

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННЫХ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В БЕЛАРУСИ

Карабанов А.К., Камышенко Г.А.

*Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь, karabanov@ecology.basnet.by*

Представлены результаты физико-географических исследований, полученные в рамках подпрограммы «Природные ресурсы и экологическая безопасность» государственной программы научных исследований «Природопользование и экология», утвержденной на 2016–2020 годы. Основное внимание уделено достижениям в области ландшафтоведения, результатам геохимических, палеогеографических, климатических и других исследований. Отражены не только теоретические, но и прикладные аспекты современных физико-географических исследований в Беларуси, показаны перспективы их развития.

Ключевые слова: физико-географические исследования; Беларусь.

THEORETICAL AND APPLIED ASPECTS OF MODERN PHYSICAL-GEOGRAPHICAL RESEARCH IN BELARUS

Karabanov A.K., Kamyshenka H.A.

*Institute for Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus, karabanov@ecology.basnet.by*

The results of physical-geographical research obtained under the subprogram «Natural resources and environmental safety» of the state program of scientific research «Nature use and ecology», approved for 2016–2020, are presented. The main attention is paid to achievements in the field of landscape science, the results of geochemical, paleogeographic, climatic and other studies. Not only theoretical, but also applied aspects of modern physiographic research in Belarus are reflected, and prospects for their development are shown.

Key words: physical-geographical research; Belarus.

В Беларуси комплексные физико-географические исследования ведутся в Национальной академии наук Беларуси, Белорусском государственном университете и других ВУЗах. Исследования выполняются в рамках государственной программы научных исследований «Природопользование и экология», утвержденной на 2016–2020 годы. Основной целью программы является обеспечение экологически безопасного, высокоэффективного природопользования как основы устойчивого экономического развития Республики Беларусь, получение новых знаний об основных закономерностях развития природной среды территории республики.

Физическая география – наука, в которой пересекаются множество дисциплин, нацеленных на изучение территорий и природы, всех компонентов и структур. В данной публикации представлены важнейшие результаты физико-географических исследований, выполняемых в рамках подпрограммы «Природные ресурсы и экологическая безопасность», входящей в состав государственной программы научных исследований «Природопользование и экология». Ответственность за организацию работ на высоком научном уровне, эффективное использование полученных результатов возложена на головные организации-исполнители – Институт природопользования НАН Беларуси и Белорусский государственный университет. В выполнении физико-географических исследований в рамках подпрограммы, кроме головных организаций-исполнителей, принимают участие ученые и специалисты Полесского государственного экологического института НАН Беларуси, Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси, Центрального ботанического сада НАН Беларуси, а также ведущих учреждений Министерства образования Республики

Беларусь – Брестского государственного технического университета, Белорусского государственного педагогического университета, Белорусского государственного технологического университета и др.

Изучение закономерностей изменений окружающей среды в процессе городского развития, трансформации ландшафтов городов и зон их влияния, разработка рекомендаций и управленческих механизмов их экологической оптимизации являются важными направлениями физико-географических исследований. К важнейшим результатам, полученным при решении указанных проблемных вопросов, следует отнести следующие.

Под руководством ведущих ученых географического факультета Белорусского государственного университета *доктора географических наук, профессора Г.И.Марцинкевич, доктора географических наук, профессора Н.К.Чертко* разработана методика изучения, картографирования и оценки урболандшафтов. Выявлены историко-географические особенности формирования урболандшафтной структуры крупного промышленного города, проявившиеся в сильной дифференциации видов урболандшафтов, составлены карты урболандшафтов городов Молодечно, Гомель и Орша. Обоснована возможность применения индекса растительности NDVI для изучения динамики распространения зеленых насаждений для крупного города.

В результате геохимических исследований выявлена связь между структурой урболандшафтов и эколого-геохимическими ситуациями, отражающаяся в специфике формирования геохимических аномалий. Для городов Молодечно и Гомель впервые созданы оценочные карты (суммарного загрязнения почв и эколого-геохимической оценки ситуаций, динамики растительного покрова с использованием вегетационного индекса). Для территорий с напряженной экологической ситуацией разработаны рекомендации по оптимизации и смягчению негативных явлений с помощью геохимических и фитомелиоративных приемов, которые нацелены на улучшение среды жизнедеятельности населения.

Приемы предложенной геохимической оптимизации урболандшафтов могут применяться и использоваться в любом городском поселении при проведении работ по озеленению территории.

Существующие в настоящее время методические приемы ландшафтного картографирования, принципы и методы ландшафтно-экологического картографирования и составления карт природных и антропогенно измененных ландшафтов не позволяют в полной мере решить вопросы унифицированного выявления и картографирования типичных и редких ландшафтов Беларуси для их охраны и устойчивого использования. В настоящее время в этом направлении ведутся исследования по заданию, научное руководство которым осуществляют *доктор географических наук, профессор Г.И.Марцинкевич, кандидат географических наук, доцент С.И.Кузьмин; БГУ*. Разработана научная концепция выявления, оценки и картографирования редких и типичных ландшафтов, учитывающая иерархическое строение ландшафтов и зависимость их структурных элементов от масштаба исследования. Выделено 4 основных уровня формирования ландшафтных комплексов: страновой, региональный, районный, локальный. Для каждого из иерархических уровней определены масштаб, единицы исследования и критерии выделения редких и типичных ландшафтов. Предлагаемый подход планируется реализовать для разработки методики создания ландшафтных карт редких и типичных ландшафтов с последующим определением режимов их охраны и использования.

Учеными Центра экологии городов и трансграничного загрязнения Института природопользования НАН Беларуси (*научные руководители задания: доктор географических наук, доцент В.С.Хомич, кандидат географических наук, доцент М.И.Струк, кандидат географических наук Кравчук Л.А.*) разработана концептуальная

схема организации природного каркаса городской территории. Схема предусматривает включение в каркас элементов как природного, так и природно-антропогенного ландшафтов различного типа, генезиса и размерности, как взаимосвязанные, так и отдельно расположенные, наиболее эффективно выполняющие санитарно-гигиенические и рекреационные функции, поддержание биологического и ландшафтного разнообразия и экологобезопасное функционирование водных объектов, а также связь с элементами каркаса пригородной территории. Концептуальная схема включает следующие конструктивные элементы – линейные (экологические коридоры), узловое (ядра), точечные (природные, природно-антропогенные объекты, не имеющие связи с ядрами и коридорами). Схема предполагает выделение буферных зон и участков экологической реабилитации для стабилизации и восстановления экологических функций элементов каркаса, поддержания его непрерывности. На территории конкретного города каркас может иметь многоуровневую или редуцированную структуру, что определяется размерами, функциональным типом, а также ландшафтно-экологическими условиями местоположения города. Разработанная концептуальная схема реализована на примере гг. Минска, Гродно и Несвижа и может быть использована при разработке экологических каркасов других городов.

Выделены наиболее значимые функции природных комплексов в городах: санитарно-гигиенические, рекреационные, водоохранные, сохранения биологического и ландшафтного разнообразия. Разработаны ранжированные шкалы для оценки экологического и рекреационного значения ландшафтно-рекреационных территорий для выделения природного каркаса города. Интегральную оценку эколого-рекреационного значения ландшафтно-рекреационных территорий в пределах города по группе критериев предложено рассчитывать как средний показатель суммы баллов по каждому из выделенных критериев и оценивать как имеющее очень низкое, низкое, умеренное, среднее, высокое и очень высокое эколого-рекреационное значение. Результаты обладают высокой практической значимостью и использованы при разработке схем организации ландшафтно-рекреационных территорий и экологического каркаса города в составе Генерального плана города Минска (утвержден Указом Президента Республики Беларусь), а также при разработке Генплана г. Несвижа.

В Центре литосферы и минерагении Института природопользования НАН Беларуси (*научный руководитель задания – доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик А.В.Матвеев*) выполнены палинологические исследования, позволившие получить новые материалы по эволюции ландшафтов и оценке геоэкологической обстановки территории Белорусского Поозерья и Белорусского Полесья. Впервые реконструированы палеоландшафты, существовавшие на территории Брестского Полесья в климатическом оптимуме муравинского межледниковья, оптимуме и постоптимальной фазе голоцена, отражающие особенности распространения растительности в зависимости от приуроченности к определенным типам рельефа, характера подстилающих пород, глубины залегания грунтовых вод и других экологических условий. Выполненные реконструкции палеоландшафтов могут служить основой для выявления направлений дальнейших изменений природной обстановки на территории Брестского Полесья под воздействием климатических изменений, антропогенной деятельности и современных геологических процессов.

В ближайшей перспективе планируется исследовать недостаточно изученные региональные особенности растительности, ландшафтов, климата позднеледниковья и голоцена на территории центральной Беларуси, которая является наиболее сложнопостроенной в геолого-геоморфологическом отношении, густо населенной частью территории республики, характеризующейся обширным распространением грандиозных краевых ледниковых комплексов, где процессы преобразования

природных комплексов проявляются особенно активно, наносят серьезный ущерб экономике и влияют на здоровье населения.

Охрана и рациональное использование водных ресурсов страны являются одними из важнейших задач современного природопользования. Водные экосистемы являются элементами окружающей среды, на которых, в первую очередь, проявляется наиболее сильное техногеохимическое воздействие. В настоящее время остро стоят проблемы повышения качества водных ресурсов, защиты водных экосистем от различных источников загрязнения. Сложившаяся система контроля и мониторинга аквальных экосистем базируется на анализе водной среды. Водная среда характеризуется динамичностью, неустойчивостью концентрации и состава химических элементов во времени, что значительно снижает информативность и индикаторную роль в мониторинговых исследованиях. На современном этапе «Рамочная Директива» ЕС для эколого-геохимической оценки состояния водных объектов делает акцент на исследование депонирующих сред: высшей водной растительности и донных осадков. В этом направлении активно работают ученые Белорусского государственного университета (*научные руководители задания: доктор географических наук, профессор Б.П.Власов, кандидат геолого-минералогических наук, доцент О.В.Лукашев*). По данным многолетних наблюдений (2000-2015 гг.) создана база геоданных содержания тяжелых металлов в донных осадках и макрофитах рек, озер и водохранилищ Беларуси, которая включает векторную пространственную основу, цифровую модель рельефа, границы водосборных территорий и геохимических провинций, данные о химическом составе вод, содержании элементов в донных осадках и макрофитах, видовых характеристиках водной растительности. Анализ данных позволил определить характеристики водосборных территорий, влияющие на концентрацию металлов: преобладающие ландшафты, уровень лесистости, уровень сельскохозяйственной освоенности, наличие и расположение антропогенных источников. В результате выполненных исследований выявлены особенности и взаимосвязи содержания тяжелых металлов в донных отложениях и высшей водной растительности, протекающие в условиях кратко- и долгосрочных изменений климата и антропогенного воздействия на водоемы и водотоки. Методически обоснованы величины фонового содержания элементов, пределы колебания и аномального содержания поллютантов для различных геохимических провинций, водосборов основных рек, крупнейших водных объектов. Результаты будут использованы для определения экологического статуса водоемов и водотоков Беларуси.

При выполнении гидрологических исследований учеными и специалистами Брестского государственного технического университета *под руководством доктора географических наук, профессора А.А.Волчека* получена оценка изменения речного стока Беларуси за период с 1961 по 2015 год. Выявлено, что в среднем по стране произошло незначительное его увеличение на 0,5–4,0 % за счет бассейна реки Западная Двина, северной и северо-восточной части бассейна реки Днепр. В связи с изменением климата увеличилась неравномерность изменений стока как по территории Беларуси, так и его внутригодовому распределению по сезонам года. Прогноз стока на период до 2035 года показал возможность резкого различия между северной и южной частью республики, между малыми и большими реками. При незначительном изменении стока в среднем за год присутствует высокая вероятность его неравномерности и разнонаправленности в сезоны и месяцы. Особенно значительно может изменяться сток в летние месяцы с его снижением во все сезоны на юге Беларуси. Вместе с тем для севера Беларуси прогнозируются не столь значительные изменения стока, как для юга.

Важные фундаментальные результаты получены в области климатологии. Исследования в данном направлении выполняются учеными Центра климатический исследований Института природопользования НАН Беларуси, выполняемые *под*

руководством доктора географических наук, профессора, академика В.Ф.Логина и доктора физико-математических наук, доцента С.А.Лысенко. Установлена закономерность квазицикличности и противофазного характера изменения зимних и весенних среднесезонных суточных амплитуд температуры; выявлено соответствие «холодных» фаз тихоокеанского многолетнего колебания периодам стационарирования среднегодовой глобальной температуры.

На основе гармонического анализа рядов среднемесячных температур воздуха установлена рецессивная динамика амплитуд годового хода температуры, что говорит о принципиально различном характере изменения температуры и амплитуды ее годового хода. Установлена длительная пауза в изменении глобальной температуры, что не согласуется с теорией парниковой природы современного изменения климата.

Показаны периоды быстрого («скачки») и медленного («паузы») изменения температуры Земного шара, связанные с влиянием плохо учитываемых в климатических моделях аэрозолей естественного и антропогенного происхождения, солнечной активности, автоколебаний в климатической системе. Высокая глобальная температура в период с 1998 по 2014 г. определяется не только увеличением концентрации парниковых газов, но и низкой аэрозольной мутностью атмосферы, а также нарушением однородности температурного ряда в результате увеличения соотношения числа городских метеорологических станций («островов» тепла) к их общему числу.

Впервые разработан сеточный архив данных по температуре воздуха и количеству осадков на основе интерполяции методом кригинга среднемесячных данных метеорологической сети Республики Беларусь и соседних государств за период с 1945 по 2017 г. Разработана компьютерная программа для визуализации, статистического анализа и исследования пространственно-временных особенностей метеорологических полей. Построены карты средних аномалий и коэффициентов линейных трендов температуры воздуха и количества осадков в разные сезоны года за период современного глобального потепления (1976–2017 гг.). Показано, что использование различных показателей изменений климата дает существенно различающиеся картины их пространственных особенностей. Выделены районы Беларуси со статистически значимыми изменениями рассматриваемых метеорологических параметров за период современного глобального потепления.

Установленные особенности изменения температуры воздуха позволяют улучшить понимание причин климатических изменений и могут служить предпосылкой для прогнозирования изменения климата. В совокупности разработанные алгоритмы и методы формируют передовой и мощный инструментальный модельных и аэрокосмических исследований окружающей среды и климата, способный найти применение в интересах различных отраслей экономики.

Несмотря на то, что общие принципы функционирования экосистем в основном понятны, количественные характеристики отдельных биофизических процессов, а также их прямые и обратные связи с климатом все еще остаются плохо изученными. В зависимости от почвенно-климатических особенностей региона и типа растительной экосистемы изменения климата способны как стимулировать, так и подавлять рост биопродуктивности растений. В перспективе будут проведены исследования пространственно-временных особенностей влияния климата на наземные экосистемы, установлены механизмы обратных атмосферно-биосферных связей и на этой основе разработаны сценарии будущих изменений наземных экосистем и климата Беларуси.

В представленной обзорной статье приведены основные полученные в последние годы результаты научных исследований в области физической географии, что не исчерпывает весь перечень достижений в данном направлении.

С целью развития научных исследований, направленных на получение новых знаний о закономерностях развития окружающей среды Беларуси под влиянием

природных и антропогенных факторов, особенностях формирования, размещения, ресурсообеспеченности и использования природных ресурсов, а также оценки степени комфортности окружающей среды для населения головными организациями-исполнителями в настоящее время ведутся работы по созданию концепции новой государственной программы научных исследований в области экологии и природопользования на 2021–2025 годы. Новизна разработок будет достигнута за счет комплексного использования теоретических методов исследования и таких современных инструментов, как дистанционное зондирование Земли, геоинформационные и информационно-аналитические системы, моделирование и прогнозирование изменения климата и состояния окружающей среды в результате хозяйственной деятельности и чрезвычайных ситуаций.