

УДК 502.3

Е. А. Архипов, С. И. Зотов

68

**ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ
ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДОВ**

Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия

Поступила в редакцию 15.01.2025 г.

Принята к публикации 24.03.2025 г.

doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-4

Для цитирования: Архипов Е. А., Зотов С. И. История исследования геоэкологического состояния городов // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. 2025. № 2. С. 68–83. doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-4.

Рассмотрена история геоэкологических исследований городов начиная с их зарождения и заканчивая современными тенденциями. Выделены следующие ключевые этапы в развитии геоэкологических исследований городов: 1) ранние исследования, охватывающие период с XIX в. до начала XX в.; 2) развитие геоэкологии и урбоэкологии середины XX в.; 3) экоурбанистика и устойчивое развитие в 1970–1990-е гг.; 4) современные тенденции начала XXI в. Особое внимание уделено тому, как в истории исследования геоэкологического состояния городов прослеживается тенденция необходимости формирования комплексных методов оценки урбанизированных территорий, учитывающих факторы различного происхождения, воздействующие на человека в современном городе.

Ключевые слова: геоэкология, история исследований, урбанизированная территория, город, геоэкологическая оценка, междисциплинарный подход, антропогенное воздействие

Введение

Городские территории, как правило, из-за интенсивного развития промышленности и транспортного сообщения находятся на грани системного экологического кризиса, поскольку все природные компоненты городской экосистемы подвергаются массированному загрязнению отходами, выбросами и сточными водами с высокой концентрацией загрязняющих веществ. Возрастает и влияние загрязнителей квантовой и волновой природы (шум, электромагнитное излучение, радиация, вибрации и т. д.).



Современный этап развития городских территорий характеризуется усиленным влиянием антропогенных факторов на окружающую среду, что делает актуальной задачу геоэкологической оценки.

Городская система, обладая сложной многоуровневой территориальной и социально-экономической организацией, создает среду для нормального существования человека. Достижение соответствия геоэкологических условий городской среды задачам обеспечения устойчивого социально-экономического, территориального развития города, сохранения здоровья населения, формирования благоприятных и комфортных условий для жизнедеятельности человека, сохранения и преумножения природного и рекреационного потенциала территории является актуальным направлением деятельности.

69

Упомянутые аспекты подчеркивают важность создания устойчивых городов, то есть спроектированных с учетом социального, экономического воздействия и воздействия на окружающую среду, а также устойчивой среды обитания для существующего населения и исследований для обеспечения экологической безопасности, улучшения качества жизни городского населения и сохранения природных ресурсов для будущих поколений. Это приводит к необходимости комплексного изучения техногенного влияния на составляющие природного комплекса и выявления неблагоприятных геоэкологических ситуаций в городах.

Методика исследования

В данной статье использован метод систематизированного анализа научных публикаций, охватывающих исследования геоэкологического состояния городов с XIX в. по настоящее время. Литературные источники отбирались и классифицировались по тематическим направлениям, включая геоэкологию, урбоэкологию, влияние антропогенного воздействия на ландшафты и устойчивое развитие. Проведен сравнительный анализ подходов различных авторов, выявлены ключевые научные концепции, теории и методики оценки урбанизированных территорий в разные исторические периоды.

Методологический подход статьи включает историческую ретроспективу, позволяющую проследить эволюцию научных работ о геоэкологическом состоянии городов. Выделены ключевые этапы развития исследований: от ранних трудов до содержащих современные междисциплинарные подходы, что позволило выявить смену научных парадигм и методов оценки городских экосистем. На основе анализа научных источников проведена периодизация истории геоэкологических исследований, отражающая развитие методов и подходов к оценке экологического состояния городов в разные временные периоды.

Результаты и их обсуждение

Историю геоэкологических исследований городов можно разделить на четыре ключевых этапа. Первым этапом можно считать ранние исследования, охватывающие период с XIX в. до начала XX в. Работы та-



ких ученых, как В. И. Вернадский и В. В. Докучаев, стали необходимой основой для дальнейшего развития этого научного направления. Второй этап связан с развитием геоэкологии и урбоэкологии в середине XX в., это расширенные исследования, среди которых особо отмечены труды Л. С. Берга, А. Н. Несмеянова, А. А. Брудного, В. Н. Тихомирова, Д. Н. Кавтарадзе, Е. Е. Божуковой. Третьей этап экоурбанистики и устойчивого развития в 1970–1990-е гг. прежде всего характеризует усиление международного экологического сотрудничества. Это работы таких ученых, как А. А. Беус, Ю. Е. Саэт, Б. А. Ревич и др. На этапе современных тенденций начала XXI в. наряду с оценкой состояния среды отдельно по компонентам многие авторы, например Б. И. Кочуров, В. Р. Битюкова, В. Б. Калманова, В. З. Макаров и др., выделяют необходимость геоэкологической оценки городов. Точно датировать выделенные этапы проблематично, поскольку они плавно переходят один в другой и частично накладываются.

Ранние исследования (XIX в. — начало XX в.). С началом индустриализации в России, особенно во второй половине XIX в., происходит значительное изменение в социально-экономической структуре страны. Рост городов, связанный с развитием промышленности, привел к увеличению численности населения в городах, что, в свою очередь, вызвало серьезные экологические проблемы. В крупных городах, таких как Санкт-Петербург и Москва, начинается активное использование угля и других ископаемых видов топлива, что приводит к загрязнению воздуха промышленными выбросами, а также дымом от угольных печей.

В это время начинается систематическое изучение экологических проблем, что стало основой для формирования научной экологии в России.

В. В. Докучаев акцентировал внимание на том, как человеческая деятельность, включая сельское хозяйство и урбанизацию, влияет на структуру и плодородие почвы. В работе «Русские почвы» (1886) он систематизировал свои наблюдения и исследования о почвах России. Ученый изучал различные типы почв, характеристики и факторы, влияющие на их формирование, но не писал непосредственно о городских экосистемах в современном понимании. Его работы касались вопросов, связанных с антропогенным воздействием на почвы, что имеет прямое отношение к городским территориям.

В 1910–1920-е гг. В. И. Вернадский [1] начал исследовать взаимодействие человека и природы. В своих работах он описывал влияние антропогенной деятельности на природные процессы и поднимал вопросы о необходимости охраны окружающей среды.

Хотя В. И. Вернадский не использовал термин «геоэкология» в современном понимании, его концепция биосферы и исследования антропогенного воздействия на природу заложили основы для дальнейшего изучения как этой дисциплины, так и многих других, включая урбоэкологию. Ключевыми работами В. И. Вернадского [2], в которых он исследовал влияние антропогенных факторов на место проживания человека и взаимодействие человека с природой, являются следующие.



«Биосфера» (1926) — это исследование считается одним из самых значительных в наследии В.И. Вернадского. В нем он описывает биосферу как глобальную экосистему, в которой живые организмы взаимодействуют с окружающей средой. Вернадский подчеркивает, что деятельность человека оказывает значительное влияние на биосферу, изменяя ее структуры и процессы. Он также обсуждает роль человека как геологической силы, способной изменять природные системы.

«Научная мысль как планетное явление» (1936) — в этой работе В.И. Вернадский исследует, как научные достижения и технологии влияют на жизнь человека и окружающую среду. Автор рассматривает антропогенные изменения как часть эволюции биосферы, подчеркивая необходимость учета экологических последствий человеческой деятельности.

«Философские мысли натуралиста» (1938) — В.И. Вернадский акцентирует внимание на влиянии человеческой деятельности на природные процессы. Он анализирует, как технологии и научные достижения изменяют окружающую среду, и подчеркивает необходимость осознания этих изменений, а также гармонизации отношений человека с природой.

Ранние работы в области геоэкологических исследований городов в России в XIX — начале XX в. еще далеки от непосредственного обсуждения последствий развития городских территорий, но тем не менее стали необходимой основой для дальнейшего формирования этого научного направления.

Развитие геоэкологии и урбоэкологии (середина XX в.). С середины XX в. в России и во всем мире начинается активное развитие концепций, предшествующих геоэкологическому изучению городов, а также формирование нового направления — урбоэкологии. Этот период характеризуется углубленным изучением взаимодействия между городской средой и природными экосистемами, а также анализом последствий урбанизации для биоразнообразия [3].

Исследования показали, что многие виды животных и растений могут адаптироваться к жизни в городах, но это также приводит к исчезновению некоторых видов и изменению экосистем. Важным направлением стало изучение зеленых насаждений и их роли в городской экосистеме.

С 1930-х гг. Л.С. Берг [4] также занимался вопросами географии и экологии, рассматривая взаимосвязи между живыми организмами и географической средой. Его работы способствовали пониманию важности сохранения природных экосистем и их интеграции в городское планирование. Он подчеркивал значимость зеленых зон в городах для создания комфортной городской среды. Л.С. Берг утверждал, что парки и скверы не только улучшают эстетический облик города, но и способствуют оптимизации микроклимата, очищению воздуха и повышению качества жизни горожан.

В 1947 г. в работе «Климат и жизнь» Л.С. Берг проводил исследования, посвященные тому, как городская среда влияет на разнообразие и



структуру растительности. Он анализировал, какие виды растений могут адаптироваться к условиям города и как антропогенные факторы (загрязнение, изменение микроклимата, воздействие человека) влияют на флору [5].

Стоит отметить появление уникального объекта «экополиса» в середине XX в., когда в СССР возникали научные центры как результат стремления руководства страны дать импульс развитию фундаментальных научных исследований. В 1960-х гг. по инициативе академика А.Н. Несмеянова был основан как научный центр Пушкино в первую очередь для биологических и экологических исследований [6].

«Экополис» можно характеризовать как урбанизированную систему, население которой намеренно интегрировано в процессы биосферы для оптимизации функционирования биосферы на благо человека. Иными словами, под термином «экополис» обычно понимают городское поселение, при планировании, проектировании и строительстве которого учитывается комплекс экологических потребностей людей, включая создание благоприятных условий для существования многих видов растений и животных в его пределах. Это является следующим важным шагом в эволюции нашей городской среды: «Строить так, чтобы вписываться в окружение в сотрудничестве, а не в конфронтации с природой» [7].

Пушкино стал примером экополиса — города, где научные исследования и экологические инициативы интегрированы в городское планирование и развитие. Это включает в себя устойчивую архитектуру, использование возобновляемых источников энергии и активное вовлечение местного населения в экологические проекты. Ряд ученых проводили интегрированные исследования по влиянию антропогенной деятельности на городскую среду и на пригородные территории.

Позже коллектив ученых: А.А. Брудный, В.Н. Тихомиров, Д.Н. Кавторадзе — провел комплексное исследование [8], в котором анализировалась программа создания такого города, как Пушкино. Были разработаны и апробированы методы формирования в малых городах оптимальной экологической среды обитания человека с учетом того факта, что в Пушкино с самого начала отсутствовала промышленность.

Программа «Экополис» в нашей стране зародилась в лаборатории экологии и охраны природы кафедры высших растений биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. Эта программа ставит задачей создание человеческих поселений нового типа, реализующих сопряженное развитие общества и природы. Задача таких поселений — оградить природу и людей от неблагоприятных воздействий человеческой деятельности, сохраняя возможно большее разнообразие элементов биосферы [9].

Развитие, по сути, геоэкологических концепций и урбоэкологии в середине XX в. стало важным шагом к осознанию взаимосвязей между природой и городской средой. Это время было основой для дальнейших исследований и практических решений, направленных на создание устойчивых городов. Понимание роли зеленых насаждений и со-



хранения биоразнообразия в условиях урбанизации составило важный аспект градостроительства и экологии, что легло в основу современных концепций устойчивого развития.

Экоурбанистика и устойчивое развитие (1970–1990-е гг.). В контексте геоэкологического исследования городов в данный период необходимо упомянуть ряд важных международных событий, направивших научную мысль всего мира и России в частности в сторону экологизации городских поселений и других сфер жизни общества. Началом этого этапа можно считать доклад римского клуба «Пределы роста» в 1972 г., который предупреждал о последствиях неограниченного экономического роста в условиях ограниченных ресурсов, включая экологические и социальные кризисы. Он представил сценарии будущего и призвал к необходимости рационального использования природных ресурсов.

В 1970-х гг. началось активное развитие экологических движений, которые стали поднимать вопросы защиты окружающей среды и устойчивого использования ресурсов. В 1972 г. прошла Стокгольмская конференция по окружающей среде, где была обсуждена необходимость глобального сотрудничества в области экологии.

В 1987 г. Организация Объединенных Наций (Комиссия Брундтланд) выпустила доклад «Наше общее будущее», который впервые четко сформулировал концепцию устойчивого развития как «развития, которое удовлетворяет потребности нынешнего поколения, не ставя под угрозу возможность будущих поколений удовлетворять свои потребности». Доклад акцентировал внимание на взаимосвязи между экономическим, социальным и экологическим развитием [10].

На конференции ООН в Рио-де-Жанейро в 1992 г. (Саммит Земли) была принята Декларация по окружающей среде и развитию, в которой провозглашены обязательства государств по основным принципам достижения устойчивого развития и безопасного будущего. «Повестка дня на XXI век» является программой действий, направленных на реализацию правительствами концепции глобального устойчивого развития [11].

В сентябре 2000 г. в Нью-Йорке прошел Саммит тысячелетия, на котором мировые лидеры приняли Декларацию тысячелетия. Были сформулированы восемь целей развития (Цели тысячелетия), направленных на борьбу с бедностью, улучшение здоровья, образование и устойчивое развитие, что стало важным шагом к глобальному сотрудничеству в области устойчивого развития [12].

В СССР первые эколого-геохимические исследования городов были проведены в 1970–1980-х гг. в Институте минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов (ИМГРЭ) [13] Министерства геологии СССР под руководством Ю.Е. Саета. Значительный вклад в разработку методических подходов геохимического анализа города внесли ученые географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, Института географии Сибири и Дальнего Востока СО РАН, Южного федерального университета и др.



Начало геохимических исследований процессов загрязнения окружающей среды, организованных в ЦГЭ ИМГРЭ, отчасти совпало с выходом в свет книги «Геохимия окружающей среды» [14], авторами которой были А. А. Беус, Л. И. Грабовская и Н. В. Тихонова.

Первый опыт масштабных и методических исследований Ю. Е. Саета состоялся на территории города Москвы в 1976–1979 гг., что определило направление развития геоэкологических исследований городов России на предстоящие годы и выявило потенциал применения подобных методов для решения ряда задач: 1) анализ промышленных предприятий и различных видов отходов, их оценка как источников загрязнения окружающей среды и вторичных ресурсов ценных компонентов; 2) идентификация источников загрязнения окружающей среды промышленными выбросами, картографирование зон их воздействия и установление локальных областей с наиболее высокой интенсивностью загрязнения токсичными элементами; 3) оценка состояния почв и растительности, включая сельскохозяйственные культуры, в контексте воздействия выбросов и применения бытовых и промышленных отходов в качестве агрономелиорантов; 4) определение источников загрязнения природных вод и оценка эффективности очистки сточных вод; 5) выявление групп населения с повышенным риском заболеваний, связанных с установленными локальными и региональными геохимическими аномалиями.

Доказано, что ключевым преимуществом геохимических методов является возможность точной пространственной фиксации зон техногенного загрязнения и возможность создания разномасштабных моно- и полиэлементных эколого-геохимических карт [15].

В 1982 г. в ИМГРЭ издается выпуск Методических рекомендаций по геохимическим методам оценки загрязнения окружающей среды, в существенной мере основанных на полученном оригинальном фактическом материале (авторы Б. А. Ревич, Ю. Е. Сает, Р. С. Смирнова, Е. П. Сорокина). В первом выпуске рекомендаций впервые были обобщены материалы по особенностям образования, состава и морфологии техногенных геохимических ореолов в городах, по методам их выявления и оценки [16].

К сожалению, как уже было отмечено, в бывшем СССР до конца 1990-х гг. существовала устойчивая традиция закрытости экологической информации (в современном массовом понимании этого термина) и даже секретности в отношении всех сведений, связанных с загрязнением окружающей среды [17].

Современные тенденции и вызовы (XXI в.). В XXI в. геоэкологические исследования городов сталкиваются с новыми вызовами, связанными с изменениями климата. Ученые разрабатывают стратегии адаптации городов к меняющимся условиям.

Понятие «город» многогранно и может быть представлено как форма расселения человека и как сложный архитектурно-строительный, социальный, экономический, экологический, географический комплекс.

В начале 2000-х гг. сформировался общий взгляд науки на города. В работе Т. И. Подгорной [18] рассматривается, как планировочная организация в сочетании с природными условиями определяет трансформацию и распределение по урбанизированной территории основ-



ных потоков вещества и энергии. При этом планировочная структура обладает свойством инерционности — в силу своей жесткости, закреплённости функциональных зон, параметров площадей и улиц с трудом поддается изменениям, сопротивляется переустройству. Таким образом, в пределах городской территории наблюдается относительно стабильная направленность потоков переноса и аккумуляции загрязняющих веществ. Качество городской среды напрямую зависит от рациональной организации планировочной структуры, учитывающей природные особенности, сложившуюся техногенную обстановку и направленность геохимических потоков. В результате усиленной антропогенной деятельности в пределах городов происходит значительное изменение практически всех элементов природной системы: гидрографической сети, рельефа, микроклимата, почв, естественной растительности.

Новый методический подход к комплексной оценке состояния городской среды на основе объективных наблюдений предлагают В.Р. Битюкова с соавторами [19]. Их методика основывается на объективных данных замеров состояния различных сред. На основе карт загрязнённости различных природных компонентов на территории города предлагается рассчитать показатель доли площади с различным уровнем загрязнённости атмосферы, почвы и прочим по предварительно выделённым (или выбранным) территориальным единицам, например ареалам с различными типами воздействия.

Профессор МГУ имени М.В. Ломоносова О.А. Макаров [20] представляет другой подход. Он предложил для оценки качества (состояния) окружающей природной среды использовать показатель экологического качества (ПЭК), а также разработал пятиуровневую шкалу экологической оценки качества (состояния) окружающей природной среды, основанную на устойчивости окружающей природной среды (ОПС) к существующему на характеризуемой территории антропогенному воздействию.

Значимой задачей при изучении загрязнения окружающей среды является установление источников вредных воздействий, размеров зон их влияния на население и оценка этого влияния, выявление пространственной структуры распределения очагов загрязнения.

В.Б. Калманова реализует геоэкологический анализ [21], который является эффективным методом изучения сложных систем, в том числе экологического состояния городской территории, учитывающий ее природные и антропогенные особенности. Ранжируются пять уровней экологической обстановки: показатель экологического состояния (ПЭКС) = 1,0–1,7 — «относительно удовлетворительная»; 1,8–2,5 — «конфликтная»; 2,6–3,3 — «напряжённая»; 3,4–4,1 — «критическая»; 4,2–5,0 — «кризисная».

Метод эколого-географического картографирования авторства Л.П. Майорова, Е.А. Жуковской, Г.Ю. Морозовой [22] предполагает выделение промышленных, жилых (многоэтажная и одноэтажная застройка), рекреационных зон и «пустыррей». Для каждой из зон формируется перечень показателей экологического состояния территории. Для рекреационных зон предусматривается оценка экологического состояния с помощью баллов, учитывающих антропогенное воздействие, функции зеленых насаждений и оценку их жизненного состояния, эстетическую оценку.



Комбинированный способ агрегирования балльных оценок предложил В. А. Рыбак [23]. Для решения описанной проблемы предлагается комбинированный способ агрегирования, в результате которого производится усреднение частных оценок по трем доминирующим компонентам окружающей среды, выбор которых для каждой функционально-ландшафтной зоны производится отдельно. Один из трех доминирующих компонентов выбирается в зависимости от основного вида использования территорий.

В.П. Петрищев, С.А. Дубровская [24] используют интегральную оценку экологической ситуации. Рассчитывается коэффициент напряженности экологической ситуации, с учетом показателей состояния атмосферного воздуха, загрязнения почв, шумового загрязнения, индекса экологической опасности, удельного веса воздействующих факторов, плотности населения и средоохранной и средовоспроизводящей емкости территории.

Е.Г. Языков [25] разработал комплексную эколого-геохимическую оценку состояния природной среды. Метод основывается на принципах комплексного, системного, синхронного и максимально сближенного в пространстве обследования таких компонентов, как снег, почва, биота, вода, атмосфера, донные и солевые отложения.

Методический подход к оценке экологического риска в связи с химическим загрязнением земель используют О.П. Сазоненко, С.Б. Мельнов [26]. Оценка экологического риска, возникающего в результате поступления химических веществ в землю, производится с целью определения потенциальной экологической опасности химического загрязнения земель. Потенциальность загрязнения земель химическими элементами в данном контексте заключается в том, что при увеличении содержания этих химических элементов в почве экосистема будет самоочищаться.

Один из основателей картографирования и ранжирования геоэкологического состояния территории Б.И. Кочуров в работах [27–29] в качестве основополагающего подхода предлагает использовать концепцию геоэкосоциосистемы, которая подразумевает сбалансированное развитие через достижение эколого-хозяйственного баланса. В рамках данной концепции можно выделить несколько ключевых индикаторов для оценки геоэкосоциосистем: 1) индикаторы, отражающие целостность, единство и структуру природно-экологического каркаса, что позволяет оценить экологический фонд территории, а также ее запасы и потенциал для дальнейшего развития; 2) индикаторы антропогенного преобразования, характеризующие текущее состояние территории и экономическую стоимость преобразований или нового строительства; 3) индикаторы загрязнения окружающей среды, вызванного стационарными промышленными объектами и транспортом; 4) индикаторы уровня благоприятности окружающей среды, формируемой посредством ландшафтно-архитектурного проектирования.

И.И. Кесорецких и С.И. Зотов [30] используют методику оценки уязвимости природных комплексов к антропогенным воздействиям, которая заключается в разработке интегральной матрицы уязвимости,



применении весовых коэффициентов для оценки и создании соответствующей карты. Отличительной чертой описанной методики является превентивный подход, то есть оценка вероятности наступления неблагоприятной геоэкологической ситуации на исследуемой территории до наступления техногенной трансформации ландшафта. Высокая вариативность позволяет провести расчет уязвимости с индивидуально подобранными параметрами исходя из специфики природных условий или планируемой хозяйственной деятельности, что особенно актуально на этапе инженерно-экологических изысканий для проектирования зданий и сооружений в пригородных зонах, пока слабо затронутых процессами роста города — ядра агломерации, например Калининграда.

Стоит отметить работы Г.М. Бариновой [31], посвященные климатическим условиям Калининградской области и Калининграда. Особенно подчеркивается факт образования «острова тепла», то есть повышение температуры воздуха в крупных городах по направлению от окраин к центру. Автором приведены результаты микроклиматических съемок, определена временная и пространственная изменчивость, а также выделены основные причины формирования упомянутого явления. Основным источником атмосферного загрязнения в Калининграде выступает автотранспорт, что определяет основные загрязняющие вещества: оксид углерода, оксид азота и диоксид серы. В Калининграде чаще наблюдаются приземные инверсии, препятствующие рассеиванию и перемешиванию воздуха.

На современном этапе также важно выделить формирование концепции экологического каркаса в территориальном планировании городских территорий. В работе О.А. Климановой с соавторами [32] под экологическим каркасом понимается совокупность незастроенных и незапечатанных территорий, то есть не покрытых искусственными материалами, такими как бетон или асфальт, и имеющих растительный покров различного типа. Эти территории обеспечивают экосистемные услуги. Использование инфраструктурного подхода позволяет создавать полноценный экологический каркас, включая любые незапечатанные и озелененные городские пространства, на основе предварительного выявления таких территорий с помощью дешифрования данных дистанционного зондирования Земли. Параллельная оценка всего спектра экосистемных функций может повысить «конкурентоспособность» элементов экологического каркаса в рамках стратегического планирования и пространственного развития городов.

Рассматривая экологический аспект в пространственном развитии крупнейшей в РФ Московской агломерации, Н.С. Краснощекова [33] предлагает при разработке генеральных планов городов и документов территориального планирования городских агломераций, прежде всего столичного региона, учитывать предшествующие предложения, в том числе относительно ранее установленных категорий земель, например пригородной зоны во взаимосвязи с зеленой зоной, в частности с пригородными зелеными зонами.

Как показывает И.М. Георгица [34], мировой практикой конструирования городских ландшафтов выработан принципиальный набор



составных элементов экологического каркаса современного города, в который входят зеленое кольцо города, несколько крупных клиньев-массивов, проникающих в городской центр, равномерно разбросанные по территории города крупные зеленые «пятна» парков, водно-зеленый диаметр вдоль рек и водоемов.

А. В. Никитин с соавторами [35] на примере Казани предлагается проводить инвентаризации и мониторинг состояния зеленых насаждений и водных объектов, которые являются элементами экологического каркаса города. Однако результаты этих инвентаризаций слабо отражены в Генеральном плане и практически не учитываются в проектах планировок и градостроительной политике. Решение большинства городских проблем возможно при учете экологических требований в проектировании городской территории. Это должно осуществляться на всех уровнях: от генерального плана до проектов конкретных объектов капитального строительства.

Также для Казани в работе С. Х. Исмагиловой и А. В. Лобановой [36] разработана модель ландшафтно-экологического каркаса, а также выявлены аспекты его формирования, рекомендованные для использования в процессе корректировки документов территориального планирования муниципального образования Казани. Эти рекомендации учитывают расширение функций и значения структурных элементов. Реконструкция природного комплекса должна основываться на комплексном применении существующих подходов к разработке ландшафтно-экологического каркаса, а также на выделении природоохранных режимов и режимов градостроительной деятельности на территории этого каркаса.

Исследования городских территорий с позиции экологической геоморфологии предлагают Э. А. Лихачева с соавторами [37; 38]. В работе «Экологические хроники Москвы» [39] представлен подробный аналитический обзор освоения географического пространства Москвы и сложной истории возникновения экологических проблем. Предлагаемая методика геоморфологической оценки изменений природной среды принимает во внимание виды и степень антропогенного воздействия, негативные процессы и явления, уровень урбанизации, а также соответствие необходимым ограничениям в системах землепользования. Авторы представили свой взгляд на структуру управления городской территорией с учетом инженерно-геологических и инженерно-геоморфологических условий в виде схемы (алгоритма) тактических решений для решения экологических проблем и упорядочивания системы управления, в том числе по районной и микрорайонной планировке.

Е. В. Сокольской [40–42] предложена геоэкологическая информационно-аналитическая модель для выполнения оценки качества городской среды, включающей интегральное использование методов экологического мониторинга, математического и компьютерного моделирования, ГИС-технологий. Наиболее значимыми для геоэкологической



оценки Тирасполя выделены следующие компоненты городской среды: атмосферный воздух, почвенный покров, поверхностные водные ресурсы, акустический режим территории, зеленые насаждения.

Выделенные исторически этапы и их краткая характеристика сведены в таблицу.

**Исторические этапы развития
геоэкологических исследований городов**

Этап	Специфика и принципиальные различия	Авторы
Ранние исследования (XIX – начало XX в.)	Научная мысль сосредоточена на описании природных процессов и их изменениях под влиянием человеческой деятельности. Исследования еще далеки от непосредственного обсуждения последствий развития городских территорий, но тем не менее стали необходимой основой для дальнейшего развития этого научного направления	В.И. Вернадский, В.В. Докучаев
Развитие геоэкологии и урбоэкологии (середина XX в.)	Формируются концепции геоэкологии как науки о взаимодействии природных и антропогенных систем. Урбоэкология выделяется в самостоятельное направление. Исследователи анализируют накопление загрязняющих веществ и разрабатывают программы по сохранению биоразнообразия в условиях урбанизации	Л.С. Берг, А.А. Брудный, В.Н. Тихомиров, Д.Н. Кавтарадзе
Экоурбанистика и устойчивое развитие (1970 – 1990-е гг.)	Акцент смещается к разработке концепции устойчивого развития городов. Ведутся исследования механизмов саморегуляции урбоэкосистем, внедряются методы ресурсосбережения, экологического планирования и прогнозирования	Ю.Е. Саэт, А.А. Беус, Л.И. Грабовская, Н.В. Тихонова, Б.А. Ревич, Р.С. Смирнова, Е.П. Сорокина
Современные тенденции и вызовы (XXI в.)	Исследователи рассматривают города как целостные системы, требующие междисциплинарного подхода, интегрирующего геоэкологию, урбанистку, социальные и экономические факторы. Возрастает роль экологических аспектов в градостроительной деятельности, в частности необходимость формирования «экологического каркаса» городов в виде зеленых зон, скверов, пригородных лесопарков	Т.И. Подгорная, В.Р. Битюкова, О.А. Макаров, В.Б. Калманова, Л.П. Майорова, Е.А. Жуковская, Г.Ю. Морозова, Б.И. Кочуров, И.И. Кесорецких, С.И. Зотов, Г.М. Баринаова, О.А. Климанова, Н.С. Краснощекова, И.М. Георгица, А.В. Никитин, Э.А. Лихачева, Е.В. Сокольская



Выводы

История геоэкологических исследований городов прошла через несколько ключевых этапов, каждый из которых внес значительный вклад в наше понимание взаимодействия городской среды и экосистем. Процесс формирования этого научного направления в России демонстрирует эволюцию подходов к пониманию сложных взаимосвязей между природными и антропогенными системами. Научные исследования, практические разработки и активное вовлечение местных жителей играют ключевую роль в создании устойчивых и адаптивных городских систем.

Важно отметить, что на современном этапе растет необходимость в осуществлении геоэкологической оценки городов, которая предполагает учет всех факторов различной природы, воздействующих на человека и окружающую среду, в отличие от традиционного подхода, сосредоточенного на оценке состояния среды по отдельным компонентам. Эта особенность приводит к разнообразию методов комплексной оценки городов, как уже существующих, так и тех, которые только предстоит разработать.

Список литературы

1. Вернадский С. В. И. Вернадский контент-анализ публикаций 1905—1917 годов // Власть. 2008. №2. С. 45—47. EDN: KARCBJ.
2. Прозоров Л. Л. Было ли учение Вернадского о ноосфере? (краткий исторический анализ) // Пространство и время. 2012. №4. С. 223—229. EDN: PJJSKN.
3. Красовитова Э. С. Экологическая деградация урбанизированных территорий Севера Западной Сибири в 1960—1970-е гг. // Вестник Сургутского государственного педагогического университета. 2018. №6 (57). С. 106—113. EDN: YXZJNR. doi: 10.26105/SSPU.2019.57.6.010.
4. Берг Л. С. Ландшафтно-географические зоны СССР. М., 1931.
5. Берг Л. С. Климат и жизнь. 2-е изд., перераб. и доп. М., 1947.
6. Варламова М. В. Исторический аспект развития ландшафтно-экологического каркаса города Пушкино Московской области // Лесной вестник. 2019. Т. 23, №3. С. 72—78. doi: 10.18698/2542-1468-2019-3-72-78.
7. Даунтон П. Экополис: Архитектура и города против изменения климата. Аделаида, 2009.
8. Брудный А. А., Тихомиров В. Н., Кавтарадзе Д. Н. Программа «Экополис» первый этап работы. Состояние экосистем г. Пушкино и окрестностей и воздействие на них транспортной сети // Экология малого города. Пушкино, 1981.
9. Божукова Е. Е., Кавтарадзе Д. Н. Основные работы по программе Экополис (рефераты публикаций). 1979—1982 гг. Пушкино, 1983.
10. Юргенс И. Ю., Ромов Р. Б. Комиссия Брунтланн и концепция устойчивого развития в истории СССР / России 1980—1990-х гг. // Власть. 2023. №6. С. 9—25. doi: 10.31171/vlast.v31i6.9848. EDN: CFNOLZ.



11. Лось В.А. РИО-92: Предварительные итоги 30-летия стратегии устойчивого развития. Ч. 1. Устойчивое развитие: исторические и теоретические основания) // Вестник Московского университета. Сер. 27. Глобалистика и геополитика. 2022. №2. С. 3—22. EDN: ACABGB.
12. Морозов Г.И. Саммит тысячелетия и ООН // Современная Европа. 2000. №4 (4). С. 33—45. EDN: KVNYUL.
13. Эколого-геохимическая оценка городов различных регионов страны : сб. науч. ст. / Ин-т минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов ; отв. ред. Э.К. Буренков, Н.Ф. Челищев. М., 1991. EDN: YPEZZB.
14. Беус А.А., Грабовская Л.И., Тихонова Н.В. Геохимия окружающей среды. М., 1976.
15. Янин Е.П. Начальные этапы развития эколого-геохимических исследований в СССР // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. 2015. №11. С. 3—36. EDN: UNFJQB.
16. Ревич Б.А., Сагит Ю.Е., Смирнова Р.С., Сорокина Е.П. Методические рекомендации, по геохимической оценке, загрязнения территорий городов химическими элементами. М., 1982. EDN: ZQIRMV.
17. Ларин В., Мнацаканян Р., Честин И., Щварц Е. Охрана природы России: от Горбачева до Путина. М., 2003. EDN: TIVEBV.
18. Подгорная Т.И. Источники и виды техногенных воздействий на окружающую среду : учеб. пособие. Хабаровск, 1997.
19. Битюкова В.Р. Новый подход к методике районирования состояния городской среды (на примере Москвы) // Известия Русского географического общества. 1999. Т. 131, вып. 2. С. 42—49. EDN: ZFEOWJ.
20. Макаров В.З., Новаковский Б.А., Чумаченко А.Н. Эколого-географическое картографирование городов. М., 2002. EDN: WIFKBD.
21. Калманова В.Б. Роль геоэкологического анализа при территориальном планировании городов // Региональные проблемы. 2017. №4. С. 74—78. EDN: ZWBIYT.
22. Майорова Л.П., Жуковская Е.А., Морозова Г.Ю. Методические подходы к экологическому картографированию городской территории (на примере г. Хабаровска) // Интеркарто. Интергис. 2015. №21. С. 612—617. doi: 10.24057/2414-9179-2015-1-21-612-617. EDN: ZIDSKZ.
23. Рыбак В.А. Интегральная оценка экологического состояния урбанизированных территорий // Научный вестник НЛТУ Украины. 2015. №25.5. С. 135—145.
24. Петрищев В.П., Дубровская С.А. Методика комплексной оценки экологического состояния городских территорий // Проблемы прикладной экологии. 2013. №3. С. 234—238. EDN: PKANRI.
25. Язиков Е.Г. Разработка методологии комплексной эколого-геохимической оценки состояния природной среды (на примере объектов юга Западной Сибири) // Вопросы геоэкологии. 2001. №1. С. 325—336.
26. Сазоненко О.П., Мельнов С.Б. Методический подход к оценке экологического риска в связи с химическим загрязнением земель // Вестник Полесского государственного университета. 2019. №2. С. 3—12. EDN: FTKWUN.
27. Кочуров Б.И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. Смоленск, 1999.
28. Кочуров Б.И. Экодиагностика и сбалансированное развитие : учеб. пособие. М. ; Смоленск, 2003. EDN: QKMBRD.



29. Кочуров Б.И. Геоэкологическое картографирование : учеб. пособие / РАН, Ин-т географии, Науч. образоват. центр, Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова, геогр. фак-т. М., 2009. EDN: QKHWNL.
30. Кесорецких И.И., Зотов С.И. Методика оценки уязвимости природных комплексов к антропогенным воздействиям // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2012. Вып. 1. С. 51–57. EDN: OPMUIF.
31. Баринова Г.М. Калининградская область. Климат. Калининград, 2002.
32. Климанова О.А., Колбовский Е.Ю., Илларионова О.А. Экологический каркас крупнейших городов Российской Федерации: современная структура, территориальное планирование и проблемы развития // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2018. Т. 63, вып. 2. С. 127–146. doi: 10.21638/11701/srbu07.2018.201. EDN: XTRKPR.
33. Краснощекова Н.С. Природный каркас в проекте Концепции Московской агломерации: нормативно-методические и правовые аспекты // Academia. Архитектура и строительство. 2014. №4. С. 67–76. EDN: TDNXTR.
34. Георгица И.М. Специфика городского экологического каркаса // Ярославский педагогический вестник. 2011. №2. С. 133–136. EDN: PJBJNH.
35. Никитин А.В., Мингазова Н.М., Юпина Г.А. Проблемы формирования эколого-природного каркаса урбанизированных территорий (на примере г. Казани) // Известия КазГАСУ. 2010. №2 (14). С. 88–96. EDN: NUHKB.
36. Исмагилова С.Х., Лобанова А.В. Ландшафтно-планировочные аспекты градозоологической реконструкции природного комплекса Казани // Известия КазГАСУ. 2013. №1 (23). С. 85–90. EDN: QIPKUP.
37. Лихачева Э.А., Некрасова Л.А. Городская среда: экологические проблемы и управление природно-антропогенной системой (с позиций экологической геоморфологии) // Известия РАН. Сер. географическая. 2020. Т. 84, №4. С. 577–587. doi: 10.31857/S258755662004010X. EDN: YSKJKC.
38. Город – экосистема / Лихачева Э.А., Тимофеев Д.А., Жидков М.П. [и др.]. М., 1997. EDN: TLDQYV.
39. Лихачева Э.А. Экологические хроники Москвы. М., 2007. EDN: VIVYVJ.
40. Сокольская Е.В., Кочуров Б.И. Антропогенная трансформация физико-химических характеристик почвенного покрова в городе Тирасполь // Экология урбанизированных территорий. 2015. №3. С. 37–43. EDN: UNXXKZ.
41. Сокольская Е.В., Ивашкина И.В. Пространственная оценка экологической ситуации г. Тирасполя с использованием ГИС-технологий // Проблемы региональной экологии. 2016. №6. С. 105–112. EDN: XYGTBL.
42. Сокольская Е.В., Кочуров Б.И., Долгов Ю.А., Лобковский В.А. Многофакторная модель как основа для управления качеством окружающей среды урбанизированных территорий // Теоретическая и прикладная экология. 2018. №2. С. 20–34. doi: 10.25750/1995-4301-2018-2-026-034. EDN: XTCINN.

Об авторах

Егор Александрович Архипов — аспирант, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия.

E-mail: egor.arhipov2000@gmail.com

SPIN-код: 4646-6468

Сергей Игоревич Зотов — д-р геогр. наук, проф., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: zotov.prof@gmail.com

SPIN-код: 3905-1307



E. A. Arkhipov, S. I. Zotov

HISTORY OF URBAN GEOECOLOGICAL RESEARCH

Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia

Received 15 January 2025

Accepted 24 March 2025

doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-4

To cite this article: Arkhipov E. A., Zotov S. I., 2025, History of urban geoeological research, *Vestnik of Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences*, №1. P. 68—83. doi: 10.5922/vestniknat-2025-2-4.

83

This article examines the history of geoeological research on cities, tracing developments from the origins of the field to current trends. The following key stages in the evolution of geoeological studies of urban areas are identified: (1) early research, spanning from the 19th century to the early 20th century; (2) the development of geoeology and urban ecology in the mid-20th century; (3) the rise of eco-urbanism and sustainable development during the 1970s—1990s; and (4) contemporary trends of the early 21st century. Particular attention is given to how the historical trajectory of geoeological studies highlights the growing need to develop comprehensive methods for assessing urbanized areas, integrating factors of diverse origins that impact human well-being in the modern city.

Keywords: geoeology, history of research, urbanized area, city, geoeological assessment, interdisciplinary approach, anthropogenic impact

The authors

Egor A. Arkhipov, PhD student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia.

E-mail: egor.arhipov2000@gmail.com

SPIN-код: 4646-6468

Prof. Sergey I. Zotov, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia.

E-mail: zotov.prof@gmail.com

SPIN-код: 3905-1307