

ГЕОЭКОЛОГИЯ СЕГОДНЯ: ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Опекунова М.Г.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург
m.opekunova@spbu.ru

Ключевые слова: геоэкология, экологическое нормирование, экологический мониторинг

GEOECOLOGY TODAY: MAIN TASKS AND DEVELOPMENT PROSPECTS

Opekunova M.G.

Saint Petersburg State University, Saint Petersburg
m.opekunova@spbu.ru

Keywords: geoeology, environmental regulation, environmental monitoring

Становление человеческой цивилизации, сопровождающееся ростом населения Земли, активным использованием природных ресурсов, развитием промышленности и агропроизводства, а также научно-техническая революция и интенсивная урбанизация привели к изменению природной среды и ее жизнеобеспечивающих компонентов – атмосферного воздуха, природных вод и почв. Наряду с этим наблюдается изменение биоразнообразия природных комплексов, снижение численности и исчезновение одних видов и появление других. Разработка принципов рационального использования природных ресурсов на основе общих закономерностей организации жизни является главной задачей геоэкологии в прикладном аспекте.

Геоэкология, с одной стороны, наука относительно молодая, возникновение ее связано с появившемся вниманием человечества к проблемам среды обитания. С другой стороны, своим формированием она обязана развитию всего мирового естествознания и базируется на тех достижениях, которые были созданы научной мыслью на протяжении развития человеческого общества.

Становление геоэкологии тесно связано с научно-технической революцией и последствиями ее воздействия на природную среду. В 1934 г. А.Е. Ферсманом было введено понятие техногенез, который в современном понимании рассматривается как преобразование биосферы, вызываемое совокупностью геохимических процессов, связанных с технической и технологической деятельностью людей по извлечению из окружающей среды, концентрированию и перегруппировке целого ряда химических элементов, их минеральных и органических соединений (ГОСТ 17.5.1.01-78). В. И. Вернадский (1926) отмечал, что «человек становится могучей геологической силой». Деятельность человека превосходит многие природные процессы, приводя к техногенной трансформации биогеохимических циклов. На фоне этих процессов стало развиваться направление рационального природопользования и охраны окружающей среды. В конце 20-го века отметилась общая экологизация всех научных дисциплин, направленная на решение проблем негативного изменения окружающей среды.

В настоящее время «экология», «экологически чистый», «экологичный» широко применяются для оценки качества окружающей человека среды. Это связано с тем, что в русском языке терминам «экология» и «окружающая среда», соответствует одно прилагательное «экологический» в отличие от других иностранных языков, где эти понятия разделены. Так, например, в английском языке: *ecology* – *ecological* относится к изучению взаимосвязи живых организмов со средой обитания, а *environment* – *environmental* – указывает на природоохранную деятельность, направленную на сохранения свойств и функций окружающей человека среды. В немецком языке, соответственно, *die Ökologie* – *ökologisch*, *die Umwelt* – *umwelt-* (*umweltfreundlich* благоприятный для окружающей среды) и т.д. Мы же, говоря экологический, с одной стороны, размываем различия между этими двумя понятиями и вно-

сим некоторую терминологическую путаницу, но, с другой стороны, объединяя их, мы таким образом подчеркиваем, что природоохранная деятельность должна основываться на научно-обоснованных мероприятиях с учетом законов экологии и естествознания в целом.

Однако экология – это наука, направленная на изучение взаимодействия живых организмов с окружающей средой. Наука, изучающая все сложные взаимосвязи в природе. Современная трактовка понятия *экология* намного шире, чем в первые десятилетия ее развития и определения экологии как науки, данного Э. Геккелем. В настоящее время **экология** представляет собой разветвленную систему. В ней условно выделяют крупные **направления**:

- Биоэкология (общая экология) – наука о взаимодействии живых организмов со средой обитания.
- Геоэкология – наука об окружающей среде (наука, изучающая процессы и явления в окружающей среде)
- Геологическая экология – наука, изучающая роль геологических процессов в функционировании экосистем с учетом деятельности человека.
- Социальная экология – междисциплинарная наука, изучающая взаимоотношения между человеком, обществом и окружающей средой, а также закономерности взаимодействия в системе «человек-общество-природа»
- Химическая экология – наука, изучающая воздействие химических веществ на окружающую среду и живые организмы, а также разрабатывающая методы снижения негативного влияния и защиты окружающие среды от химического загрязнения.
- Радиоэкология – наука, изучающая воздействие ионизирующих излучений на организмы и их сообщества, а также накопление и миграцию радиоактивных веществ в окружающей среде и т.д.

Термин геоэкология ввел немецкий географ Карл Тролль в 1939 г., понимая под ней географическую, то есть **ландшафтную экологию** — отрасль науки, раздел экологии и географии, который изучает пространственное разнообразие и элементы ландшафта (например, поля, живые изгороди, группы деревьев, реки или города) и то, как их расположение воздействует на распределение и поток энергии, и индивидуумов в окружающей среде (который, в свою очередь, может непосредственно повлиять на распределение элементов). К. Тролль обращал внимание на то, что в связи с новым для географии экологическим подходом появляются две важные задачи: 1) региональная дифференциация земной поверхности с изучением территориального (пространственного) взаимодействия природных явлений - «горизонтальный» подход; 2) функциональные взаимоотношения с «вертикальной» точки зрения; взаимодействие явлений в данном экотопе, изучаемом как экологическая система (Тролль, 1972).

Согласно определению, данному в Большой российской энциклопедии, **ландшафтная экология** – отрасль науки, раздел экологии и географии, который изучает взаимное влияние пространственной природной структуры территории и протекающих на ней экологических процессов, а также природные и антропогенные факторы и последствия ландшафтной неоднородности. Оно отличается от дефиниции и задач современной геоэкологии.

Определение геоэкологии менялось по мере ее развития и становления как науки. Изначально геоэкология была направлена на исследования состава, строения, свойств, процессов, физических и геохимических полей геосфер Земли как среды обитания человека и других организмов. Большое внимание уделялось **общепланетарным изменениям**, таким как трансформация ландшафтов Земли, изменения глобальных биогеохимических циклов, особенностям и режиму геосфер, и изменению биологического разнообразия. В книге «Основы геоэкологии» под редакцией Г.Н. Белозерского, В.С. Вуглинского, С.Б.Лаврова и др. (1990) геоэкология рассматривается как наука о взаимодействии человека и природы, изучающая геосферы (атмосферу, гидросферу, литосферу, педосферу) как среду обитания живых организмов. Представлены экологические проблемы геосфер и их обусловленность природными и антропогенными факторами.

В Большой российской энциклопедии дается следующее определение: **Геоэкология** (от *geo...*, греч. *οικος* – жилище, дом и *...λογία*), междисциплинарное научное направление, изучающее пространственно-временные закономерности взаимодействия природы и общества, объединяющее теоретические и прикладные исследования в области наук о Земле (географии, геологии, физики атмосферы, физики Земли, геохимии и др.) и живой природе (биология) на основе эколого-географического (геоэкологического) подхода. Геоэкология формирует научные основы рационального природопользования и охраны природы, не являясь их синонимом. В многочисленных учебниках и литературе по геоэкологии можно встретить различные формулировки (Дмитриев, Фрумин, 2004; Прозоров, Экзарьян, 2000; Телеш, 2015; Тимашев, 2007; Фрумин, 2011, 2017 и др.). Среди них, **Геоэкология** – междисциплинарное научное направление, объединяющее исследования состава, строения, свойств, процессов, физических и геохимических полей геосфер Земли как среды обитания человека и других организмов (Голубев, 2013). **Геоэкология** (географическая экология) – наука, изучающая экологически значимые изменения в природной среде, происходящие под влиянием человека (Мовчан, 2015) и т.д. Все они не лишены ряда неточностей и ограничивают сферу деятельности и задачи, решаемые в научных и практических аспектах. В связи с этим наиболее точным представляется определение **Геоэкологии** как, *науки об окружающей среде*. То есть науки, изучающей процессы и явления в окружающей среде, поскольку окружающая среда не ограничивается геосферами Земли, а выходит за их пределы в околоземное космическое пространство, обеспечивая в совокупности благоприятные условия для существования жизни на Земле.

Исходя из этого, объектом исследования геоэкологии является окружающая среда и ее компоненты. В 2002 г в нашей стране был принят Федеральный Закон **Об охране окружающей среды (7-ФЗ)**, согласно которому «Окружающая среда – это совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов». **Природная среда (природа)** представляет собой совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов. Природные объекты (7-ФЗ) – это естественная экологическая система, природный ландшафт и составляющие их элементы, сохранившие свои природные свойства. Природно-антропогенный объект (7-ФЗ) представляет собой природный объект, измененный в результате хозяйственной и иной деятельности, и (или) объект, созданный человеком, обладающий свойствами природного объекта и имеющий рекреационное и защитное значение. Антропогенный объект (7-ФЗ) – это объект, созданный человеком для обеспечения его социальных потребностей и не обладающий свойствами природных объектов.

К числу объектов геоэкологических исследований относятся природно-технические системы (ПТС – как синонимы природно-технической системы в литературе используются природно-техногенная система, природно-техническая геосистема, геотехническая система – целостная, упорядоченная в пространственно-временном отношении совокупность взаимодействующих компонентов, включающая орудия, продукты и средства труда, естественные и искусственно измененные природные тела, а также естественные и искусственные поля). В настоящее время ПТС являются одним из основных источников трансформации природной среды.

Наряду с ПТС выделяют геотехнические системы – совокупность природных объектов и технических сооружений (комплексов), находящихся в тесной взаимной зависимости (например, искусственное водохранилище со шлюзами и другими техническими сооружениями, ирригационная система, горнодобывающий комплекс).

Согласно 7-ФЗ компоненты природной среды включают землю, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный, животный мир и иные организмы, а также озоновый слой атмосферы и *околоземное космическое пространство*, обеспечивающие в совокупности благоприятные условия для существования жизни на Земле. Эти компоненты отличаются от привычных для географов и используемых в физической географии компонентов ландшафта, образующих географическую (ландшафтную)

оболочку. Компонентами ландшафта являются «представители» отдельных частных геосфер:

- Литосферы - горные породы и рельеф
- Атмосферы - атмосферный воздух и климат
- Гидросферы - природные воды: как поверхностные, так и подземные
- Педосферы - почвы
- Биосферы - живые организмы: растительность, животный мир и другие.

В географии основной таксономической единицей служит ландшафт – природный комплекс, представляющий собой однородный участок земной поверхности, далее неделимый по зональным и а зональным признакам. Ландшафт по Л.С. Бергу, С.В. Калеснику, А.Г. Исаченко – основная категория территориального деления географической оболочки, одно из фундаментальных понятий географии и объект изучения в ландшафтоведении. Это – конкретная территория, однородная по своему происхождению и истории развития, обладающая единым геологическим фундаментом, однотипным рельефом, общим климатом, единообразным сочетанием гидротермических условий, почв, биocenозов и закономерным набором морфологических частей — фаций и урочищ.

В широком смысле стратегической задачей геоэкологии является изучение изменения жизнеобеспечивающих ресурсов геосферных оболочек под влиянием антропогенных факторов, а также охрана, рациональное использование и контроль с целью сохранения для нынешних и будущих поколений людей продуктивной природной среды.

В настоящее время геоэкология развивается как **междисциплинарное научное направление** на стыке географических, геолого-минералогических, технических и химических наук. В связи с этим расширяются задачи современной науки и от решения чисто географических и ландшафтно-экологических проблем геоэкология переходит к решению общих вопросов естествознания, связанных с разработкой научных основ рационального природопользования и охраны окружающей среды. Здесь можно выделить четыре основных направления (рис. 1) развития современной геоэкологии – естественно-научное, управление охраной окружающей среды (экологический менеджмент), техническое и социально-экономическое направления.

Естественно-научное направление включает изучение природной среды и ее изменение под влиянием урбанизации, хозяйственной и производственной деятельности человека: химическое и радиоактивное загрязнение атмосферного воздуха, почв, пород, поверхностных и подземных вод, возникновение и развитие опасных техноприродных процессов, наведенные физические поля, деградация криолитозоны, сокращение ресурсов подземных вод и др.

Геоэкология			
Естественно-научное направление (изучение изменений в окружающей среде под влиянием антропогенеза)	Экологический менеджмент (управление охраной окружающей среды)	Техническое направление (создание и внедрение технологий и технических средств охраны окружающей среды)	Социально-экологическое направление (создание благоприятных условий существования человека)
1. Исследование и оценка геосферных оболочек (литосфера, атмосфера, гидросфера, педосфера, биосфера) 2. Исследование и оценка биохимических циклов (вода, углерод, кислород, азот, фосфор и др. 3. Исследование и оценка ландшафтной оболочки: природно-территориальные комплексы и их сочетания 4. Геодинамика и ее влияние на состав, состояние и эволюцию природной среды 5. Прогноз современных изменений природной среды 6. Современные методы геоэкологического картографирования, информационные системы в геоэкологии	1. Научное обоснование экологического нормирования и проектирования 2. Геоэкологический мониторинг и обеспечение экологической безопасности, средства контроля 3. Стратегия выживания человечества и разработка научных основ регулирования качества состояния окружающей среды 4. Управление ландшафтами 5. Разработка научных основ рационального использования и охраны природных и энергетических ресурсов Земли. Научное сопровождение организации ООПТ. 6. Санация и рекультивация земель, ресурсосбережение 7. Геоэкологическое обоснование безопасного размещения, хранения и захоронения опасных отходов 8. Управление экологическими рисками 9. Моделирование геоэкологических процессов 10. Разработка научных основ государственной экологической экспертизы и контроля	1. Геоэкологические аспекты функционирования природно-технических систем. Оптимизация взаимодействия (коэволюция) природной и техногенной подсистем 2. Управление природно-техногенными ландшафтами (в т.ч. урбандиафтами) 3. Геоинженерная защита территорий, зданий и сооружений 4. Обоснование безопасного размещения, хранения и захоронения токсичных, радиоактивных и других отходов 5. Технологии и средства оценки состояния, защиты, восстановления и управления природно-техногенными системами 6. Обоснование геоэкологической устойчивости конструкций, зданий и сооружений, технологии строительства и режимов эксплуатации объектов и систем 7. Технические средства, технологии и сооружения для локализации и ликвидации негативных природных и техногенных воздействий на окружающую среду 8. Технические средства контроля и мониторинга состояния окружающей среды 9. Теория и методы оценки технологий, конструкций и сооружений и их влияние на состояние биотопов 10. Методы и технические средства оперативного обнаружения, анализа причин и прогноз последствий чрезвычайных ситуаций, их предотвращения и ликвидация строительными методами.	1. Геоэкологические аспекты устойчивого развития регионов 2. Социальная экология 3. Геоурбанистика 4. Разработка научно-методических основ и принципов геоэкологического образования

Рис. 1. Направления развития современной геоэкологии

В число задач современной геоэкологии входит изучение **глобальных геосферных жизнеобеспечивающих циклов**, в том числе исследование роли геосферных оболочек Земли в глобальных циклах переноса углерода, азота, воды и др. Речь идет, прежде всего, об изучении процессов, происходящих в атмосферном воздухе, природных водах и почвах, в ходе которых происходит перенос важнейших для биосферы элементов и веществ между различными геохимическими резервуарами.

К важным задачам геоэкологии относится **исследование и оценка ландшафтной оболочки**: природно-территориальных комплексов различной размерности и их компонентов. В их число входит оценка влияния геосферных оболочек на изменение климата и экологическое состояние, газовый состав воздуха, геофизические и геохимические поля, геоактивные зоны Земли.

В условиях гетерогенности природной среды глобальные климатические изменения имеют региональные проявления и могут по-разному влиять на состояние окружающей среды. Важной задачей является определение глобальной геодинамики и ее влияние на состав, состояние и эволюцию биосферы.

Прогностический характер имеет изучение **экологических кризисов** в истории Земли, а также исторические реконструкции и прогноз современных изменений природы и климата. Важным представляется определение роли природных и антропогенных факторов в глобальных изменениях геосфер Земли, а также проработка различных сценариев возможного воздействия трансформации геосфер на состояние биосферы. В задачи геоэкологии

входит выявление глобальных и региональных экологических кризисов – особого типа экологической ситуации, когда среда обитания одного из видов или популяции изменяется так, что ставит под сомнение его дальнейшее существование. Примерами глобального экологического кризиса могут служить парниковый эффект, выпадение кислотных дождей, загрязнение супертоксиантами, например, хлорорганическими соединениями, отмечающееся в отдаленных от цивилизации регионах, в том числе, в Арктике и Антарктике.

Традиционным остается геоэкологическая оценка территорий, включающая применение современных методов и методики геоэкологического картографирования, геоинформационных систем и технологий, создания и ведения баз данных.

Второе направление геоэкологии - **Экологический менеджмент (управление охраной окружающей среды)** - комплексная система управления, задачей которого является снижение негативного воздействия деятельности организации на окружающую среду, обеспечение рационального использования ресурсов и соблюдение природоохранного законодательства. К этому направлению относится экологическое нормирование. Под **нормированием** в области природопользования и охраны окружающей среды понимается разработка, апробация и установление уполномоченными государственными органами экологических нормативов в соответствии с требованиями законодательства.

Одним из важных этапов управления охраной окружающей среды является **Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС, EIA, (англ. environmental impact assessment – термин Международной ассоциации по оценке воздействия на окружающую среду (IAIA, International Association for Impact Assessment))**. Проведение ОВОС в РФ предусмотрено Статьей 32. Проведение оценки воздействия на окружающую среду (7 ФЗ). ОВОС предназначена для выявления характера, интенсивности и степени опасности влияния планируемой хозяйственной деятельности, которая может оказать прямое или косвенное воздействие на окружающую среду. Процедура проведения ОВОС предусматривает:

- определение характеристик состояния окружающей среды в районе расположения объекта;
- анализ видов, основных источников и интенсивности существующего техногенного воздействия в рассматриваемом районе;
- выявление характера, объема и интенсивности предполагаемого воздействия проектируемого объекта на компоненты окружающей среды в процессе строительства и эксплуатации;
- описание целей реализации намечаемой деятельности, возможных альтернатив;
- применение ОВОС в качестве инструмента формирования решений на самых ранних этапах проектирования и доступность на этих же этапах информации по проектным решениям для общественности;
- рассмотрение во взаимосвязи технологических, технических, социальных, природоохранных и экономических показателей проектных предложений;
- альтернативность проектных решений, формирование новых вариантов;
- ответственность заказчика (инициатора) деятельности за последствия реализации проектных решений.

При этом осуществляется разработка программы ОВОС, предусмотрено определение ресурсного потенциала территорий и фонового состояния окружающей среды, оценка альтернативных вариантов строительства или хозяйственной деятельности; оценка величины и продолжительности потенциального воздействия проекта на окружающую среду; мониторинг воздействия реализации проекта на окружающую среду; разработка мер и мероприятий по снижению уровня воздействия на окружающую среду, а также общественные слушания и экологическая экспертиза.

Экологическая экспертиза – это исследование и оценка документации, обосновывающей хозяйственную деятельность или планируемые объекты, на предмет соответствия

экологическим требованиям и нормам. Цель проведения такой экспертизы – выявить потенциальные риски негативного воздействия на окружающую среду, обеспечить безопасность, предотвратить загрязнение и способствовать устойчивому развитию, а также подтвердить экологическую безопасность проекта. Отношения в области экологической экспертизы для предотвращения негативного воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду регулирует № 174-ФЗ. Он устанавливает правовые основы для проведения государственной и общественной экологической экспертизы.

К экологическому менеджменту относятся также государственный **экологический мониторинг и государственный контроль и надзор, производственный экологический контроль и мониторинг**. Законодательное определение **экологического контроля** дано в ст. 1 Федерального закона «Об охране окружающей среды»: «контроль в области охраны окружающей среды (экологический контроль) – система мер, направленная на предотвращение, выявление и пресечение нарушения законодательства в области охраны окружающей среды, обеспечение соблюдения субъектами хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды». Экологическому контролю посвящена глава XI Федерального закона «Об охране окружающей среды» (7-ФЗ).

Все стратегии и программы мониторинга предназначены для установления текущего состояния окружающей среды или определения тенденций изменения параметров окружающей среды. Государственный экологический мониторинг входит в систему контроля и представляет собой комплексные **наблюдения, оценку и прогноз** состояния и изменения окружающей среды. Он осуществляется Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) — федеральным органом исполнительной власти, находящимся в ведении Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Единая система государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды) подробно рассмотрена в главе X и включает 16 подсистем (7-ФЗ).

Большое внимание в последнее время привлекают междисциплинарные аспекты **стратегии выживания человечества** и разработка научных основ регулирования качества состояния окружающей среды. Так, например, Стратегия выживания человечества – это стратегия выхода из глобального геоэкологического кризиса. К числу основных компонентов стратегии относят: рост производства при уменьшении использования ресурсов и энергии на единицу продукции посредством повышения эффективности производства, сохранение возобновляемых ресурсов, технологические нововведения, утилизацию отходов, а также ряд социальных и демографических ограничений (Данилов-Данильян, Лосев, 2000).

Принципиально важным в развитии геоэкологии стал переход от антропоцентрического к экосистемному подходу. Вопрос об **управлении ландшафтами** связан с использованием различных приемов и способов для поддержания или направленного изменения почв, растительности, животного мира и других ресурсов ландшафта для достижения желаемых целей. Оно должно проводиться как на локальном, так и на региональном уровнях, что обеспечивает рациональное использование природных ресурсов и переход к реализации **устойчивого развития регионов**.

Одним из элементов управления ландшафтами является **регулирование ландшафта** – мероприятия по поддержанию функционирования ландшафта в заданном человеком или природном режимах. В частности, это может быть регулирование ресурсов диких животных, включающее совокупность приемов и способов поддержания или изменения численности диких животных путем направленного изменения местообитаний или состава популяций.

Одной из ключевых задач геоэкологии является изучение и сохранение биотопа, как базовой единицы обеспечения биоразнообразия на нашей планете. Оно включает как **организацию особо охраняемых природных территорий (ООПТ)**, таких как заповедники, за-

казники, национальные парки, так и экологический мониторинг природных объектов, находящихся под антропогенным воздействием.

Первый закон об охране окружающей среды и защите дикой природы был принят на Шри-Ланке в III веке до н. э. И тогда же царём Деванампийатисса был основан первый в мире природный заповедник. По данным ЮНЕСКО на 2023 год, во Всемирной сети биосферных заповедников насчитывается 748 объектов в 134 странах мира. В России существует разветвленная сеть ООПТ, которые играют ключевую роль в сохранении биоразнообразия и природных ландшафтов страны. На 2025 г. в Российской Федерации действует 107 заповедников, 72 национальных парка, 64 заказника федерального значения (<https://www.mnr.gov.ru/activity/oopt/>).

Решение прикладных задач геоэкологии невозможно без разработки научных основ рационального использования и охраны водных, воздушных, земельных, рекреационных, минеральных и энергетических ресурсов Земли, санации и рекультивации земель, ресурсосбережения и утилизации отходов. Это должно быть закреплено как в международном праве, так и в государственных законодательствах. В настоящее время серьезное внимание уделяется санации и рекультивации земель. **Рекультивация земель** (ГОСТ 17.5.1.01-83) – комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды в соответствии с интересами общества. Под **санацией** понимается очистка почв от вредных загрязняющих веществ и посторонних предметов на ее поверхности.

В связи с этим должна быть решена задача по геоэкологическому обоснованию **безопасного размещения, хранения и захоронения токсичных, радиоактивных и других отходов**. Разработаны научные рекомендации по минимизации риска их возможного воздействия на природную среду.

Еще одной задачей экологического менеджмента является **управление экологическими рисками**, превентивные мероприятия по снижению последствий катастрофических процессов. Экологический риск — вероятность возникновения отрицательных изменений в окружающей среде или отдалённых неблагоприятных последствий этих изменений, возникающих вследствие антропогенного воздействия.

В это направление входит и **моделирование** (натурное, математическое, логическое) процессов, возникающих под влиянием антропогенного воздействия. На их основе решаются следующие задачи: изучение основных свойств объекта или явления: компактное описание наблюдений; анализ наблюдений; прогнозирование поведения объекта оригинала в реальных условиях; создание эффективных систем управления объектом или процессом; обобщение знаний об объекте с целью их популяризации.

Неотъемлемой частью развития современной геоэкологии является **Техническое направление**. Первоочередной задачей представляется создание и внедрение технологий и технических средств охраны окружающей среды. Современная наука требует разработки теории, методов, технологии и технических (в том числе строительных) средств оценки состояния, защиты, восстановления и управления природно-техническими системами, включая агросистемы.

Важным является создание специальных экологически и технически безопасных конструкций, сооружений, технологий строительства и режима эксплуатации объектов и систем в области природопользования и охраны окружающей среды. В том числе и экологически безопасное градостроительство. Кроме того, неотъемлемой частью работ в этом направлении является совершенствование и модернизация технических методов и средств безопасной утилизации, хранения и захоронения промышленных, токсичных и радиоактивных отходов.

Для решения всех задач, связанных с оценкой взаимодействия природной среды и природно-технических систем, необходимы разработка и постоянное совершенствование технологии и средств оценки состояния, защиты, восстановления и управления ПТС, в том

числе, автоматизированных систем оценки состояния и управления ПТС, а также автоматизированных систем контроля за выбросами и сбросами на предприятиях. Перспективным является использование аэрофото- и космосьемки, спутниковой навигации, спутникового мониторинга и др.

Одной из задач этого направления является техническое обеспечение оперативного обнаружения, анализа причин и прогноза последствий чрезвычайных ситуаций, угрожающих экологической безопасности. Речь идет не просто о фиксации состояния физико-химических характеристик окружающей среды, а об определении экологически значимых изменений в состоянии компонентов ландшафта – атмосферного воздуха, природных вод, почв, растительности и животных.

Создание благоприятных условий существования человека связано с развитием **Социально-экологического направления**. Концепция устойчивого развития, принятая на конференции в Рио-де-Жанейро в 1992 г. основывается на разумном сочетании экологических, экономических и социальных принципов, поэтому одной из задач современной геоэкологии является определение геоэкологических аспектов устойчивого развития регионов.

К этому направлению относится **социальная экология**, научная дисциплина, рассматривающая взаимоотношения социальных групп в сфере природопользования. Основной задачей социальной экологии является изучение механизмов воздействия человека на окружающую среду и тех преобразований в ней, которые выступают результатом человеческой деятельности.

Еще один важнейший социально-экономический процесс, входящий в это направление – **урбанизация**. Это прогресс роста доли городского населения, увеличения числа городов, их укрупнения и усиления их роли, широкого распространения городского образа жизни. По данным ООН урбанизированные территории занимают чуть более 1% территории суши, но на них сосредоточена половина населения мира. В настоящее время около 50% населения мира живет в городах. Число городов-миллионеров превысило 300.

Современный процесс урбанизации, начавшийся во второй половине XX в., характеризуется тремя чертами:

- быстрые темпы роста городского населения, особенно в развивающихся странах;
- расползание городов, формирование городских агломераций и мегаполисов, представляющих собой скопление агломераций и городов, слившихся друг с другом;
- концентрация населения и хозяйства в основном в больших городах и их наиболее быстрый рост.

Сюда же входит разработка научно-методических основ и принципов экологического образования, основополагающие моменты которого должны закладываться с детства. Формирование экологического мышления должно осуществляться на системной основе на всех ступенях обучения: дошкольного, в начальной, средней и высшей школе.

В связи с всеобщей экологизацией наук в конце XX века со всей очевидностью проявилась проблема дефицита высококвалифицированных кадров в области охраны окружающей среды (Морачевский, Лавров, 1988). Географический факультет СПбГУ первым в России стал готовить специалистов с высшим географо-экологическим образованием. В 1987 году географический факультет был переименован в факультет **географии и геоэкологии**. В дополнение к этому в 1990 году была создана первая в нашей стране кафедра геоэкологии, приступившая к подготовке специалистов-геоэкологов, на которой уже в течение 35 лет успешно развиваются рассмотренные направления и решаются сформулированные задачи.

Литература

1. Вернадский В. И. (1926 г.) Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука. 1987. 348 с.
2. Голубев Г.Н. Основы геоэкологии: учебник. 2-е изд., стер. М.: Кнорус, 2013. 352 с. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Экологический вызов и устойчивое развитие. М.:

Прогресс-Традиция, 2000. 416 с.

Дмитриев В.В., Фрумин Г.Т. Экологическое нормирование и устойчивость природных систем. Учебное пособие. СПб.: Наука, 2004. 294 с.

3. Мовчан В. Н. Геоэкология в Санкт-Петербургском государственном университете и направления ее развития // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7. Геоэкология. География. 2015. № 1. С. 21-29.

4. Морачевский В.Г., Лавров С.Б. Экологический императив и высшее образование. Изв. ВГО, № 4, 1988. С. 398-403.

5. Основы геоэкологии / Белозерский Г.Н., Вуглинский В.С., Лавров С.Б., Ласточкин А.Н., Морачевский В.Г., Петров К.М., Селиверстов Ю.П., Сергеев Ю.Н., Смирнов Л.Е., Фукс В.Р. 1994. Изд-во СПбГУ. 352 с.

6. Прозоров Л.Л., Экзарьян В.Н. Введение в геоэкологию. М.: Пробел, 2000. 207 с.

Телеш И.А. Современные проблемы геоэкологии: пособие. Минск: БГПУ, 2015. 103 с.

Тимашев И.Е. Геоэкология как эколого-ландшафтная наука // Вестник Воронежского государственного университета. Серия География, геоэкология. 2007. №3. С. 114-120.

7. Тролля К. Ландшафтная экология (геоэкология) и биогеоценология. Терминологические исследования // Изв. АН СССР. Сер.: География. 1972. № 3. С. 114-120.

8. Фрумин Г.Т. Экология и геоэкология: мифы и реальность. СПб.: РГТМУ, 2011. 236 с.

9. Фрумин Г. Т. Геоэкология как новое междисциплинарное направление на стыке географии и экологии // Наука - школе: Сборник научных публикаций. Том Выпуск VI. Санкт-Петербург: ООО "Арт-Экспресс", 2017. С. 47-70.

10. Troll C. Luftbildplan und ökologische Bodenforschung. Berlin, 1939. S. 241-299.

11. Сайт Сопровождение особо охраняемых природных территорий. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации

12. https://iacgov.ru/#:~:text=Всего%20в%20России%20249*%20федеральных,12%25%20от%20общей%20площади%20страны. Обращение 26.08. 2025