

## Эколого-географическая научная школа

**Год основания школы:** 1971.

**Основатель школы:** Хомич Александр Александрович, к.г.н., известный ученый в области физической географии и геохимии ландшафтов, озероведения, рационального природопользования.

А.А. Хомич в 1971 г. в Институте геохимии и геофизики АН БССР (ИГиГ АН БССР) организовал географическое подразделение - лабораторию геохимии ландшафтов (с 1978 г. лаборатория рационального природопользования) и на протяжении 23 лет возглавлял ее. Под его руководством были защищены 6 кандидатских диссертаций по географическим наукам, еще 5 сотрудников лаборатории прошли обучение в целевых аспирантурах Института географии АН СССР, МГУ, Института географии СО АН СССР и успешно защитили кандидатские диссертации.

Новый импульс развитию географической школы был дан в 1990 г., когда географические подразделения из ИГиГ АН БССР были переведены в создаваемый Институт проблем использования природных ресурсов и экологии НАН Беларуси и на должность зам. директора Института был назначен д.г.н. В.Ф. Логинов.

В разные годы значительный вклад в развитие эколого-географической школы внесли к.г.н. А.А. Хомич, к.г.н. О.В. Кадацкая, к.г.н. В.А. Прокопеня, к.г.н. С.Л. Романов, к.г.н. А.В. Бакарасов, к.г.н. Н.В. Ковальчик, к.с.-х.н. А.М. Максимович, к.б.н. И.К. Вадковская, академик А.В. Матвеев, д.г.н. В.Б. Кадацкий, д.г.н. Г.И. Сачок, д.г.н. А.В. Кожаринов, д.г.н. Ю.М. Обуховский, к.г.-м.н. И.П. Самсоненко и др.

**Действующим руководителем школы** является Логинов Владимир Федорович, академик НАН Беларуси, доктор географических наук, профессор, лауреат Государственной премии Республики Беларусь, Почетный доктор Национальной академии наук Украины, награжден Золотой медалью Национальной академии наук Беларуси «За досягненні ў навуцы».

Логинов В.Ф. - известный в стране и за рубежом ученый в области физической географии, климатологии, геоэкологии, природопользования. Он внес значительный вклад в исследования климата и его изменений под влиянием естественных и антропогенных факторов. Под его руководством выполнено крупномасштабное теоретическое и прикладное исследование климата Беларуси, реализован ряд прикладных разработок по мониторингу глобального климата и природной среды Беларуси. Полученные результаты исследований использованы при разработке Государственных климатических программ и концепции Национальной безопасности Республики Беларусь.

В настоящее время **основными направлениями деятельности** школы являются:

- **климатология** (исследование глобального и регионального климата и его изменений под влиянием естественных и антропогенных факторов; разработка физико-статистических методов сверхдолгосрочных прогнозов погоды и сценариев изменения климата; оценка влияния изменения климата на зависимые от него

отрасли экономики и разработка рекомендаций по их адаптации; разработка аэрокосмических методов исследования окружающей среды и климата);

- **экология городов и комплексный геоэкологический анализ территории** (изучение взаимодействия техногенных и природных процессов в зонах с различной техногенной нагрузкой с целью оптимизации природопользования и снижения экологического риска; разработка научно-методических основ организации природных каркасов городов и пригородных территорий; разработка методологии изучения и оценки природно-ресурсного потенциала территорий и ландшафтного планирования; оценка и прогноз состояния окружающей среды);

- **трансграничное загрязнение** (изучение, моделирование и оценка изменения воздушной среды под влиянием локальных источников и трансграничного поступления загрязняющих веществ; изучение источников поступления тяжелых металлов, стойких органических загрязнителей, других загрязняющих веществ, их переноса в окружающей среде и негативных эффектов; мониторинг, оценка воздействий и изменений природной среды Антарктики; методическое обеспечение инвентаризации и оценки выбросов загрязняющих веществ в атмосферу; разработка технических нормативных документов; проведение инвентаризаций выбросов загрязняющих веществ на национальном и региональном уровнях; научно-методическое обеспечение оценки состояния и мониторинга воздушной среды; научное сопровождение Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния, Программы ЕМЕП, Договора об Антарктике, Стокгольмской конвенции о СОЗ);

- **гидрология суши и водные ресурсы** (оценка формирования и пространственно-временных колебаний элементов водного баланса речных водосборов и водоемов замедленного водообмена в условиях изменяющегося климата и антропогенных воздействий, разработка моделей различной сложности и прогнозов изменения элементов водного баланса и экологического состояния водоемов).

Проводимые в рамках эколого-географической школы исследования направлены прежде всего на обеспечение устойчивого социально-экономического развития Беларуси, которое не может осуществляться без учета тенденций изменения окружающей среды, анализа существующих экологических проблем и своевременного выявления новых экологических угроз. Для выявления их причин принятия необходимых управленческих решений на международном, национальном и местном уровнях проводится комплексный геоэкологический анализ воздействий на окружающую среду и происходящих природных и природно-техногенных процессов, прогнозирование их динамики. На их основе оцениваются экологические риски для населения и экосистем, определяются приоритеты природоохранной политики. Учитывая активную позицию Республики Беларусь на международном уровне в области охраны окружающей среды разрабатывается научно-методическое и информационное обеспечение для выполнения принятых обязательств по конвенциям и соглашениям, а также для гармонизации нормативных законодательных документов с международными принципами.

## Основные результаты научных исследований

**По направлению климатология.** Научный руководитель работ – академик В.Ф. Логинов. Исследователи: д.ф.-м.н., профессор С.А. Лысенко, д.ф.-м.н. С.Л. Ощепков, к.г.н. В.И. Мельник к.ф.-м.н. В.С. Микуцкий, к.т.н. Г.А. Камышенко, к.г.н. И.С. Данилович, к.г.н. Т.Г. Табальчук, к.г.н. О.Г. Савич-Шемер, с.н.с. В.В. Коляда и др.

На основе крупномасштабных теоретических и прикладных исследований изменений глобального и регионального климата и их причин определён вклад вулканического и антропогенного аэрозоля в изменчивость солнечной радиации и обоснована принципиальная возможность использования наземных актиметрических наблюдений мировой сети станций. Разработана комплексная система мониторинга фоновое загрязнения атмосферы на основе аэрокосмических, лидарных, наземных и химико-аналитических методов и средств. Работа удостоена Государственной премии Республики Беларусь в области науки и техники (А.А. Ковалёв, А.П. Иванов, И.И. Лиштван, В.Ф. Логинов, В.Е., Плюта, А.П. Чайковский, 2002).

Установлены пространственно-временные изменения глобального и регионального климата, включая климат городов, разработаны сценарии климата будущего, определена уязвимость различных отраслей экономики к изменяющемуся климату и разработаны рекомендации по их адаптации. Выявлено наличие двух наиболее существенных потеплений климата в последнем столетии: в 1910-1939 гг. вследствие уменьшения аэрозольного загрязнения атмосферы и солнечной активности, в 1988-2016 гг. вследствие роста содержания парниковых газов в атмосфере. Работы в области исследования причин и результатов климатических изменений в глобальном и региональном масштабах отмечены премией НАН Беларуси (В.Ф. Логинов, 1997).

Установлено, что повторяемость ряда опасных метеорологических явлений с потеплением климата растёт (шквалы, ливневые дожди, заморозки в южных частях страны на мелиорированных территориях, засухи, сильная жара и др.), а других – падает (град, туман, иней, изморозь, сильный снегопад, метели, сильный мороз). Примерно 80 % опасных явлений приходится на тёплый период года. Число опасных метеорологических явлений было максимальным во второй половине 80-х и 90-х годов прошлого столетия. Установлено, что биоклиматический потенциал территории Беларуси за последние десятилетия возрос и через два десятилетия при сохранении существующих тенденций в изменении климата может достичь значений, характерных для северных районов Украины. Изменится климатическая (природная) зональность страны. Агроклиматическим аналогом Беларуси по теплообеспеченности станет современная лесостепь Украины. Однако сохранится опасность поздневесенних и раннеосенних заморозков, что потребует соответствующей селекционной работы по получению заморозкоустойчивых и засухоустойчивых сортов традиционных культур (В.Ф. Логинов).

Показано, что потепление в последние два десятилетия привело к распаду северной агроклиматической области в Беларуси. Территория с суммой температур выше 100С, составляющей 20000С в год, ранее занимала только самую северную часть Беларуси (Верхнедвинский, северная часть Полоцкого и Городокский рай-

оны), а в последние годы (2006-2015 гг.) исчезла совсем. Столь существенное сужение этой зоны связано с несколько более быстрым, хотя и статистически незначимым, повышением температуры в северных районах страны по сравнению с южными. На юге страны появилась четвертая агроклиматическая область с суммой температур более 2600<sup>о</sup>С в год (В.Ф. Логинов, В.И. Мельник, Е.В. Комаровская).

Создан комплекс имитационных моделей для оценки антропогенного воздействия на геоэкосистемы, включающий информационно-моделирующую систему «Биогеоценотическое разнообразие Беларуси», а также краткосрочного прогнозирования состояния водных экосистем. Разработаны сценарии влияния хозяйственной деятельности на геоэкосистемы. Выполнена оценка климатообусловленных снижений урожайности сельскохозяйственных культур и их пространственно-временного распределения (Г.И. Сачок, Г.А. Камышенко, С.В. Саливончик, В.В. Коляда).

Выполнены крупномасштабные теоретические и прикладные исследования климата Беларуси, включая формирование экстремальных погодных и климатических явлений (засухи, наводнения, суровые и теплые зимы, шквалы, ливневые осадки и др.). Проведена оценка влияния урбанизации и мелиорации на климатические, водные, земельные и лесные ресурсы Беларуси (В.Ф. Логинов, Ю.А. Бровка, В.С. Микуцкий, В.В. Коляда).

Определен вклад внешних климатообразующих факторов (солнечной и геомагнитной активности, аэрозолей естественного и антропогенного происхождения) на глобальный и региональный климат. Предложены согласующиеся с данными наблюдений объяснения эпизодов замедления глобального потепления в середине прошлого и в начале текущего столетий. Оценено влияние Мирового океана на температурный и гидрологический режим атмосферы средних и высоких широт, дано объяснение ключевых особенностей современных изменений температуры воздуха над сушей Северного полушария (В.Ф. Логинов, В.С. Микуцкий).

Выявлены квазипериодические изменения температуры поверхности в различных регионах Мирового океана и установлены их связи с космическими факторами, в частности со скоростью движения Солнца относительно центра масс солнечной системы, что является принципиально важным для интерпретации современного глобального и регионального климата. Показано, что степень и характер влияния космических факторов на температуру воды Мирового океана зависит от начальных условий в климатической системе. В частности, эти связи более заметны в области действия холодных течений и локализации энергоактивных зон океана и атмосферы.

На основе ансамбля численных моделей климата Земли разработаны прогностические сценарии будущих изменений температуры, осадков и агроклиматических показателей для территории Беларуси.

Установлены закономерности влияния крупномасштабных мод общей циркуляции атмосферы и океана на климатические характеристики на территории Беларуси, что позволило разработать фоновые прогнозы их изменений на ближайшие десятилетия.

Исследованы пространственно-временные особенности изменений продолжительности арктических вторжений в различных секторах Северного полушария. Установлены связи крупномасштабных колебаний общей циркуляции атмосферы и ее центров действия с продолжительностью арктических вторжений в широтной зоне Беларуси. Разработан их фоновый прогноз на ближайшее десятилетие (В.И. Мельник, И.С. Данилович).

Исследована роль мелиорации в изменении локального и регионального климата Полесья. Получены модельные оценки влияния местного испарения на средние значения и долгопериодные изменения количества осадков в Беларуси и на территориях соседних государств, позволившие объяснить пространственно-временные особенности полей осадков на территории Беларуси в вегетационный период, предложить комплекс мероприятий по улучшению ситуации с влагообеспеченностью Гомельской области (В.Ф. Логинов, С.А. Лысенко).

Установлены закономерности изменений метеорологических и биоклиматических показателей на мелиорированных землях Беларуси. Дана оценка сельскохозяйственной продуктивности осушенных земель.

Установлены закономерности влияния крупномасштабных мод общей циркуляции атмосферы и океана на температурно-влажностные характеристики климата Беларуси, позволяющие учитывать в прогнозах изменений климата Беларуси его естественные квазидесятилетние колебания, не описываемые современными климатическими моделями, и более точно оценивать возможные негативные воздействия изменений температурно-влажностного режима на агроэкологическую обстановку в регионе. На основании установленных закономерностей разработаны фоновые прогнозы изменений характеристик климата Беларуси на ближайшие десятилетия и предложен комплекс мероприятий по снижению негативных последствий изменений климата для зависящих от него отраслей экономики (В.Ф. Логинов, С.А. Лысенко, В.И. Мельник и др.).

#### Монографии:

Логинов В.Ф., Сачок Г.И., Микуцкий В.С., Мельник В.И., Коляда В.В. Изменения климата Беларуси и их последствия / под общ. ред. В.Ф.Логинова; Ин-т пробл. использования природ. ресурсов и экологии НАН Беларуси. – Мн.: ОДО «Тонпик», 2003. – 330 с.

Сачок Г.И., Камышенко Г.А. Биогенный круговорот в геозкосистемах Беларуси (модельный аспект). Минск: УП «Донарит», 2004. – 177 с.

Сачок Г.И., Камышенко Г.А. Факторы и модели изменчивости урожайности сельскохозяйственных культур Беларуси. Минск: Бел. наука, 2006.

Логинов В.Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия. Минск, «Тетрасистемс», 2008. – 496 с. Логинов В.Ф. Изменения климата в Беларуси и их последствия для ключевых отраслей экономики (сельское, лесное и водное хозяйство). Минск: «БелНИЦЭкология», 2010. – 152 с.

Логинов В.Ф., Волчек А.А., Шпока И.Н. Опасные метеорологические явления на территории Беларуси // Минск: Беларус. Навука, 2010. – 129 с.

Логинов В.Ф. Радиационные факторы и доказательная база современных изменений климата. Минск: Беларуская навука, 2012. – 266 с.

Логинов В.Ф., Бровка Ю.А. Экстремальные климатические явления: пространственно-временные закономерности их изменений и предпосылки прогнозирования. Минск: «БелНИЦ «Экология»», 2012. – 132 с.

Логинов В.Ф., Микуцкий В.С. Изменения климата: тренды, циклы, паузы. Минск: Беларуская навука, 2017. – 179 с.

Логинов В.Ф., Лысенко С.А. Современные изменения глобального и регионального климата. – Минск: Беларус. навука, 2019. – 315 с.

В.Ф.Логинов, С.А.Лысенко, В.И. Мельник. Изменение климата Беларуси: причины, последствия, возможности регулирования. Второе издание, дополненное. – Минск: УП «Энциклопедикс» 2020. – 264 с.

Логинов В.Ф. Космические факторы климатических изменений. Минск: 2020. 168 с.

***По направлению экология городов, комплексный геоэкологический анализ территории.*** Научный руководитель – д.г.н. В.С. Хомич. Исследователи: к.г.н. Е.В. Санец, к.г.н. О.В. Кадацкая, к.г.н. М.И. Струк, к.г.н. Л.А. Кравчук, к.г.-м.н. С.В. Савченко, к.г.н. Н.К. Быкова, к.г.н. Е.П. Овчарова, к.г.н. В.А. Рыжиков и др.

В результате детальных эколого-географических исследований Минска, Гомеля, Гродно, Светлогорска, Пинска и др. выявлены закономерности трансформации природной среды, формирования и развития геохимических аномалий в городах и зонах их влияния. Наиболее типичны для городов ландшафтно-геохимические аномалии цинка, свинца и меди, распространяющиеся на несколько природных компонентов (осадки, почвы, растительность, поверхностные и грунтовые воды) и занимающие до 1/3 городской территории. Вместе с тем, наиболее интенсивные по концентрации загрязняющих веществ геохимические аномалии, хотя и меньшие по площади, формируются на территории и в зонах воздействия локальных источников (в частности, полигонов коммунальных и производственных отходов, промплощадок, шламохранилищ) (В.С. Хомич, С.В. Какарека, Т.И. Кухарчик, Л.А. Кравчук).

Разработана методика комплексной оценки состояния городской среды, предназначенная для крупномасштабного картографирования и пространственного анализа экологической ситуации на территории города. Построены серии крупномасштабных карт состояния городской среды и ореолов рассеяния загрязняющих веществ, использующихся при разработке территориальных комплексных схем охраны природы, оптимизации и организации геотехнических систем. Наиболее неблагоприятная экологическая ситуация чаще всего формируется в центральных частях городов с исторической застройкой и зонах воздействия промышленных предприятий. Работы по эколого-геохимическим исследованиям трансформации природной среды на урбанизированных территориях и в импактных зонах под воздействием локальных и трансграничных источников опасных химических веществ отмечены премией НАН Беларуси (В.С. Хомич, С.В. Какарека, Т.И. Кухарчик, 2013).

Разработаны методологические основы регионального эколого-географического анализа, позволившие выявить естественно-географические предпосылки формирования экологической ситуации в Беларуси; проведено рай-

онирование территории Беларуси по условиям размещения экологоопасных производств и объектов (М.И. Струк).

Выполнено зонирование пригородной зоны Минска по природно-хозяйственным и экологическим предпосылкам использования и охраны, выполнено эколого-хозяйственное зонирование территории Гомельской области и Припятского Полесья, отражающие оптимальную организацию природопользования в их пределах (М.И. Струк, С.Г. Живнач).

Выполнен анализ и дана оценка состояния окружающей среды в Республике Беларусь за 1991–2014 гг., изложенные в 23 выпусках ежегодного экологического бюллетеня «Состояние природной среды Беларуси» (В.Ф. Логинов, В.С. Хомич, В.А. Прокопеня, О.В. Кадацкая, М.И. Струк, Е.В. Санец, С.В. Какарека, С.В. Савченко Н.К. Быкова, Е.П. Овчарова и др.).

Разработаны методические подходы к оценке эколого-рекреационного значимости территорий природного комплекса в пределах городов по группе критериев (санитарно-гигиеническое, водоохранное, сохранения разнообразия, рекреационное) для выделения природного каркаса на территории городов. Проведена оценка структурной и пространственной организации городских природных комплексов для крупных городов Беларуси с целью выделения природного каркаса (Минск, Могилев, Витебск, Гомель). Выполнена типизация и картографирование ландшафтно-рекреационных территорий в данных городах по их роли в выполнении экосистемных и рекреационных функций (Л.А. Кравчук, Е.В. Санец и др.).

Разработаны научно-методические основы пространственной организации природных систем городов Беларуси, включающие концептуальные схемы организации природных каркасов городов и пригородных зон, типовые модели организации природных каркасов для городов различной величины и функционального типа, позволившие обосновать проекты экологических каркасов городов Минска, Гродно и Несвижа, схемы экологических коридоров и водно-зеленого диаметра г. Минска. Результаты исследований использованы при разработке схем организации ландшафтно-рекреационных территорий в ряде городов Беларуси, природного каркаса города в составе Генерального плана Минска (утвержден Указом Президента Республики Беларусь в 2018 г.), при разработке Генплана г. Несвижа, при проектировании УП «Минскградо» экологических коридоров и водно-зеленого диаметра на территории г. Минска (Л.А. Кравчук, В.С. Хомич, М.И. Струк, Е.В. Санец, О.В. Кадацкая, Е.П. Овчарова, Ю.А. Романкевич и др.).

На основании интегральной оценки значения городских территорий в выполнении экологических и рекреационных функций, а также анализа результатов моделирования движения атмосферных воздушных масс разработано научное обоснование организации Схемы экологических коридоров г. Минска. Разработанная схема включает систему взаимосвязанных наземных природных комплексов и водных экосистем, наиболее значимых для создания/поддержания благоприятных условий жизнедеятельности населения, а также режимы природопользования на территориях природного комплекса в составе экологических коридоров, в т. ч. коридоров проветривания городской территории. Разработано и передано УП «Минскградо» научное обоснование проекта Схемы экологических коридоров г. Минска в целях реализации Генерального плана развития города (Л.А. Кравчук,

В.С. Хомич, Е.В. Санец, Н.М. Баженова, А.Ч. Пац. Выполнено совместно с ННИЦ мониторинга озоносферы БГУ).

Разработаны научно-методические подходы к экологической реабилитации техногенно нарушенных территорий природного комплекса в городах, реализованные при научном обосновании Схемы реабилитации участка нарушенных территорий в западной части г. Минска и разработке руководства «Порядок и правила экологической реабилитации техногенно-нарушенных природных комплексов на урбанизированных территориях» (Л.А. Кравчук, В.С. Хомич, Е.В. Санец, С.В. Савченко, О.В. Кадацкая, Е.П. Овчарова, В.А. Рыжиков, Н.М. Баженова).

Разработана классификация почв урбанизированных территорий с разной степенью антропогенной трансформации (Ю.А. Романкевич).

Монографии:

Природная среда Беларуси / Под ред. В.Ф. Логинова. Мн.: НООО «БИП-С», 2002. – 424 с.

Хомич В.С., Какарека С.В., Кухарчик Т.И., Кравчук Л.А. Светлогорск: экологический анализ города. – Минск: Минсктиппроект, 2002. – 216 с.

Прогноз изменения окружающей природной среды Беларуси на 2010-2020 гг. / Под ред. В.Ф. Логинова – Минск: РУП Минсктиппроект, 2004. – 180 с.

Хомич В.С., Какарека С.В., Кухарчик Т.И. Экогеохимия городских ландшафтов Беларуси. – Минск: Минсктиппроект, 2004. – 260 с.

Ландшафтные воды в условиях техногенеза / О.В. Кадацкая, В.С. Хомич, Е.В. Санец, М.И. Струк, Н.К. Быкова, С.В. Какарека, Н.В. Ковальчик, Т.И. Кухарчик, Е.П. Овчарова. Минск: Беларуская навука, 2005. – 347 с.

Струк М.И. Региональные особенности оптимизации окружающей среды Беларуси. – Минск: Беларуская навука, 2007. – 252 с.

Кравчук Л.А. Структурно-функциональная организация ландшафтно-рекреационного комплекса в городах Беларуси. Минск: Беларуская навука, 2011. – 171 с.

Городская среда: геоэкологические аспекты: монография / В.С.Хомич, С.В. Какарека, Т.И. Кухарчик, Л.А.Кравчук., М.И.Струк, О.В.Кадацкая., Н.К. Быкова., Д.Ю. Городецкий, С.Г. Живнач., М.И. Козыренко, М.Е. Комаровский, О.Ю. Круковская, П.В. Курман, Е.П. Овчарова, В.А. Рыжиков, С.В.Савченко, Е.В.Санец - Минск: Беларуская навука, 2013. – 426 с.

Проблемы природопользования в трансграничном регионе Белорусского и Украинского Полесья / Под ред. В.П. Палиенко, В.С. Хомича, Л.Ю. Сорокиной // В.С. Хомич, С.Г. Живнач, Л.А. Кравчук, В.А. Рыжиков, Е.В. Санец, М.И. Струк и др. – Киев: Изд-во «Сталь», 2013. – 290 с.

Minsk and Budapest, the two capital cities. Selected studies of post-socialist urban geography and environmental problems of urban areas / Edited by D.Karacsonyi – L.Jenej / S. Kakareka, V. Khomich, L. Krauchuk, T. Kukharchyk, V. Loginov, M. Struk.... / Budapest-Minsk. 2015. – 194 p.



***По направлению трансграничное загрязнение.*** Научный руководитель – д.т.н., профессор С.В. Какарека. Исследователи: д.г.н. Т.И. Кухарчик, к.г.н. С.В. Саливончик, к.г.н. А.В. Мальчихина, к.г.н. М.И. Козыренко, к.г.н. О.Ю. Круковская, к.г.н. Ю.Г. Кокош и др.

Разработаны научно-методические основы оценки и инвентаризации выбросов в атмосферный воздух тяжелых металлов и стойких органических загрязнителей (СОЗ). Впервые в Беларуси инициированы и реализованы работы по экспериментальным исследованиям отходящих газов при сжигании твердых видов топлива в малых топливосжигающих установках, а также при открытом горении бытовых отходов и отходов растениеводства. По результатам исследований разработаны удельные показатели выбросов тяжелых металлов и стойких органических загрязнителей для более 20 категорий источников; получены пространственно распределенные оценки выбросов диоксинов/фуранов, полихлорированных бифенилов и тяжелых металлов на территории стран Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии; подготовлены и представлены в ЕЭК ООН данные о выбросах загрязняющих веществ на территории Республики Беларусь за 1990-2016 гг.; разработан прогноз выбросов загрязняющих веществ на период до 2020 г.; Подготовлены разделы и дополнения в международное Руководство по инвентаризации выбросов ЕМЕП/КОРИНЭЙР, в национальные нормативно-методические документы по оценке выбросов в Украине, Молдове, России, Казахстане и других странах в части, касающейся выбросов тяжелых металлов и СОЗ (С.В. Какарека, Т.И. Кухарчик, В.С. Хомич и др.).

Разработанная и реализованная методология оценки источников и потоков ПХБ позволила получить достоверную информацию об объемах накопленных опасных промышленных веществ – ПХБ в Беларуси, выявить типы и марки ПХБ-содержащего оборудования, используемого в стране и его владельцев, выполнить количественную оценку интенсивности поступления ПХБ в окружающую среду Беларуси, разработать целевые показатели и определить сроки вывода различных типов ПХБ-содержащего оборудования из эксплуатации для различных министерств/ведомств, а также подготовить перечень приоритетных предприятий для вывоза ПХБ-содержащего оборудования на утилизацию (Т.И. Кухарчик, М.И. Козыренко и др.).

Выполненный впервые для стран СНГ всесторонний анализ проблем, обусловленных использованием ПХБ и загрязнением окружающей среды, явился основой создания нормативно-методической базы в Беларуси по экологически безопасному обращению с ПХБ и Национальных планов выполнения обязательств по Стокгольмской конвенции о СОЗ на 2007-2010 и 2011-2015 гг. (утверждены Указами Президента Республики Беларусь от 12 июня 2007 г. № 271 и от 27 июня 2011 г. № 271 ), а также подпрограммы 3 «Обращение со стойкими органическими загрязнителями» комплексной Государственной программы «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2016 – 2020 годы (С.В. Какарека, Т.И. Кухарчик и др.).

Получены пространственно-распределенные оценки поступления загрязняющих веществ в атмосферный воздух на территории Беларуси, а также в ряде городов для основных и некоторых специфических поллютантов (тяжелых металлов, стойких органических загрязнителей, аммиака, формальдегида); построена

серия карт высокого разрешения и охарактеризована территориальная структура выбросов. Разработаны нормативно-методические документы по оценке выбросов твердых взвешенных веществ с учетом их дисперсного состава, содержания тяжелых металлов и СОЗ (С.В. Какарека, Т.И. Кухарчик, А.В. Мальчихина, О.Г. Круковская, Ю.Г. Кокош и др.).

Уточнены удельные показатели выбросов черного углерода и метана для основных категорий источников и в разрезе видов топлива, описана методология и сформирована база данных оценки выбросов черного углерода и метана. Согласно выполненным оценкам, в 2015 г. в атмосферный воздух Беларуси поступило 4,23 тыс. т черного углерода; 50 % данного объема обусловлено сжиганием топлива в коммерческом/институциональном (23 %) и бытовом (27 %) секторах. Около 45 % выбросов приходится на мобильные источники (дорожные и внедорожные), в том числе внедорожные источники в сельском хозяйстве – 15,1 %, грузовики большой грузоподъемности – 11,8 %. Разработаны алгоритмы и построены карты выбросов черного углерода и метана с высоким пространственным разрешением (С.В. Какарека, А.В. Мальчихина и др.).

Подготовлен проект Всесторонней оценки окружающей среды (ВООС) «Строительство и функционирование БАС на горе Вечерняя, Земля Эндерби». Проект ВООС, а затем его окончательная версия были представлены на XXXVII (г. Бразилиа, 2014) и XXXVIII (г. София, 2015) Консультативных совещаниях по Договору об Антарктике. Реализация ВООС создала правовые основы строительства БАС, а также позволила минимизировать ее воздействие на окружающую среду на стадии строительства и функционирования и организовать систему мониторинга окружающей среды в районе размещения БАС (С.В. Какарека, Т.И. Кухарчик, С.В. Саливончик, А.А. Гайдашов, Ю.Г. Гигиняк).

Впервые в Беларуси и СНГ с использованием модели AERMOD выполнена оценка воздействия выбросов разнотипных источников на загрязнение атмосферного воздуха в городах Беларуси. Рассчитаны максимальные часовые, суточные и месячные концентрации формальдегида на расстоянии до 3 км от источников выбросов. Показана сходимость модельных и замеренных подфакельных концентраций формальдегида в атмосферном воздухе на расстоянии до 650 м и концентраций у источников его выделения. Описаны источники неопределенности результатов, связанные с ограниченностью метеоинформации требуемого временного разрешения. Расчеты рассеяния выбросов формальдегида, выполненные для деревообрабатывающего предприятия с использованием модели AERMOD, показали перспективность ее использования в условиях Беларуси, в том числе для прогнозирования состояния атмосферного воздуха (С.В. Какарека, С.В. Саливончик, Ю.Г. Кокош).

Впервые для восточной части Холмов Тала, Земля Эндерби, Восточная Антарктида определены диапазон и средние концентрации макро- и микроэлементов для пресноводных аквальных и наземных экосистем. На основании обобщения результатов эколого-геохимических исследований, выполненных в период 2012-2018 гг. Белорусскими антарктическими экспедициями, показано, что вариабельность содержания микроэлементов в почве, донных отложениях и водах может быть обусловлена как природными, так и антропогенными факторами. Повышенное содержание тяжелых металлов в водах и донных отложениях озер может быть

связано с антропогенным воздействием, включая предыдущую деятельность в конце 1970-х гг. - начало 1990-х гг., а также с выщелачиванием химических элементов и их выносом с талыми водами с водосборной территории. По сравнению с другими оазисами Антарктиды, в районе расположения Белорусской антарктической станции не выявлено значительных участков загрязнения почвы, что в значительной степени связано с фрагментацией почвенного покрова и отсутствием значительных источников загрязнения (С.В. Какарека, Т.И. Кухарчик, Ю.Г. Гигиняк, М.А. Кудревич и др.).

#### Монографии:

Выбросы тяжелых металлов в атмосферу: опыт оценки удельных показателей // Какарека С.В., Хомич В.С., Кухарчик Т.И., Логинов В.Ф., Кравчук Л.А., Ковальчик Н.В., Федоров А.Б. и др. Мн., 1998. – 154 с.

Particulate matter emission study // Kakareka S., Khomich V., Kukharchyk T., Kravchouk L. Minsk, 1999. – 150 p.

Какарека С.В., Кухарчик Т.И., Хомич В.С. Стойкие органические загрязнители: источники и оценка выбросов. – Минск: Минсктиппроект, 2003. – 220 с.

Какарека С.В. Трансграничное загрязнение атмосферного воздуха и его регулирование. Минск: Беларус. навука, 2009. – 320 с.

Кухарчик Т.И. Полихлорированные бифенилы в Беларуси. Минск, Минсктиппроект. 2007. – 264 с.

Какарека С.В., Мальчихина А.В. Аммиак в атмосферном воздухе: источники поступления, уровни содержания, регулирование. Минск, Беларуская навука, 2016. – 254 с.

S. Kakareka, T. Kukharchyk, V. Loginov, S. Salivonchik. Construction and Operation of Antarctic Research Stations. An Experience of Comprehensive Environmental Evaluation Minsk: StroyMediaProekt, 2016. – 278 p.

***По направлению гидрология суши, водные ресурсы.*** Научный руководитель – д.г.н., профессор А.А. Волчек. Исследователи: д.г.н., профессор И.И. Кирвель, д.т.н. профессор В.Ф. Иконников, к.г.н. Ан.А. Волчек., к.г.н. О.И. Грядунова, к.г.н. Т.А. Шелест, к.г.н. И.Н. Шпока и др.).

Выявлены закономерности формирования и пространственно-временные колебания элементов водного баланса (осадков, температуры, испарения, почвенных влагозапасов, речного стока, уровней озер) речных водосборов Беларуси в условиях изменяющихся естественных и антропогенных факторов, разработаны прогнозы изменений элементов водного баланса на близкую и далекую перспективу (А.А. Волчек, Ан.А. Волчек., О.И. Грядунова, В.В. Лукша, С.И. Парфомук, Т.А. Шелест).

Дана оценка поверхностным водным ресурсам Беларуси, описаны процессы формирования всех фаз водного режима рек по гидрологическим районам в условиях изменяющегося климата, получены прогнозные оценки стока воды по основным бассейнам рек Беларуси на ближнюю и дальнюю перспективу (А.А. Волчек, Ан.А. Волчек и др.).

Изучен гидрологический режим водоемов замедленного водообмена (пруды, карьеры), разработаны научные основы оценки моделирования и прогнозирования состояния лимнических систем Беларуси.

Разработана методика и программное обеспечение краткосрочных прогнозных оценок половодий и затопления пойм рек Беларуси по величине вычисления снегозапасов на водосборе полученных на основе обработки космических снимков.

Исследования гидрологического и климатического режимов территории Беларуси отмечены премией НАН Беларуси (В.Ф. Логинов, А.А. Волчек, 2007).

#### Монографии:

Волчек, А.А. Водные ресурсы Брестской области / А.А. Волчек, М.Ю. Калинин. – Минск: Изд. Центр БГУ, 2002. – 440 с.

Бурлибаев, М.Ж. Проблемы оптимизации природопользования и природообустройства в математических моделях и методах / М.Ж. Бурлибаев, А.А. Волчек, П.В. Шведовский. – Алматы: Издательство «Каганат», 2003. – 532 с.

Бурлибаев, М.Ж. Гидрологические измерения и гидрогеологические расчеты для водохозяйственных целей / М.Ж. Бурлибаев, А.А. Волчек, М.Ю. Калинин. – Алматы: Издательство «Каганат», 2004. – 358 с.

Иконников В.Ф. Научные основы оценки, моделирования и прогнозирования состояния лимнических систем Беларуси. Минск, "Донарит", 2004. – 202 с.

Калинин, М.Ю. Водные ресурсы Витебской области / М.Ю. Калинин, А.А. Волчек; под общ. ред. д.т.н. М.Ю. Калинина. – Минск: ООО «Белсэнс», 2004. – 144 с.

Кирвель И.И. Пруды Беларуси как антропогенные водные объекты, их особенности и режим. Минск, "ПГПУ", 2005. – 234 с.

Калинин, М.Ю. Водные ресурсы Гомельской области / М.Ю. Калинин, А.А. Волчек // Под общей редакцией д.т.н. М.Ю. Калинина. – Минск: ООО «Белсэнс», 2005. – 144 с.

Мухавец. Энциклопедия малой реки / А.А. Волчек, В.Н. Яромский, Н.В. Михальчук, М.Ю. Калинин. – Брест: Академия, 2006. – 344 с.

Логинов В.Ф., Волчек А.А. Водный баланс речных водосборов Беларуси / В.Ф. Логинов, А.А. Волчек. – Минск, "Тонпик", 2006. – 160 с.

Нурмаганбетов, Д.Ш. Теоретические и прикладные основы проблем планирования и управления природопользованием и охраной природы / Д.Ш. Нурмаганбетов, Волчек А.А., Бурлибаев М.Ж. / Алматы: Издательство «Каганат», 2007. – 360 с.

Калинин, М.Ю. Чрезвычайные ситуации и их последствия: мониторинг, оценка, прогноз и предупреждение// М.Ю. Калинин, А.А. Волчек, П.В. Шведовский / РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов». – Минск: ООО «Белсэнс», 2010. – 275 с.

Актуальные проблемы природопользования Брестской области / А.А. Волчек [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2009. – 265 с.

Волчек, А.А. Минимальный сток рек Беларуси / А.А. Волчек, О.И. Грядунова // Брест. гос. ун-т имени А.С. Пушкина. – Брест: БрГУ, 2010. –169 с.

Чрезвычайные ситуации в природной среде: мониторинг, прогноз, предупреждение / М.Ж. Бурлибаев, А.А. Волчек, М.Ю. Калинин, В.А. Скольский, П.В. Шведовский // Алматы: Издательство «Каганат», 2011. – 356 с.

Волчек, А.А. Закономерности формирования водного баланса речных водосборов Беларуси: Формирование водного баланса Беларуси // Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2011. – 387 с.

Волчек, А.А. Водные ресурсы Беларуси: современное состояние и прогноз/ А.А. Волчек, В.В. Лукша, С.И. Парфомук// Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2011. – 177 с.

Волчек, А.А. Половодья на реках Беларуси: закономерности формирования и прогноз / А.А. Волчек, Ан. А. Волчек // Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2012. – 216 с.

Волчек, А.А. Мониторинг, оценка и прогноз чрезвычайных ситуаций и их последствий / А.А. Волчек, П.С. Пойта, П.В. Шведовский // Брест: Альтернатива, 2012. – 423 с.

Логинов, В.Ф. Весенние половодья на реках Беларуси: пространственно-временные колебания и прогноз / В.Ф. Логинов, А.А. Волчек, Ан.А. Волчек – Минск: Беларуская навука, 2014. – 244 с.

Волчек, А.А. Паводочный сток рек Беларуси / А.А. Волчек, Т.А. Шелест // Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2015. – 118 с.

Стратегические направления адаптации бассейна реки Неман к изменению климата / Программа развития ООН в Беларуси и Европейская экономическая комиссия ООН // сост. В.Н. Корнеев, А.А. Волчек, Л.Н. Гертман и др. – Брест, 2015. – 68 с.

The Strategic Framework for Adaptation to Climate Change in the Neman River Basin / United Nations Development Programme in Belarus and United Nations Economic Commission for Europe // V.N. Korneev, A.A. Volchak, L.N. Hertman et al. - Brest, 2015. – p. 64.

Волчек, А.А. Паводки на реках Беларуси : монография / А.А. Волчек, Т.А. Шелест ; Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2016. – 199 с.

Водные ресурсы Беларуси и их прогноз с учетом изменения климата / А.А. Волчек, В.Н. Корнеев, С.И. Парфомук, И.А. Булак; под общ. ред. А.А. Волчек, В.Н. Корнеева. – Брест : Альтернатива, 2017. – 228 с.

Atlas: Weather Hazards in Belarus / A. Volchak, Y. Mazhayskiy, A. Meshyk, I. Shpoka. – M.: All-Russian Research Institute for Hydraulic Engineering and Land Reclamation, 2017. – 70 p.

Природообустройство Полесья : монография : в 4 кн. / под общ. науч. ред. Ю. А. Мажайского, А. Н. Рокочинского, А.А. Волчека, О. П. Мешика, Е. Езнаха. – Рязань : Мещер. ф-л ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова, 2017. – Кн. 2 : Украинское Полесье. – Т. 1. – 902 с.

Ясельда / И. В. Абрамова [и др.] ; под общ. ред. А.А. Волчека, И. И. Кирвеля, Н. В. Михальчука ; Национальная академия наук Беларуси, Полесский аграрно-экологический институт. – Минск : Беларуская навука, 2017. – (Реки Полесья). – 416 с.

Природообустройство Полесья : монография : в 4 кн. / под общ. науч. ред. Ю. А. Мажайского, А. Н. Рокочинского, А.А. Волчека, О. П. Мешика, Е. Езнаха. – Рязань : Мещер. ф-л ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова, 2017. – Кн. 2 : Украинское Полесье. – Т. 1. – 902 с.

заны : Мещер. ф-л ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова, 2018. – Кн. 1 : Белорусское Полесье. – Т. 1. – 408 с.

Природообустройство Полесья : монография : в 4 кн. / под общ. науч. ред. Ю. А. Мажайского, А. Н. Рокочинского, А.А. Волчека, О. П. Мешика, Е. Езнаха. – Рязань : Мещер. ф-л ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова, 2018. – Кн. 2 : Украинское Полесье. – Т. 2. – 804 с.

Природообустройство Полесья : монография : в 4 кн. / под общ. науч. ред. Ю.А. Мажайского, А.Н. Рокочинского, А.А. Волчека, О.П. Мешика, Е. Езнаха. – Рязань : Мещер. ф-л ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова», 2019. – Кн. 4 : Полесья Юго-Западной России. – Т. 1. – 354 с.

Природообустройство Полесья : монография : в 4 кн. / под общ. науч. ред. Ю.А. Мажайского, А.Н. Рокочинского, А.А. Волчека, О.П. Мешика, Е. Езнаха. – Рязань : Мещер. ф-л ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова», 2019. – Кн. 1 : Белорусское Полесье. – Т. 2 : Преобразование и использование природных ресурсов. – 504 с.

Природообустройство Полесья : монография : в 4 кн. / под общ. науч. ред. Ю.А. Мажайского, А.Н. Рокочинского, Ф.Р. Зайдельмана, А.А. Волчека, Д.А. Иванова, О.П. Мешика, Е. Езнаха. – Рязань : Мещер. ф-л ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова», 2019. – Кн. 4 : Полесья России. – Т. 2 : Полесья Центра и Северо-Востока Европейской части России. – 339 с.

Волчек, А.А. Организационно-экономические и экологические аспекты модернизации водохозяйственных объектов жилищно-коммунального хозяйства в западном трансграничном регионе Беларуси / А.А. Волчек, Л.В. Образцов, П.В. Шведовский. – Минск : РИВШ, 2020. – 176 с.

Результаты исследований эколого-географической школы востребованы при подготовке ряда важнейших документов, определяющих природоохранную политику на государственном и региональном уровнях, в том числе: Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь до 2020 г.; Прогноза изменения окружающей среды и комплекса мероприятий с целью обеспечения экологической безопасности Республики Беларусь на 2010–2020 гг.; Национального плана выполнения обязательств, принятых Республикой Беларусь по Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях, на 2007–2010 годы и на период до 2028 года; Стратегического плана устойчивого развития г.Минска до 2020 г. Результаты эколого-географических исследований г.Минска использованы при корректировках Генерального плана города в 2010 и 2016 г.

Эколого-географическая школа включает 60 исследователей, в том числе: академик НАН Беларуси – 1, докторов наук – 7, кандидатов наук – 27, без ученой степени – 25.