

1. Объект и предмет изучения геоэкологии. Место геоэкологии в системе географических наук

Геоэкология - наука о закономерностях развития географической среды и слагающих ее природных и природно-антропогенных геосистем, разработке принципов рационального природопользования, устойчивого развития общества и оптимизации его взаимодействия с окружающей средой. Геоэкология - новое междисциплинарное направление, формирующееся на стыке географии и экологии. Объект изучения геоэкологии - географическая среда как часть географической оболочки.

Предмет геоэкологии - изучение природных и природно-антропогенных геосистем различного иерархического уровня на основе гуманитарно-экологического подхода. Гуманитарно-экологический подход - это совокупность действий, выражающихся в уважении достоинства и прав человека, его ценности как личности.

Основная цель геоэкологии - сведение к минимуму негативных последствий разнообразной эксплуатации природы человеческим обществом.

Главные задачи геоэкологии:

- Ш изучение природных и природно-техногенных геосистем различного иерархического уровня с целью оптимизации их функционирования, динамики и эволюции;
- Ш исследование источников антропогенного воздействия на природную среду, их интенсивности и пространственно-временного распределения;
- Ш изучение проблем организации и проведения мониторинга окружающей среды;
- Ш оценка, моделирование и прогноз последствий антропогенных воздействий на глобальном, региональном и локальном уровнях;
- Ш геоэкологическое исследование устойчивости природной среды, которая подвергается антропогенному воздействию;
- Ш разработка рекомендаций по сохранению целостности географической среды путем оптимизации хозяйственной деятельности человеческого общества и регламентации ресурсопотребления и др.

2. Фундаментальное и прикладное значение геоэкологических исследований

Ш По области использования результатов научные исследования делятся на:

- фундаментальные,
- прикладные.

Ш Фундаментальные исследования подразделяются на:

- собственно фундаментальные, цель которых - открытие основополагающих новых законов природы,
- целенаправленные фундаментальные, ориентированные на конкретные изыскания

и разработки новых способов и средств познания процессов или явлений.

Прикладные научные исследования направлены на непосредственное создание новых:

- технических средств,
- технологий,
- предметов потребления.

Ш Они имеют конкретное практическое применение в различных отраслях науки и техники.

Прикладные исследования базируются на результатах фундаментальных исследований, т. е. на уже известных законах.

### 3. Значение геосистемной парадигмы в геоэкологии

Ш ПАРАДИГМА (пример, образец) - ход мысли от частного к общему вероятному, а затем от него к новому частному.

ь Парадигма является основанием выбора проблем, а также моделью, образцом для решения исследовательских задач. Понятие «парадигма» введено американским ученым-научковедом Куном.

Ш Учение о системах является одним из выражений о всеобщей взаимосвязи и взаимодействии предметов и явлений природы.

Возникновение и становление системного подхода в современном естествознании связано с объективной потребностью в упорядочении и осмыслении множества новых фактических данных о природных объектах, изучении их внутренних и внешних связей с целью синтеза естественнонаучных представлений об окружающей среде, о конструировании целостной картины живой природы и прогнозирования ее развития.

Ш В 1963 г. В. Б. Сочава предложил называть объекты, изучаемые физической географией, геосистемами. геосистема - это особый класс управляющих систем, земное пространство всех размерностей, где отдельные компоненты природы находятся в системной связи друг с другом и как определенная целостность взаимодействуют с космической сферой и человеческим обществом.

В настоящее время понятие «геосистема» применяют для обозначения любых территориальных комплексов, сформировавшихся на поверхности Земли, - природных, социальных, природно-социальных, эколого-социально-экономических и т.д.

Ш В слове «геосистема» первая часть указывает на территориальность как важное свойство системы.

Ш Геосистемы выявляются на определенной территории.

Ш Все понятия, характеризующие геосистемы, разделяются на две группы.

ь К первой группе относятся понятия, характеризующие их внутреннее строение: «элемент», «компонент», «связь», «отношение», «среда», «целостность», «структура», «организация» и др.

ь Ко второй - относящиеся к функционированию: «функция», «устойчивость», «равновесие», «регулирование», «обра

тная связь», «управление» и др.

Ш Кроме того, геосистемы характеризуются с точки зрения формирующих их процессов: «генезис», «эволюция», «становление» и др.

#### 4. Геоэкологические аспекты природопользования

Ш Под природопользованием понимается - совокупность всех форм эксплуатации природно-ресурсного потенциала и мер по его сохранению.

Ш Природопользование включает:

ь извлечение и переработку природных ресурсов, их возобновление или воспроизводство;

ь использование и охрану природных условий среды жизни;

ь сохранение (поддержание), воспроизводство (восстановление) и рациональное изменение экологического баланса (равновесия, квазистационарного состояния) природных систем, что служит основой сохранения природно-ресурсного потенциала развития общества.

ь По масштабам воздействия на ОС природопользование подразделяется на глобальное, национальное, региональное и локальное. Развитие взаимодействия общественных производительных сил и природы объективно приводит к необходимости регулирования этих взаимоотношений, а именно к управлению, в первую очередь, общественными силами на основе целенаправленного труда.

Ш Природопользование бывает:

ь нерациональным когда система деятельности человека, не обеспечивает сохранения природно-ресурсного потенциала;

рациональным, когда система деятельности, обеспечивает экономную эксплуатацию природных ресурсов и условий и наиболее эффективный режим их воспроизводства с учетом перспективных интересов развивающегося хозяйства и сохранения здоровья людей.

Геоэкологические принципы рационального использования природных ресурсов:

Ш соответствие характера и способов использования конкретным местным условиям;

Ш предвидение и предотвращение негативных последствий природопользования;

Ш повышение интенсивности освоения;

Ш сохранение научных и эстетических ценностей;

Ш комплексное использование;

Природопользование и использование природных ресурсов человеком имеет ряд закономерностей.

Ш Закон ограниченности (исчерпаемости) природных ресурсов: все природные ресурсы (и естественные условия) Земли конечны. Эта конечность возникает либо в силу прямой исчерпаемости, либо в результате возмущения среды обитания, делающейся непригодной для сложившегося хозяйства и жизни человека.

Ш Правило интегрального ресурса: конкурирующие в сфере использования конкретных природных систем отрасли хозяйства неминуемо наносят ущерб друг другу тем сильнее, чем значительнее они изменяют совместно эксплуатируемый

экологический компонент или всю экосистему (во всей их иерархии) в целом. Закон падения природно-ресурсного потенциал: в рамках одной общественно-экономической формации, способа производства и одного типа технологий природные ресурсы делаются все менее доступными и требуют увеличения затрат труда и энергии на их извлечение, транспортировку, а также воспроизводство.

Ш Правило (неизбежных) цепных реакций «жесткого» управления природой: «жесткое», как правило, техническое управление природными процессами чревато цепными природными реакциями, значительная часть которых оказывается экологически, социально и экономически неприемлемыми в длительном интервале времени.

Щ Правило «мягкого» управления природой: «мягкое» (опосредованное, направляющее, восстанавливающее экологический баланс) управление природными процессами, как правило, способно вызвать желательные природные цепные реакции и поэтому социально-экономически предпочтительнее «жесткого», техногенного. В отличие от «жесткого» управления «мягкое» управление, основанное на восстановлении бывшей естественной продуктивности экосистем или ее повышении путем целенаправленной и основанной на использовании объективных законов природы серии мероприятий, позволяет направлять природные ценные реакции в благоприятную для хозяйства и жизни людей сторону.

#### 5. Основные методы геоэкологических исследований

Научное исследование включает два уровня: эмпирический и теоретический. Эмпирическое знание охватывает этапы получения информации, ее обработки и простейших обобщений. Оно формируется при непосредственном контакте исследователя с объектом исследования в ходе наблюдений и экспериментов. Исходным этапом эмпирического уровня является сбор информации в результате целенаправленной познавательной деятельности.

Эмпирические методы:

- методы непосредственных наблюдений, когда наблюдатель, исследователь находятся в прямом контакте с объектом наблюдения, исследования;
- методы опосредованные, при которых контакт с объектом наблюдения осуществляют специальные устройства - датчики, преобразующие температуру, давление, состав и свойства вещества и иные контролируемые величины в сигналы, удобные для передачи и регистрации;
- методы дистанционные (бесконтактные), с помощью которых информация о состоянии объекта наблюдения регистрируется на расстоянии от него.
- Экспериментальные методы:
  - натурные эксперименты, связанные с организацией направленных воздействий на природные или природно-антропогенные геосистемы и изучением их реакций;
  - модельные эксперименты, которые осуществляют на аналогах определенных природных или природно-антропогенных геосистем в лаборатории или на компьютере.

Обобщение эмпирических фактов вплоть до формирования законов и теорий совершается с помощью теоретических методов: научного абстрагирования, анализа,

синтеза, правил абстрактной логики, теории подобия и аналогии, а также различных общенаучных и конкретно-научных принципов и методов.

(подробно) Научное абстрагирование. Объект, предмет, процессы и явления, изучаемые геоэкологией, настолько велики и сложны, что непосредственное исследование их часто невозможно. Выход из положения заключается в замене реальных объектов моделями или идеальными объектами. Идеальные объекты представляют собой отражение, подобие реальности. Метод аналогии - геоэкологическому объекту или процессу подбирают аналог в другой системе, которая достаточно изучена, и знания о нем переносят на изучаемый геоэкологический объект. Информационный анализ. Отличия такого подхода от метода аналогии заключаются в том, что аналогия предполагает некоторую идентичность сравниваемых объектов, тогда как в данном случае речь идет о получении любой информации. Информация, передаваемая в геосистемах, овеществляется в их структуре, т. е. характере распределения элементов, вещества, в пространственно-временной неоднородности геосистем. Структурный анализ - изучение взаимодействия составных частей геосистем в целом. поиск факторов и причин тех или иных особенностей геосистем ведется не за их пределами, а связывается со структурой взаимодействия составных частей объекта. Такой тип анализа можно также назвать кибернетическим, поскольку его основные элементы и аппарат заимствованы из кибернетики. Позиционный анализ. В его основе находится определение положения или позиции геоэкологического объекта относительно потоков вещества и энергии, энергетических полей, природных или антропогенных тел. Принцип всеобщей связи явлений. Он ориентирует исследователя на поиски причин явлений, а знание причин позволяет более успешно осуществлять прогноз и регулировать функционирование геосистем. Взаимодействия порождают эффект эмерджентности - появление у взаимодействующих объектов новых свойств, отсутствующих у каждого из них в отдельности. Принцип историзма. рассмотрения взаимодействия природы и общества с учетом истории его развития. Экологический принцип. Если явление рассматривается в качестве среды для другого явления. В этом случае то, ради чего изучается среда, называется «субъектом рассмотрения». Субъектом может быть организм, вид, биоценоз, геосистема, атмосфера или океан, система влагооборота или почва. Объектом (средой) является все то, что влияет на состояние субъекта. Эксперименты - методы геоэкологии, к числу которых относятся: натурные эксперименты, связанные с организацией направленных воздействий на природные или природно-антропогенные геосистемы и изучением их реакций; модельные эксперименты, которые осуществляют на аналогах определенных природных или природно-антропогенных геосистем в лаборатории или на компьютере. Экспериментами иногда называют и наблюдения в контролируемых условиях. Моделирование. Модель - это упрощенное воспроизведение изучаемого объекта в виде физической конструкции, совокупности математических формул, карты, блок-диаграммы и др. Мониторинг - система наблюдений, оценки и контроля за состоянием окружающей человека природной средой с целью разработки мероприятий по ее охране, рациональному

использованию природных ресурсов и предупреждению о критических ситуациях, вредных или опасных для здоровья людей. Картографический метод заключается в использовании карт с целью познания отраженных на них объектов и явлений: получения сведений (качественных и количественных характеристик), изучения взаимосвязей и взаимозависимостей, установления их динамики и эволюции, составления прогнозов. Математические методы. В той или иной форме математические методы, имея в виду и количественные характеристики, применяются практически во всех естественных, точных и в ряде социальных наук. Геохимический метод используется в геоэкологии для изучения особенностей круговорота, миграции, пространственного распространения химических элементов в географической среде. Геофизический метод предполагает изучение геосистем физическими методами. В центре внимания этого метода находится изучение энерго- и массообмена, связывающего геосистемы в единое целое.

#### 6. Роль моделирования в геоэкологических исследованиях

Моделирование. Модель - это упрощенное воспроизведение изучаемого объекта в виде физической конструкции, совокупности математических формул, карты, блок-диаграммы и др. Классификации моделей основаны на характере моделируемых объектов, разнообразных свойствах моделей, форме отображения ими реальности, способе реализации, сфере приложения и т. д.

По способу реализации модели, применяемые в геоэкологии, делятся на три класса: вербальный, графический и математический. Внутри классов выделяются роды, виды и группы моделей. Вербальные (словесные) модели - это любое описание, выполняющее функцию замещения объекта в процессе его исследования. К графическому классу относятся модели, где элементы геосистем и их связи исследуются с помощью геометрических фигур и стрелок. В математический класс входят модели, где объекты, связи и процессы отображаются с помощью математических символов. Анализ модели (как и эксперимент с моделью) позволяет получить новые знания. Построение моделей является вынужденной мерой, обусловленной невозможностью исследовать реальный объект во всей его сложности. Естественно, что упрощение не должно касаться наиболее важных с точки зрения решаемых задач элементов. Модель обычно строится также на основе преобразования масштабов: пространственных и временных. Геоэкологическая модель всегда меньше по размерам реального объекта. Если модель динамическая, то, как правило, воспроизведение процессов идет с большей скоростью по сравнению с реальными условиями.

Реализация моделирования как средства познания при проведении геоэкологических исследований имеет ряд особенностей, обусловленных необходимостью учета большого количества сложных взаимоотношений разнокачественных природных и антропогенных образований. В ходе изучения геоэкологических объектов модель выполняет различные функции: нормативную, собирательную, эталонную, систематизирующую, объяснительную, конструктивную, коммуникативную, прогнозирующую и др. При разработке геоэкологической модели

геосистем исследовать абсолютно все связи практически невозможно и вряд ли целесообразно, так как многие из них несущественны и незначительно влияют на их функционирование и динамику. При построении модели необходимо стремиться к достижению оптимального уровня ее сложности. Геосистему, ее структуру и протекающие в ней процессы можно представить графически в виде «черного ящика» или простейшей блоковой модели. В этом случае внутреннее строение геосистемы не рассматривается, и она изучается как единое целое. Более сложные системы можно изобразить в виде «черных ящиков», состоящих из множества более простых «черных ящиков». Согласно принципу иерархической организации, для предсказания поведения системы необязательно точно знать структуру строения ее компонентов из более простых субкомпонентов. Кроме того, одним из фундаментальных положений кибернетики является утверждение, что в области решения прикладных задач системного анализа метод «черного ящика» может оказаться основным способом исследования и является вполне полноценным научным методом.

Построение блоковых моделей является одним из этапов системного анализа, позволяет уяснить основные взаимосвязи изучаемой геосистемы, возможные результаты ее функционирования и необходимо для более сложного, детального математического моделирования. По мере детализации исследований геосистемы с учетом оптимизации уровня ее сложности, в соответствии с задачей моделирования, «черный ящик» переходит в «серый», а затем в «белый», где процессы функционирования и динамики геосистемы изучаются с максимально необходимой детальностью.

#### 7. Географические информационные системы в геоэкологии

Географические информационные системы (ГИС) - системы автоматизированного сбора, хранения, преобразования и предоставления географической информации, реализованные на ПЭВМ.

ГИС различаются по охвату обслуживаемой территории (глобальные, международные, региональные, национальные, областные и локальные); по проблемной ориентации и цели (охрана природной среды и управление природопользованием); картографические; библиографические, содержащие каталогизированную информацию об опубликованных или неопубликованных источниках данных; тематические, посвященные сбору информации, например, о состоянии вод или атмосферы и др.

ГИС-система позволяет оперативно прогнозировать влияние проектируемого объекта на природную, социальную, эко-номическую среду, экологическую обстановку, последствия их изменения, определять меры по минимизации воздействия, осуществлять оптимальный выбор проектных решений, что повышает качество принятых

директивными органами решений.

Использование географических информационных технологий в эко-логической оценке усиливает возможности обработки больших массивов

информации. Общая схема организации данных при проектировании ГИС для ОВОС включает следующие источники информации:

- картографическую информацию на основе имеющихся топографических и тематических карт;
- данные дистанционного зондирования;
- информацию полевых исследований с инструментальной пространственной привязкой;
- литературную, фондовую и архивную информацию;
- информацию по проектной документации.

Исходная информация о географической ситуации, состоянии окружающей среды сканируется, послойно оцифровывается и формализуется в базу данных с системой запросов, статистического анализа, служащих для последующего прогнозного прикладного использования, включая (по К. Н. Дьяконову, А. В. Дончевой, 2002):

- построение цифровых моделей рельефа, его динамики, эрозионной опасности;
- создание электронной ландшафтной карты, база данных которой должна объединять сведения о всех компонентах геосистем;
- построение имитационных моделей переноса и рассеивания загрязняющих веществ в воздухе, поверхностных и подземных водах, почве;
- оценку устойчивости компонентов геосистем, ландшафтов к различным видам воздействия. Для этого используют интегральные балльные оценки по факторам устойчивости (мощность геосистемы, увлажненность, потенциал эрозионных процессов, динамическое состояние и ряд других).

Важным моментом при проведении экологической оценки является возможность организации на базе ГИС-системы экологического мониторинга с использованием материалов наземных инструментальных наблюдений и данных дистанционного зондирования.

## 8. Основные виды, задачи и принципы мониторинга окружающей среды

Экологический мониторинг - система регулярных длительных наблюдений в пространстве и времени, дающих информацию о состоянии окружающей среды, с целью оценки прошлого, настоящего и прогноза изменения в будущем параметров окружающей среды, имеющих значение для человека”.

Система контроля за окружающей средой включает при основных вида деятельности (задачи):

- Слежение и контроль - систематические наблюдения за состоянием окружающей среды;
- Прогноз - определение возможных изменений природы под влиянием естественных и антропологических факторов;
- Управление - мероприятия по регулированию состояния окружающей среды



В настоящее время уровни мониторинга выделяются в соответствии с пространственно-временными параметрами контрольных процессов (локальный, региональный, глобальный), либо в соответствии с целями контроля (биоэкологический (санитарно-гигиенический), геоэкологический (геосистемный) и биосферный).

Мониторинг различают по методам ведения и объектам исследований (авиационный, космический, о.с. и др.).

Биологический: объекты - приземной слой воздуха, поверхностные и грунтовые воды, промышленные и бытовые стоки, радиоактивные излучения. Характерные показатели: ПДК токсических веществ, физические и биологические раздражители (шумы, аллергены и др.). Службы: гидрометеорологическая, водохозяйственная, санитарно-гигиеническая.

Геосистемный: объекты: исчезающие виды животных и растений, природные экосистемы, агросистемы, лесные экосистемы. Характерные показатели: функциональная структура природных экосистем и ее нарушения; популяционные состояния растений и животных; урожайность сельскохозяйственных культур; продуктивность насаждений.

Биосферный (глобальный): объекты: атмосфера и озоновый экран, гидросфера, растительный и почвенные покровы, животный мир. Характерные показатели: радиационный баланс, тепловой перегрев, газовый состав и запыление, загрязнение больших рек и водоемов, водного бассейна, круговороты воды, глобальные характеристики состояния почв, растительного покрова и животных.

по содержанию различают несколько видов мониторинга:

биосферный - слежение за общемировыми процессами и явлениями в биосфере

Земли и предупреждение о возникающих экстремальных ситуациях;

медицинский (санитарно-токсикологический) - слежение и контроль за показателями качества о.с., соблюдение которых обеспечивает условия,

благоприятные для жизни и безопасных для здоровья; прогноз состояния здоровья населения в условиях многофакторного воздействия о.с.;

импактный - слежение за природными процессами и явлениями, а также их изменениями под влиянием антропогенных факторов в особо опасных для состояния

природной среды районах и точках:

а) чрезвычайные ситуации (при угрозе и возникновении аварий, катастроф, стихийных бедствий, эпидемий);

б) локальный (наблюдение за воздействием на о.с. промышленных объектов или отдельных источников);

биологический - слежение за биологическими объектами с помощью

биоиндикаторов, чаще всего на базе биосферных заповедников;

базовый (фоновый) - слежение за общебиосферными, в основном природными явлениями, без наложения на них региональных антропогенных воздействий.

Объектами наблюдения и контроля являются: атмосферный озон, сейсмический режим на территории страны, физические явления и факторы (акустические, инфразвуковые, вибрационные, электромагнитные);

базовый (фоновый) - слежение за общебиосферными, в основном природными явлениями, без наложения на них региональных антропогенных воздействий. Объектами наблюдения и контроля являются: атмосферный озон, сейсмический режим на территории страны, физические явления и факторы (акустические, инфразвуковые, вибрационные, электромагнитные);

экологический - мониторинг о.с. при котором, во-первых, обеспечивается постоянная оценка экологических условий среды обитания человека и биологических объектов, а также оценка состояния и функциональной деятельности экосистем; во-вторых, создаются условия для определения корректирующих действий в тех случаях, когда целевые показатели экологических условий жизни не достигаются.

В качестве составляющей экологического мониторинга рассматриваются подсистемы:

мониторинг атмосферного воздуха;

мониторинг гидросферы;

мониторинг земель (почв);

радиационный мониторинг.

Аэрокосмический мониторинг (этапы):

полевое и камеральное дешифрирование материалов дистанционных съемок;

классификация объектов (тип растительности, почв, водный режим, и т.д.);

оценка состояния и прогноз.

Методы аэрокосмического мониторинга: многозональная съемка в оптическом диапазоне, съемка в коротковолновой и длинноволновой зонах спектра.

Особенности и достоинства космического мониторинга:

наблюдаются и регистрируются сведения об обширных пространствах;

космические снимки дают однотипную информацию о труднодоступных районах с такой же точностью, как и для хорошо изученных участков;

мгновенность изображения обширных площадей сводит к минимуму влияние

переменных факторов; комплексный характер информации, содержащейся в

космических снимках, обуславливает использование их для изучения сложных

процессов взаимодействия компонентов природы.

9. Геоэкологическое прогнозирование и прогноз

Геоэкологическое прогнозирование - это научно обоснованное суждение о будущем географической среды на основе оценок ее прошлого и настоящего состояний в целях принятия практических решений по ее рациональному использованию.

Главная задача геоэкологического прогнозирования состоит в геоэкологическом обосновании долгосрочного развития народного хозяйства в его региональном аспекте, а главная общая для геоэкологов научная проблема - предвидение изменений окружающей среды в естественных и техногенных условиях. Выбор проблемы геоэкологического прогнозирования должен основываться на следующих критериях: соответствии проблемы современным общественным и научно-техническим потребностям; актуальности значения проблемы на большой период времени (25-30 лет и более); наличии научных предпосылок, в частности,

соответствующих методов решения проблемы.

Процесс прогнозирования начинается с определения его цели и объекта, так как именно они определяют тип прогноза, содержание и набор методов прогнозирования, его временные и пространственные параметры. Цели и объекты прогнозирования могут быть очень разными. Это могут быть процессы, явления, события социального, научно-технического, экономического, географического, экологического характера и многих других аспектов.

По направленности действий все прогнозы можно разделить на два класса: поисковые (исследовательские) и нормативные (программные, проектные или целевые) прогнозы. В процессе поискового прогнозирования выявляются тенденции развития и возможное состояние объекта в будущем, факторы, его ограничивающие или активизирующие, новые возможные пути развития. Основная задача нормативного прогноза в геоэкологии - определение набора и последовательности управленческих мероприятий, необходимых для нейтрализации неблагоприятной природной и социально-экономической ситуации, выявленной в процессе поискового прогноза. Поисковое и нормативное прогнозирование - единый процесс, их сопоставление позволяет выявить различия между желаемым и возможным состоянием прогнозируемого объекта.

Оценка достоверности и точности или обоснованности прогноза называется верификацией прогноза. Несмотря на вероятностный характер прогнозов, многие из них достаточно надежны. Хотя абсолютно достоверных прогнозов нет. Источники ошибок прогнозирования могут быть регулярными и нерегулярными. К регулярным источникам ошибок относятся неадекватный метод прогнозирования, недостоверные и недостаточные исходные данные. Нерегулярные ошибки - это непредсказуемые события: взрывы, скачки, резкие спады и перепады, нарушающие тенденции развития объекта. геоэкология природопользование антропогенный промышленность

Наиболее популярными в геоэкологии методами прогнозирования являются логические методы, основанные на применении определенной последовательности мыслительных операций (индукции, дедукции, экспертных оценок, аналогий, системного анализа и др.); формализованные методы, основанные на использовании источников фактографической информации (прогнозной экстраполяции и интерполяции, статистический, аналитический, моделирования и др.). Выбор методов прогнозирования в каждом конкретном случае определяется рядом условий, среди которых наиболее важные: цель и задачи прогноза, величина прогнозируемого периода, специфика прогнозируемого объекта, полнота и достоверность исходной информации. Для геоэкологического прогнозирования необходим также учет масштаба территории, на которую распространяется прогноз.

#### 10. Глобальные геоэкологические изменения и стратегия развития чел

Несравненно большие изменения в природу были внесены человеком в эпоху земледелия. Распашка степей, вырубка и выжигание под пашни лесов, сооружение в засушливых районах на реках ирригационных систем в корне изменили характер ландшафтов в местах обитания людей. Это положило начало

сокращению водоносности рек, развитию эрозии почв, отразилось на животном мире. Некоторые ценные животные, лишившись коренных мест обитания, сократили численность или совсем исчезли. В то же время многие виды насекомых и грызунов получили новые благоприятные условия существования, размножились и стали вредителями сельского хозяйства. Особенно крупные изменения в природу внесены человеком в эпоху капитализма с его промышленной техникой и частной собственностью на средства производства. Развитие промышленности потребовало вовлечения в хозяйственный оборот новых самых разнообразных природных ресурсов. Помимо расширения масштабов использования земель, лесов, животного мира, началась интенсивная эксплуатация ископаемых недр, водных ресурсов и т.д. Стихийная хищническая и все возрастающая по своим темпам и масштабам эксплуатация

природы приводила к ее быстрому истощению. Массовое истребление лесов вызвало глубокие изменения в гидрологии суши и водном режиме почв. Вследствие этого усилились процессы эрозии почв, появились разрушительные наводнения, обмелели реки и возникла проблема нехватки пресной воды, усилилось во многих регионах иссушающее действие климата. Коренные изменения ландшафтов и интенсивный промысел отрицательно отразились на ресурсах животных. Одни из них полностью исчезли с лица Земли, другие стали редкими и оказались на грани вымирания, запасы третьих подверглись сильному сокращению. Помимо истощения природных ресурсов, развитие промышленности создало новую проблему - проблему загрязнения окружающей среды. Оказались сильно загрязненными преимущественно промышленными отходами водоемы, атмосферный воздух, почва. Эти загрязнения не только крайне отрицательно сказались на плодородии почв, растительности и животном мире, но и стали представлять существенную опасность для здоровья людей.

Воздействие человека на природу достигло наибольшей силы за последнее время, в период высоких темпов роста всех видов материального производства и научно-технического прогресса.

В биосферу внесены вредные отходы промышленности, пестициды, избыток удобрений, радиоактивные вещества, перегретые воды электростанций и другие отходы хозяйственной деятельности человеческого общества.

В целом вносимые человеком изменения в природу приобрели настолько крупные масштабы, что они превратились в серьезную угрозу нарушения существующего в природе относительного равновесия и в препятствие для дальнейшего развития производительных сил.

#### 11. Геоэкологические аспекты неблагоприятных природных и антропогенных процессов и явлений

К неблагоприятным и опасным природным процессам и явлениям (НОЯ) относятся все те, которые отклоняют состояние окружающей среды от диапазона, оптимального для жизни человека и для ведущегося им хозяйства. Число и разнообразие видов НОЯ растут по мере усложнения производства и проникновения

человека в районы с непривычной природной обстановкой.

Неблагоприятные природные явления создают неудобства, преодоление которых отражается ростом предвидимых затрат на строительство, эксплуатацию, жизнеобеспечение ПАГ в целом. Опасные явления создают возможность больших непредвиденных потерь, чрезвычайных ситуаций, стихийных бедствий. Граница между неудобствами и опасностями условна и зависит от степени приспособленности ПАГ к природной обстановке, а также от повторяемости и интенсивности НОЯ. К часто повторяющимся, пусть и интенсивным воздействиям НОЯ, ПАГ приспосабливается опытным путем настолько, что эти воздействия воспринимаются лишь как неудобства. Обычно бедствия (неожиданные потери) создаются событиями, повторяющимися в среднем реже, чем один раз во много лет - от 5-10 до 100 лет и более. Так или иначе, величина интервала обозначает «норму» природных условий, к которой приспособился ПАГ.

Воздействия НОЯ на ПАГ и отдельные объекты различаются по характеру физической сути природного явления, длительности и площади воздействия, величине наносимых потерь, предсказуемости и типу самого ПАГ. По форме воздействия на те или иные объекты НОЯ могут быть разрушительными, парализующими (останавливающими движение транспорта и т. п.) и истощающими (снижающими урожай, плодородие почв, запасы воды и других природных ресурсов). Это подразделение, однако, весьма условно, поскольку форма воздействия зависит также от типа затронутого объекта.

По размеру разового ущерба воздействия НОЯ изменяются от мелких, рассеянных до создающих стихийные бедствия. Примеры рассеянных - удары молний, укусы ядовитых животных, автомобильные аварии по вине плохой погоды и т. д., они вызывают каждый раз малочисленные, но в сумме значительные потери. Стихийное бедствие может быть определено как событие, значительно нарушающее обычную жизнедеятельность в ПАГ и вызывающее существенные жертвы и (или) экономический ущерб. При выборе мер управления природным риском и снижения потерь от природных и природно-техногенных ЧС прежде всего возникает вопрос, можно ли просто уйти от опасности.

Применение различных защитных мер определяется обстоятельствами и общей стратегией управления риском. Оценки социально-экономических эффектов НОЯ разнообразны. Они делятся на заблаговременные затраты для предотвращения потерь и не предотвращенные потери. Ущерб от НОЯ разделяется по объекту их воздействия на социальный, экономический и геоэкологический ущерб.

## 12. Геоэкологическая классификация антропогенных воздействий на географическую среду

Антропогенные воздействия «накладываются» на природные процессы, приводя к их изменениям.

Они характеризуются высокой временной изменчивостью, преимущественно абиотическим характером, образованием неизвестных ранее химических соединений и т.д.

Среди всех видов антропогенных воздействий на природную среду можно выделить приоритетные виды, проявляющиеся наиболее отчетливо и поддающиеся параметрическим оценкам.

К ним относятся устойчивые во времени воздействия, в результате которых изменяются природные условия на больших географических пространствах. Виды антропогенной деятельности могут быть объединены в группы, отличающиеся по технологии, характеру, масштабу, скорости, продолжительности, месту воздействия на природу.

Рассматриваемая классификация антропогенных воздействий (АВ) состоит из трех классов, подразделяющихся на подклассы и группы:

К первому классу АВ относятся все виды эмиссионных антропогенных воздействий (ЭАВ), то есть различные виды выбросов загрязняющих веществ во все сферы природной среды (воздушный бассейн, поверхность почвы, водоемы всех типов и т. д.). Этот класс включает в себя выбросы всех видов источников загрязнений: площадных, локальных, грунтовых. В качестве загрязнителей могут быть газообразные, жидкие и твердые вещества в диспергированном (измельченном) состоянии. Первый подкласс ЭАВ - газообразные выбросы в атмосферу - подразделяется на следующие группы: нейтральные газовые выбросы, токсические газовые выбросы, термодинамически-активные газовые выбросы. Последние иногда называют малыми газовыми составляющими (МГС) атмосферы. Второй подкласс ЭАВ - выбросы аэрозолей в атмосферу - подразделяется на две группы: неорганические жидкие и твердые частицы, органические жидкие и твердые частицы. Третий подкласс ЭАВ - аэрозоли, оседающие на поверхностях (литосферы, гидросферы, криосферы), - разделяется по степени дискретности. От размера аэрозолей зависит скорость их осаждения из точек выбросов, расположенных над уровнем поверхности. Четвертый подкласс ЭАВ - выбросы, подразделяющиеся по степени биологической токсичности, а также по биогенным свойствам, зависящим от ионного состава.

Ко второму классу АВ относятся фоновые-параметрические антропогенные воздействия (ФПАВ). Принципиальная особенность таких воздействий состоит в их распространении на значительных пространствах поверхности планеты и окружающих ее геосфер. Это тепловое, радиоактивное, ионизационное, шумовое загрязнения. Они могут быть количественно оценены в любой точке пространства путем прямых измерений. Первый подкласс ФПАВ - это воздействия, приводящие к нагреву всех геокомпонентов природной среды, связанному с повышением энтропии всей системы геоболочек. Причина этого явления очевидна. Сгорание углеводородного топлива, источники гидро- и ветроэнергии, атомные и тепловые станции составляют основу промышленного производства и жизнеобеспечения общества. Второй подкласс ФПАВ связан с увеличением радиоактивного фона природной среды в результате деятельности атомной энергетики и испытаний ядерного оружия. Особо опасен процесс выброса радионуклидов при нештатных ситуациях, возникающих в реакторах атомных электростанций и в других видах реакторов. Третий подкласс ФПАВ на природную среду и особенно ее биосферу

составляют шумовые воздействия. Этот вид загрязнения пока не привлек внимания исследователей. Четвертый подкласс ФПАВ выражается в изменении ионизационного состояния природной среды, главным образом верхних слоев атмосферы, под влиянием ряда производственных процессов.

Наиболее обширная группа воздействий антропогенного происхождения составляет третий класс АВ - это ландшафтно-деструктивные антропогенные воздействия (ЛДАВ). Они объединяют все виды направленного или непреднамеренного изменения ландшафтов. К ним относятся вырубка лесов, исчезновение биологических видов. Первый подкласс ЛДАВ - урбанизация. Отмечают три основные характеристики этого процесса: рост и развитие городов с увеличением доли городского населения, приобретение сельской местностью черт, присущих городам и, наконец, повышение роли городов в ходе развития общества. Второй подкласс ЛДАВ связан с заменой естественных биогеоценозов агроценозами. Третий подкласс ЛДАВ - мелиорация естественных ландшафтов. Основным экологическим следствием этого является изменение микро- и мезоклимата мелиорированных регионов.

### 13. Влияние деятельности человека на атмосферу, климат, погоду

Процессы и особенности атмосферы изменяются под воздействием деятельности человека. Крупномасштабные антропогенные изменения поверхности Земли (обезлесение, опустынивание, деградация внутренних морей и озер и др.) обуславливают изменения особенностей энергетического и водного режима атмосферы. Локальные изменения состояния геосистем, такие как возникновение и развитие городов, оросительных и других земледельческих систем, антропогенные преобразования пастбищ, возникновение водохранилищ и т. д. ведут к локальным вариациям климата. Наряду с изменениями физических особенностей атмосферы, происходят антропогенные трансформации ее газового состава, в совокупности создающие ряд серьезных геоэкологических проблем. К их числу относятся антропогенное изменение климата и его последствия, нарушение естественного состояния озонового слоя, асидификацию окружающей среды, включая кислотные осадки, и локальное загрязнение атмосферы.

Парниковый эффект. Источником энергии атмосферных процессов является солнечная радиация. К земной поверхности приходит коротковолновая радиация, тогда как нагреваемая таким образом Земля испускает в атмосферу и далее за ее пределы энергию в виде длинноволнового (инфракрасного, или теплового) излучения. В результате температура поверхности Земли и приземного слоя воздуха выше, чем она была бы при отсутствии парникового эффекта. Ведущую роль в парниковом эффекте играет водяной пар, находящийся в атмосфере. Большое значение также имеют газы, не отличающиеся высокой концентрацией в атмосфере. К ним относятся: углекислый газ (диоксид углерода) ( $\text{CO}_2$ ), метан ( $\text{CH}_4$ ), оксиды азота, в особенности  $\text{N}_2\text{O}$ , и озон ( $\text{O}_3$ ). В эту же категорию следует включить не встречающуюся в природе группу газов, синтезируемых человеком, под общим названием хлорфторуглероды. Деятельность человека за последние 200 лет привела к повышению концентрации в атмосфере газов, обладающих парниковым эффектом.

Реакция атмосферы на этот процесс заключается в антропогенном усилении естественного парникового эффекта.

Для понимания глобального парникового эффекта необходимо понять роль каждого из газов. Роль водяного пара, содержащегося в атмосфере, в общемировом парниковом эффекте велика, но не определяется однозначно. В основном при потеплении климата содержание водяного пара в атмосфере будет увеличиваться тем самым, усиливая парниковый эффект.

Диоксид углерода, или углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ), отличается, по сравнению с другими парниковыми газами, относительно низким потенциалом парникового эффекта, но довольно значительной продолжительностью существования в атмосфере - 50-200 лет и сравнительно высокой концентрацией. Доля диоксида углерода в парниковом эффекте составляет в настоящее время около 64 %, но эта относительная величина неустойчива, поскольку зависит от изменяющейся роли других парниковых газов. Метан ( $\text{CH}_4$ ) также играет заметную роль в парниковом эффекте, составляющую приблизительно 19 % от общей его величины. Метан образуется в анаэробных условиях, таких как естественные болота разного типа, толща сезонной и вечной мерзлоты, рисовые плантации, свалки, а также в результате жизнедеятельности жвачных животных и термитов. Доля оксида азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ) в суммарном парниковом эффекте составляет всего около 6 %. Хлорфторуглероды (ХФУ) - это вещества, синтезируемые человеком, и содержащие хлор, фтор и бром. Они обладают очень сильным относительным парниковым потенциалом и значительной продолжительностью жизни в атмосфере. Их итоговая роль в парниковом эффекте составляет приблизительно 7 %. Озон ( $\text{O}_3$ ) - важный парниковый газ, находящийся как в страто-сфере, так и в тропосфере. Его территориальное распределение очень изменчиво. На образование парникового эффекта также оказывают воздействие тропосферные аэрозоли. Аэрозоли - это твердые частицы в атмосфере диаметром от 10-9 до 10-5 м. Извержения вулканов .

#### 14. Геоэкологическая оценка последствий воздействия экстремальных климатических явлений и возможных изменений климата

В соответствии со сценариями наиболее низкой и высокой вероятной величины эмиссии парниковых газов средняя мировая температура приземного слоя воздуха за период с 1990 по 2100 г. увеличится соответственно на 1 и 3,5 °С. В любом варианте потепление будет значительнее, чем все колебания климата в течение последних 10000 лет, и это является серьезной проблемой для человечества. Рост температуры воздуха будет сопровождаться увеличением количества осадков, хотя картина пространственного изменения распределения осадков будет более пестрой, чем распределение температуры воздуха. Вариация изменения осадков будет находиться в пределах от -35 % до +50 %.

Изменения ландшафтов суши. В средних широтах повышение температуры на 1-3,5 °С за ближайшие сто лет будет эквивалентно смещению изотерм на 150-550 км по широте в сторону полюсов, или на 150-550 м по высоте. Соответственно начнется перемещение растительности. Флора и фауна отстанут от того климата, в котором они развивались, и будут существовать в другом климатическом режиме.



Пространственное приспособление экосистем к новым климатическим условиям, связанное с миграцией видов, будет осложняться антропогенными препятствиями, такими как сельскохозяйственные угодья, населенные пункты, дороги и пр. Наибольшие изменения произойдут в арктическом и субарктическом поясах. Сократятся компоненты криосферы: морские льды, горные и небольшие покровные ледники, глубина и распространение вечной и сезонной мерзлоты, площадь и продолжительность залегания сезонного снежного покрова.

В последнее столетие происходил неуклонный рост среднего уровня Мирового океана, составивший 10-25 см. Основные причины роста уровня океана - термическое расширение воды вследствие ее нагревания из-за потепления климата, а также дополнительный приток воды вследствие сокращения горных и небольших полярных ледников. Рост уровня океана с сопутствующим увеличением частоты и силы штормовых нагонов приведет к затоплению низко расположенных территорий, разрушению берегов с угрозой сооружениям, на них находящимся, увеличению солености рек в их устьях и подземных вод, изменению условий транспорта наносов и растворенных веществ и многим другим, зачастую плохо предсказуемым последствиям. Океан. Изменение климата может также воздействовать на изменения циркуляции вод океана, что в свою очередь повлияет на обилие питательных веществ, биологическую продуктивность, структуру и функции морских экосистем с последующим воздействием на потоки углерода и, следовательно, на режим парниковых газов и климат.

Водные ресурсы. Изменения климата приведут к интенсификации глобального гидрологического цикла и заметным региональным изменениям, хотя конкретный региональный прогноз пока ненадежен. Относительно небольшие изменения климата могут вызвать нелинейные изменения суммарного испарения и влажности почвы, что приведет к относительно большим изменениям стока, в особенности в аридных районах. Воздействия на агроэкосистемы будут весьма сложными и неоднозначными. Вследствие увеличения концентрации углекислого газа несколько возрастут величины фотосинтеза и, возможно, урожай. Зависимость продуктивности сельскохозяйственного производства от изменений климата определяется географическим районом. В районах, где земледелие лимитируется притоком тепла, вероятность повышения урожая увеличится. В аридных и семиаридных районах, где оно ограничено наличием доступной для растений влаги, изменение климата отразится неблагоприятным образом.

Проблема деградации озонового слоя. Максимальная концентрация озона сосредоточена в тропосфере на высотах 15-30 км, где существует озоновый слой. При нормальном приземном давлении весь атмосферный озон образовал бы слой всего 3 мм толщиной.

#### 15. Геоэкологические проблемы качества, дефицита и деградации вод суши

Во многих странах мира отмечается ухудшение геоэкологического состояния водных объектов и прилегающих к ним территорий, связанное в первую очередь со значительно возросшим антропогенным воздействием на природные воды. Оно

проявляется в изменении как водных запасов и гидрологического режима водотоков и водоемов, так и качества вод. Своей производственной деятельностью человек оказывает влияние на все основные элементы гидрологического цикла: осадки, испарение, сток, однако степень этого влияния на разные компоненты далеко не одинакова. Нарастание дефицита водных ресурсов и прогрессирующее ухудшение их качества объединяются под общим понятием деградации природных вод. В пределах крупных речных водосборов и обширных территорий, расположенных в наиболее освоенных в хозяйственном отношении районах Земли, на водные объекты оказывают влияние одновременно многие антропогенные факторы. По характеру воздействия на ресурсы, режим и качество водных объектов суши их можно объединить в несколько групп:

\* непосредственно воздействующие на водный объект путем прямых изъятий воды и сбросов природных и сточных вод (системы промышленного и коммунального водоснабжения, каналы переброски стока, коллекторы сточных вод) или за счет преобразования морфологических элементов водотоков и водоемов (создание в руслах рек водохранилищ и прудов, обвалование и спрямление русел рек и берегов озер, выемки грунта из рек и водоемов и т. п.).

\* воздействующие на водный объект посредством изменения поверхности речных водосборов и отдельных территорий (агротехнические мероприятия, осушение болот и заболоченных земель, вырубка и посадка лесов, урбанизация и т. п.).

\* воздействующие на основные элементы влагооборота в пределах конкретных речных водосборов и отдельных территорий посредством изменения климатических характеристик в глобальном и региональном масштабах (промышленные и энергетические объекты, нарушающие газовый состав и загрязняющие атмосферу, а также крупномасштабные водохозяйственные мероприятия)....