Anya Lonkuuda. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1952.
 МД ТА – Mihail Doҕorduup. Talylybyt ajymn'ylar. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1963.
 НГ УДБ – Nikolaj Gabyshev. Ychygje d'on. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1961.
 НЗ КДУ – Nikolaj Zabolockaj. Kyn da uhun. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1968.
 НЗ ДБК – Nikolaj Zabolockaj. D'jellik kjepejennjerje. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1971.
 НЛ С – Nikolaj Luginov. Sjergjeljejhje. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1978.
 НБС – N'urgun Bootur Stremitel'nyj. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1947.
 НЯ АК – Nikolaj Jakutskaj. Almaahy Kөrdөөchchyljer. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1966.
 НЯ СЭ – Nikolaj Jakutskaj. Sjejhennjer. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1968.
 НЯ Т – Nikolaj Jakutskaj. Tөлкө. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1960-1964.
 Пек. – Pekarskij Je. K. Slovar' jakutskogo jazyka, t. I, II, III. L.: Izd-vo AN SSSR, 1959.
 ПЕ ТДБ – Prokopij Egorov. Tөһүү d'on. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1966.
 Петров – Petrov N. E. Chasticy v jakutskom jazyke. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1976.
 СД СТТ – Sofron Danilov. Сырjeh tjebjerin tuhary. Roman. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1967.
 СЕ ТП – Stepan Efremov. Talylybyt p'esalar. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1964.
 ФС КТДБ – Feoktist Sofronov. Kijen tuttar d'ommut. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1977.
 ХС – Hotugu Sulus. Za uslovnym sokrashheniem ukazyvaetsja god izdanija, nomer i stranica.
 ЭЭ А – Jerilik Jeristiin. Ajymn'ylar. I t. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1969.
 ЭЭ ТА – Jerilik Jeristiin. Talylybyt ajymn'ylar. Jakutsk: Kn. izd-vo, 1954.
 ЯРС – Jakutsko-russkij slovar', M.: Nauka, 1972.

Л и т е р а т у р а

1. Михайлов М. С. Перифрастические формы и категория вида в турецком глаголе. – М.: Изд-во инс-та востоковедения, 1954. – 140 с.
2. Михайлов М. С. Исследование по грамматике турецкого языка. Перифрастические формы турецкого глагола. – М.: Наука, 1965. – 132 с.
3. Коркина Е. И. Наклонения глагола в якутском языке. – М.: Наука, 1970. – 307 с.
4. Харитонов Л. Н. Формы глагольного вида в якутском языке. – М.-Л.: Наука, 1960. – 180 с.
5. Коркина Е. И. Глагольные лично-отнесенные модальные конструкции в якутском языке. – Якутск: Кн. изд-во, 1979. – 96 с.
6. Убрятова Е. И. Якутский язык. – В кн.: Языки народов СССР. Т. II. Тюркские языки. – М.: Наука, 1965. – 414 с.
7. Харитонов Л. Н. Современный якутский язык. – Якутск: Кн. изд-во, 1947. – 215 с.
8. Грамматика современного якутского литературного языка. Фонетика и морфология. – М.: Наука, 1982. – 225 с.
9. Убрятова Е. И. Исследования по синтаксису якутского языка. Ч. II Сложное предложение. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1976. – 376 с.

10. Агламова М. Т. Способы выражения повелительности и желательности в тюркских языках. Автореф. канд. дис. – Ташкент, 1960. – 30 с.
11. Убрятова Б. И. Исследования по синтаксису якутского языка. Ч. I. Простое предложение. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1950. – 304 с.
12. Убрятова Е. И. Краткий грамматический очерк якутского языка. – В кн.: Якутско-русский словарь // Под ред. П. А. Слепцова. – М.: Наука, 1972. – 593 с.
13. Петров Н. Е. Частицы в якутском языке. – Якутск: Кн. изд-во, 1978. – 300 с.
14. Воронкин М. С. Очерк якутской диалектологии (на якутском языке). Якутск: Кн. изд-во, 1980. – 244 с.
15. Гухман М. М. Глагольные аналитические конструкции как особый тип сочетаний частичного полного слова (на материале немецкого языка). В кн.: Вопросы грамматического строя. – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – С. 322-361.
16. Языки народов СССР. Т. II Тюркские языки. – М.: Наука, 1966.
17. Ястремский С. В. Грамматика якутского языка. – Иркутск, 1900. – 318 с.

References

1. Mikhailov M. S. Perifrasticheskie formy i kategorii vida v turetskom glagole. – М.: Изд-во ин-та востоковедения, 1954. – 140 с.
2. Mikhailov M. S. Issledovanie po grammatike turetskogo iazyka. Perifrasticheskie formy turetskogo glagola. – М.: Nauka, 1965. – 132 с.
3. Korkina E. I. Nakloneniia glagola v iakutskom iazyke. – М.: Nauka, 1970. – 307 с.
4. Kharitonov L. N. Formy glagol'nogo vida v iakutskom iazyke. – М.-Л.: Nauka, 1960. – 180 с.
5. Korkina E. I. Glagol'nye lichno-otnesennye modal'nye konstruktii v iakutskom iazyke. – Yakutsk: Kn. izd-vo, 1979. – 96 с.
6. Ubriatova E. I. Iakutskii iazyk. – V kn.: Iazyki narodov SSSR. T. II. Tiurkskie iazyki. – М.: Nauka, 1965. – 414 с.
7. Kharitonov L. N. Sovremennyi iakutskii iazyk. – Yakutsk: Kn. izd-vo, 1947. – 215 с.
8. Grammatika sovremennogo iakutskogo literaturnogo iazyka. Fonetika i morfologiya. – М.: Nauka, 1982. – 225 с.
9. Ubriatova E. I. Issledovaniia po sintaksisu iakutskogo iazyka. Ch. II Slozhnoe predlozhenie. – Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 1976. – 376 с.
10. Aglamova M. T. Sposoby vyrazheniia povelitel'nosti i zhelatel'nosti v tiurkskikh iazykakh. Avtoref. kand. dis. – Tashkent, 1960. – 30 с.
11. Ubriatova B. I. Issledovaniia po sintaksisu iakutskogo iazyka. Ch. I. Prostoe predlozhenie. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1950. – 304 с.
12. Ubriatova E. I. Kratkii grammaticheskii ocherk iakutskogo iazyka. – V kn.: Iakutsko-russkii slovar' // Pod red. P. A. Sleptsova. – М.: Nauka, 1972. – 593 с.
13. Petrov N. E. Chastitsy v iakutskom iazyke. – Yakutsk: Kn. izd-vo, 1978. – 300 с.
14. Voronkin M. S. Ocherk iakutskoi dialektologii (na iakutskom iazyke). Yakutsk: Kn. izd-vo, 1980. – 244 с.
15. Gukhman M. M. Glagol'nye analiticheskie konstruktii kak osobyi tip sochetanii chastichnogo polnogo slova (na materiale nemetskogo iazyka). V kn.: Voprosy grammaticheskogo stroia. – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – С. 322-361.
16. Iazyki narodov SSSR. T. II Tiurkskie iazyki. – М.: Nauka, 1966.
17. Iastremskii S. V. Grammatika iakutskogo iazyka. – Irkutsk, 1900. – 318 с.



ХРОНИКА

П. Н. Вабищевич, В. И. Васильев, А. Е. Колесов

IX ВСЕРОССИЙСКАЯ ШКОЛА-СЕМИНАР СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ, МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

Продолжая традиции, заложенные академиком, патриархом отечественной научной школы по математическому моделированию А. А. Самарским в 70-х годах, с 1997 г. в г. Якутске при финансовой поддержке Федеральной целевой программы «Интеграция», Российского фонда фундаментальных исследований, Правительства Республики Саха (Якутия), ректората СВФУ (ЯГУ) проводятся Всероссийские школы-семинары молодых ученых, специалистов, аспирантов и студентов.

IX Всероссийская школа-семинар студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов с международным участием «Математическое моделирование развития северных территорий Российской Федерации» состоялась 6-12 июля 2015 г. в г. Якутске на базе научно-исследовательской кафедры «вычислительных технологий» Института математики и информатики Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова.

Подготовка и проведение школы-семинара осуществлялись коллективом научно-исследовательской кафедры «вычислительных технологий» Института математики и информатики СВФУ при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант 15-31-10230) и фонда Дмитрия Зимина «Династия» (грант SS.15.047) и Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова.

ВАБИЩЕВИЧ Петр Николаевич – д. ф.-м. н., проф., зав. лаб. Института проблем безопасного развития атомной энергетики РАН, г. Москва.

E-mail: vabishchevich@gmail.com

VABISHCHEVICH Petr Nikolaevich – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of the Laboratory in Nuclear Safety Institute RAS.

E-mail: vabishchevich@gmail.com

ВАСИЛЬЕВ Василий Иванович – д. ф.-м. н., проф., зав. научно-исследовательской кафедрой «вычислительных технологий» СВФУ им. М. К. Аммосова.

E-mail: vasvasil@mail.ru

VASILYEV Vasily Ivanovich – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of the Research Department of Computational Technologies, Nord-Eastern Federal University after named M. K. Ammosov.

E-mail: vasvasil@mail.ru

КОЛЕСОВ Александр Егорович – н. с. научно-исследовательской кафедры «вычислительных технологий» СВФУ им. М. К. Аммосова.

E-mail: kolesov.svfu@gmail.com

KOLESOV Alexander Egorovich – Research Associate of Research Department of Computational Technologies, Nord-Eastern Federal University after named M. K. Ammosov.

E-mail: kolesov.svfu@gmail.com

Работа конференции и школы-семинара велась по следующим направлениям:

- математическое моделирование прикладных проблем;
- вычислительные алгоритмы;
- параллельные технологии математического моделирования.

Программный комитет школы-семинара возглавляли ректор Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова, академик РАО Е. И. Михайлова и научный руководитель научно-исследовательской кафедры «вычислительных технологий», профессор П. Н. Вабищевич. Членами Программного комитета являлись ведущие российские и зарубежные ученые. Председатель организационного комитета – заведующий научно-исследовательской кафедрой «вычислительных технологий», профессор В. И. Васильев; заместители председателя – директор ИМИ, доцент В. И. Афанасьева, профессор П. Н. Вабищевич, член-корреспондент РАН, директор ИВМиМГ СО РАН С. И. Кабанихин; ученый секретарь – научный сотрудник А. Е. Колесов; члены оргкомитета – сотрудники, аспиранты и магистранты научно-исследовательской кафедры «вычислительных технологий». Информационная поддержка работы Оргкомитета и участников школы-семинара осуществлялась с помощью web-страницы <http://mmrst.sitc.ru>

В работе школы-семинара в качестве лекторов приняли участие: член-корреспондент АН Республики Татарстан, профессор И. Б. Бадриев (профессор кафедры вычислительной математики Приволжского (Казанского) федерального университета, Казань); профессор П. Н. Вабищевич, член-корреспондент Болгарской АН, профессор С. Д. Маргенов (директор Института информационных и коммуникационных технологий БАН, София), профессор, заслуженный работник высшей школы РФ Н. И. Сидняев (заведующий кафедрой «высшей математики» Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана, Москва), член-корреспондент РАН М. П. Лебедев (председатель Президиума Якутского научного центра, директор Института физико-технических проблем Севера СО РАН), академик АН РС (Я) Ю. М. Григорьев (главный ученый секретарь АН РС (Я), заведующий кафедрой теоретической физики ФТИ СВФУ), академик АН РС (Я) А. И. Матвеев (заведующий лабораторией Института горного дела Севера СО РАН), академик АН РС (Я) В. В. Шепелев (заместитель директора Института мерзлотоведения СО РАН), академик АН РС (Я) В. В. Лепов (заместитель директора по науке Института физико-технических проблем Севера СО РАН).

За время работы школы-семинара было заслушано 16 лекций, в которых был охвачен широкий круг вопросов, связанных с применением инновационных методов математического моделирования и информационных технологий при решении актуальных прикладных задач развития Северных регионов, а также современных проблем вычислительной математики, инженерных и научных вычислений с использованием вычислительных систем параллельной архитектуры.

9-11 июля прошла конференция студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов. Тезисы докладов были опубликованы в виде сборника. На конференции было заслушано 24 доклада молодых исследователей. В докладах широко освещены численное моделирование природных, техногенных и социально-экономических процессов: численное моделирование процессов разработки нефтяных месторождений Арктической зоны, процессов тепломассопереноса в промерзающих и протаивающих грунтах, численное исследование теплообмена зданий и сооружений с окружающими средами в условиях Крайнего Севера, математическая модель приливных деформаций для слоистой Земли и др. Многие доклады получили высокую оценку приглашенных ученых, что свидетельствует о высоком научном уровне научных исследований, проводимых молодыми учеными по указанным направлениям.

Участниками школы-семинара было отмечено, что наряду с высоким научным уровнем, отличительной особенностью школы-семинара, помимо глубоких фундаментальных исследований теоретического характера, проявилась ярко выраженная прикладная направленность представленных в докладах результатов конкретных актуальных проблем развития северных территорий.

Участники школы-семинара приняли следующее решение:

1. Организация и проведение школы-семинара способствовало решению ряда актуальных для северных территорий задач математического моделирования.
2. Одобрить деятельность программного и организационных комитетов, дирекции Института математики и информатики СВФУ, коллектива научно-исследовательской кафедры «вычислительных технологий», руководства университета по организации и проведении конференции и школы-семинара на высоком научном и организационном уровне.
3. Учитывая актуальность тематики научных исследований школы-семинара, провести в 2017 г. следующую школу-семинар студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов «Математическое моделирование развития северных территорий Российской Федерации».
4. Рекомендовать к публикации лучшие доклады молодых ученых в журналах: «Ученые записки Казанского университета. Серия: физико-математические науки», «Вестник СВФУ им. М. К. Аммосова», «Вестник МВТУ им. Н. Э. Баумана. Серия: естественные науки».



**ТРЕБОВАНИЯ,
предъявляемые авторам статей, публикуемых
в научном рецензируемом журнале «Вестник СВФУ»**

1. Журнал принимает к публикации научные статьи преподавателей СВФУ, докторантов, аспирантов, магистрантов, а также других лиц, занимающихся научными исследованиями, из всех регионов России.

Начиная с номера 3(47) 2015 года, научный рецензируемый журнал «Вестник СВФУ» заявляет о включении в Перечень ВАКа научных статей по следующим отраслям и группам специальностей:

03.00.00 – Биологические науки: 03.02.00 – общая биология. 05.00.00 – Технические науки: 05.13.00 – информатика, вычислительная техника и управление, 05.17.00 – химическая технология. 10.00.00 – Филологические науки: 10.01.00 – литературоведение, 10.02.00 – языкознание.

2. К публикации принимаются рукописи с максимально конкретизированными аннотациями. Композиционно она может быть построена по принципу IMRAD (Introduction, Methods, Results and Discussion): Актуальность, цели и задачи исследования. Как проводилось исследование, какие методы использовались. Основные выводы, результаты исследования; каковы перспективы исследования, направления дальнейшей работы. Объем аннотации – не менее 200 слов. Разделы «Хроника» и «Юбилей» предоставляются без аннотаций.

Ключевые слова (не менее 10), используются для поиска статьи в электронных базах, они должны быть лаконичными, отражать содержание и специфику рукописи.

3. К печати принимаются статьи, содержащие неопубликованные ранее новые фактические данные или теоретические положения, а также статьи методологического характера. Статьи должны быть актуальны по тематике, значимы с научной и практической точек зрения, композиционно четко структурированы.

Во введении необходимо представить содержательную постановку рассматриваемого вопроса, краткий анализ известных из научной литературы решений (со ссылками на источники), критику их недостатков и преимущества (особенности) предлагаемого подхода. Обязательна четкая постановка цели работы.

Основная (содержательная) часть работы должна быть структурирована на разделы. Разделы должны иметь содержательные названия. Не допускается название «Основная часть». Введение, разделы и Заключение не нумеруются.

Заключение. Приводятся основные выводы по содержательной части работы. Следует избегать простого перечисления представленного в статье материала.

Объем статьи, включая иллюстративный материал и список литературы, должен составлять до 24 страниц, хроника и юбилей – 1-2 страницы.

4. Статьи должны быть тщательно отредактированы. Печатный вариант статьи предоставляется в двух экземплярах. Редактор MS Word, формат А–4, ориентация – книжная, поля – *верхн. 2,0 см; нижн. – 3,0 см; левое и правое – 2,5 см*; абзацный отступ – 1,25 см; интервал – полуторный; кегль основного текста – 14, кегль аннотации – 12, шрифт – Times New Roman. 2-й печатный экземпляр предоставляется без указания имени автора (для слепого рецензирования).

Перед названием статьи обязательно указать УДК сверху справа (жирным шрифтом).

Статья должна начинаться с инициалов и фамилии автора (-ов) справа жирным шрифтом (курсивом), затем дается прописными буквами название статьи (жирным шрифтом). Название статьи на английском – строчными буквами.

5. В конце рукописи обязательна подпись автора (-ов), на отдельной странице – сведения об авторе (-ах) на русском и английском языках:

- ФИО полностью;
- ученая степень (при наличии);
- ученое звание (при наличии);
- место работы, должность;
- почтовый адрес с ИНДЕКСОМ (для пересылки авторского экземпляра иногородним);
- E-mail;
- контактный телефон (для мобильной связи с редакцией);

Если автор – аспирант, то необходим отзыв руководителя.

6. Никакие сокращения, кроме общепринятых, в тексте и таблицах не допускаются. Все аббревиатуры и сокращения должны быть расшифрованы при первом их употреблении в тексте. Все таблицы должны иметь заголовки и сквозную нумерацию в пределах статьи, обозначаемую арабскими цифрами (например, таблица 1), в тексте ссылки нужно писать сокращенно (табл. 1). Текст таблицы должен быть напечатан через два интервала. В работах биологического цикла в заголовке и в тексте таблицы даются только латинские названия видов, родов и семейств. Комментарий к таблице должен быть размещен непосредственно под таблицей.

Приводимые формулы должны иметь сквозную нумерацию. Номер пишется в конце строки арабскими цифрами в круглых скобках. Между формулами, выделенными в отдельную строку, и текстом, а также между строками формул следует оставлять пробелы не менее 1,5-2 см.

7. Все иллюстративные материалы: графики, карты, схемы, фотографии – именуются рисунками, имеют сквозную порядковую нумерацию арабскими цифрами и пишутся сокращенно (например, рис. 1). Допускаются цветные изображения (графики, диаграммы). Если иллюстративный материал выполнен на отдельной странице, то на оборотной стороне листа карандашом пишется порядковый номер рисунка, фамилия автора и название статьи. Рисунки и подписи к ним предоставляются в двух экземплярах. Размер рисунка – не менее 40х50 мм и не более 120х170 мм. К ним прилагается список подрисуночных подписей, в которых приводятся указания размерности приведенных на рисунке величин.

Ссылки в тексте пишутся в виде номера арабской цифрой, взятой в квадратную скобку.

8. Цитируемая литература приводится под заголовком «Литература» сразу за текстом статьи. Список литературы дополнительно дублируется латиницей по системе Библиотеки Конгресса США (LC, сайт для транслитерации: <http://translit.ru>). Все работы перечисляются по порядку упоминания ссылок в тексте. Для периодических изданий необходимо указать фамилию автора, инициалы, название статьи, название журнала, год издания, том, номер или выпуск, начальную и конечную страницы работы.

9. Электронный вариант статьи принимается по электронной почте, рисунки следует предоставлять отдельными файлами в формате jpg (300 ppi) или tiff (300 ppi).

Рукописи рассматриваются в порядке их поступления в течение 3-6 месяцев.

Окончательное решение о публикации статьи принимает редколлегия.

Плата за публикацию рукописей не взимается.

Статьи, присланные без соблюдения изложенных выше требований, не подлежат рассмотрению.

Рукописи в печатном виде направляются по адресу: 677027, г. Якутск, ул. Кулаковского, 42, ГУК, каб. 401, редакция, тел. 8 (411-2) 321-679.

E-mail: vestnik2013@inbox.ru

**ВЕСТНИК
СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО
ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Научный журнал

4(48) 2015

Редакторы

А. П. Васильева, Н. В. Дмитриева, И. В. Федорова

Компьютерная верстка *В. В. Дмитриев*

Оформление обложки *П. И. Антипин*

Подписано в печать 20.08.15.

Формат 70×108/16. Гарнитура «Таймс».

Печать офсетная.

Печ. л. 7,9. Уч.-изд. л. 11,1.

Тираж 250 экз. Заказ 171.

Дата выхода в свет 25.08.15.

Цена свободная.

Издательский дом СВФУ, 677000,

г. Якутск, ул. Петровского, 5

Отпечатано в типографии ИД СВФУ