

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»
(ФИЦ КНЦ РАН)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

По дисциплине Б1.В.ДВ.02.02 Экологические проблемы геологии
указывается цикл (раздел) ОП, к которому относится дисциплина, название дисциплины

Для направления подготовки (специальности) 05.04.01 Геология
код и наименование направления подготовки (специальности)

Направленность программы (профиль) Прикладная геохимия, минералогия и петрология
наименование профиля / специализаций/образовательной программы

Квалификация выпускника, уровень подготовки магистр
(указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО)

Апатиты

2020

Лист согласования

1 Разработчик:

профессор
должность

УАиМ


подпись

В.А. Даувальтер
И.О. Фамилия

2. Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании учебно-методической комиссии управления аспирантуры и магистратуры 29 июня 2020 года, протокол № 02.

Председатель УМК УАиМ

29.06.2020
дата


подпись

Л.Д. Кириллова
И.О.Фамилия

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта по образовательной программе высшего образования – программе магистратуры по направлению подготовки 05.04.01 Геология, утвержденного приказом Минобрнауки России от 28.08.2015 г. № 912.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: – заложить теоретические и практические основы современных эколого-геологических знаний.

Задачи дисциплины:

- ознакомить студентов с основами экологической геологии;
- дать представления о современных тенденциях эволюции техногенных процессов и о тех изменениях, которые приносят эти процессы в геологические системы верхней части земной коры;
- заложить представления о эколого-геологических исследованиях.

В результате освоения программы дисциплины «Экологические проблемы геологии» студенты направления 05.04.01 Геология

должны знать:

- теорию и методики эколого-геологических исследований;
- основы знаний о радиационном, механическом, геохимическом и тепловом загрязнении геологических сред;
- об особенностях техногенных процессов на Крайнем Севере.

должны уметь:

- использовать литературные и справочные материалы об экологических проблемах, связанных с геологическими исследованиями и геолого-поисковыми и геолого-эксплуатационными проектами;
- учитывать в своей деятельности эколого-геологические прогнозы и параметры;
- применять эти знания к решению практических проблем в связи с теми или иными конкретными экологическими проектами или проектами природопользования.

должны владеть:

качественно, в краткие сроки и с минимальными затратами принимать наиболее оптимальные решения, учитывающие экологические последствия проведения тех или иных проектов природопользования в их эколого-геологическом аспекте.

Планируемые результаты обучения в рамках данной дисциплины

Процесс изучения дисциплины (модуля) «Экологические проблемы геологии» направлен на формирование элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО 05.04.01 Геология (уровень магистратуры). Результаты формирования компетенций и обучения представлены в таблице.

Таблица 1 – Результаты обучения

№ п/п	Код компетенции	Компоненты компетенции, степень их реализации	Результаты обучения
1.	ОК – 3. Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется полностью	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия, цели, задачи изучения экологических проблем геологии. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формулировать цели и определять пути их достижения; - находить информацию в различных источниках. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами сбора информации, ее обработки и анализа.
2.	ОПК – 1. Способность самостоятельно приобретать, осмысливать, структурировать и использовать в профессиональной деятельности новые знания и умения, развивать свои инновационные способности.	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется полностью	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные проблемы и задачи экологических проблем геологии. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - самостоятельно анализировать и систематизировать новые знания; - структурировать и использовать новые знания; - развивать инновационные способности. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами адаптации новых знаний в профессиональной деятельности.
3.	ПК – 1. Способность формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и специализированных знаний, полученных при освоении программы магистратуры.	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется полностью	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - базовые понятия фундаментальных разделов геологических наук и экологических проблем геологии. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и экологических проблем геологии. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами интеграции фундаментальных разделов геологических наук и экологических проблем геологии.

Перечень дисциплин и их разделов, усвоение которых необходимо студентам для изучения данной дисциплины.

Перечень дисциплин бакалавриата, усвоение которых необходимо обучающимся для изучения данной дисциплины.

1. Физика, химия, математика в объеме общеузовских курсов.
2. Общая геология.
3. Основы геологии.
4. Гидрогеология.
5. Инженерная геология.
6. Геодинамика.

Таблица 2 – Практические занятия

№ п/п	Наименование и содержание практических занятий (ПР)	Номер темы по табл. 1	Кол-во часов
3 семестр			
ПР1	Семинар. Приемы и задачи экологической геологии	1	2
ПР2	Семинар. Обострение глобального экологического кризиса в эпоху техногенеза.	1	2
ПР3	Семинар. Проблемы техногенеза и эволюции геологической среды в эпоху техногенеза.	1	2
ПР4	Семинар. Геологическая среда как часть окружающей среды. Её основные элементы, соотношение с другими средами.	2	4
ПР5	Семинар. Природно-технические системы. Понятие о техносфере, техногенезе, социосфере, ноосфере, экосфере и др.	2	2
ПР6	Семинар. Учение о биосфере и ноосфере. Работы Вернадского В.И. и А.Е.Ферсмана	2	4
ПР7	Семинар. Устойчивость геологической среды к техногенным воздействиям. Механизмы обеспечения устойчивости геологической среды.	3.1	2
ПР8	Семинар. Методы изучения техногенных изменений геологической среды.	3.1	2
ПР9	Семинар. Техногенные воздействия на геологическую среду, их источники и классификация.	3.1	4
ПР10	Семинар. Историческая геоэкология. Есть ли у современного экокризиса аналогии с предшествующими?	3.2	4
Итого			28
4 семестр			
ПР1	Семинар. Загрязнение окружающей среды. Развитие энергетики и проблемы термического загрязнения геологической среды.	4.2	2
ПР2	Семинар. Техногенные (культурные) ландшафты.	5.2	2
ПР3	Семинар. Основы методики оценки техногенных воздействий на геологическую среду (ОВГС).	5.3	2
ПР4	Семинар. Экогеологический анализ изменения геосистем Крайнего Севера.	6.1	2
ПР5	Семинар. Характеристика территорий по условиям накопления и миграции антропогенных загрязнителей.	6.2	2
ПР6	Семинар. Кольский горно-металлургический комплекс (КГМК)	6.3	2

№ п/п	Наименование и содержание практических занятий (ПР)	Номер темы по табл. 1	Кол-во часов
	и окружающая геологическая среда.		
ПР7	Семинар. Состояние загрязнения океанических вод Арктики. Общие закономерности накопления загрязняющих веществ и изменения геосистем Арктики и Субарктики России.	6.4	2
Итого:			14
ВСЕГО:			42

Рекомендации к выполнению практических работ

3 семестр

Практическое занятие № 1.

Тема: «Приемы и задачи экологической геологии» 2ч.

Цель: *ознакомить студентов с эволюционной направленностью формирования экологии литосферы – с переходом инженерной геоэкологии к экологической геологии, включающей в себя в качестве составных частей современные ее научные направления – экологическую геохимию (экогеохимия, занимающаяся прежде всего вопросами загрязнения литосферы и миграции в ней элементов с точки зрения их влияния на экосистемы), экологическую гидрогеологию (экогидрогеология, изучающая вопросы загрязнения подземных вод и др.), экологическую геофизику (экогеофизика, изучающая физические поля литосферы Земли с точки зрения их влияния на экосистемы) и др.*

Задания: *составить таблицу основных задач отдельных составных частей экологической геологии: экологической геохимии, экологической гидрогеологии, экологической геофизики.*

При подготовке к семинарскому занятию студентам необходимо обратить внимание на следующие вопросы:

- *определение «экологическая геология»;*
- *объект и предмет экологической геологии;*
- *структура экологической геологии как науки;*

Нередко экологические проблемы сводятся лишь к вопросам загрязнения и изменения атмосферы, включая проблему так называемой "озоновой дыры", к вопросам загрязнения водоемов, сохранения растительных богатств и животного мира и т.д., забывая о том, что все эти компоненты природы тесно связаны с самой Землей, точнее, с ее внешней оболочкой - литосферой. Именно литосфера является материальной литогенной основой биосферы - сферы жизни на нашей планете. На горных породах, как на основании, формируются почвы, ландшафты, развиваются растительные и животные сообщества. В то же время горные породы при активном участии человека, в процессе его разнообразной деятельности (техногенеза) все больше и больше включаются в техносферу (часть биосферы, затронутой техногенезом). Не умаляя значимости перечисленных выше глобальных экологических проблем атмосферы и гидросферы, растительных и животных сообществ, необходимо отметить, что их решение невозможно вне взаимосвязи с проблемами экологии литосферы.

Экологическая геология формируется как отклик на решение проблем экологического кризиса в литосфере, обострившегося к концу XX века.

Примерно до 70 - 80-х годов прошлого столетия об экологических проблемах литосферы вообще почти не упоминалось. Однако усилившийся к этому времени глобальный экологический кризис стал ясно проявляться и в верхних горизонтах земной коры. В связи с этим в геологии все больше начали уделять внимания экологическим проблемам. Среди различных геологических наук (динамической геологии, исторической и региональной геологии, геологии полезных ископаемых, петрографии, минералогии, геофизики, геохимии, инженерной геологии, гидрогеологии и др.) ближе всего к решению возникших экологических проблем литосферы оказалась инженерная геология - наука, изучающая (по определению И.В. Попова) свойства и динамику верхних горизонтов земной коры в связи с инженерно-хозяйственной деятельностью человека.

Инженерная геология - наука молодая, оформившаяся в разных странах лишь в 20 - 30-х годах прошлого века. На первых этапах формирования инженерная геология в основном развивалась в связи с запросами строительства. Перед инженерами-геологами ставили задачи геологического обоснования тех или иных строительных проектов зданий, дорог, плотин, ГЭС, карьеров и других хозяйственных объектов. Однако с течением времени предмет исследований инженерной геологии все более и более расширялся.

На начальных этапах своего развития инженерная геология рассматривала и изучала природные геологические и инженерно-геологические процессы лишь с точки зрения их полезности (или вредности) человеку, его экономической выгоде. При этом главным было обеспечить устойчивость того или иного сооружения, пусть даже за счет потерь в экосистемах. С течением времени это положение хотя и медленно, но все же менялось.

К концу 70-х годов в инженерной геологии уже разрабатывалось не просто геологическое обоснование инженерно-строительной деятельности, а такое обоснование, которое сводило бы к минимуму или исключало совсем негативные последствия инженерной деятельности человека в **литосфере**. Ту часть литосферы, которая находится (или будет находиться потенциально в будущем) под воздействием инженерно-хозяйственной (**техногенной**) деятельности человека, стали называть **геологической средой**, а перед инженерной геологией была поставлена новая проблема - разработка вопросов рационального использования и охрана геологической среды. С этого периода в инженерной геологии стали активно разрабатываться практические и теоретические вопросы, связанные с экологией верхних горизонтов литосферы. Этот раздел исследований даже получил (может быть, не совсем удачное) название - инженерная геоэкология. Одновременно с этим процессом в науках не геологического профиля, главным образом в географии, формировалось новое междисциплинарное направление - геоэкология, изучающая вопросы экологии ландшафтов и различных геосфер Земли в их взаимосвязи.

Однако к 90-м годам прошлого столетия стало ясно, что в рамках только инженерной геологии (или инженерной геоэкологии) не решить всех экологических проблем литосферы. Более того, к этому времени возникли такие научные направления, как **экологическая геохимия** (экогеохимия, занимающаяся прежде всего вопросами загрязнения литосферы и миграции в ней элементов с точки зрения их влияния на экосистемы), **экологическая гидрогеология** (экогидрогеология, изучающая вопросы загрязнения подземных вод и др.), **экологическая геофизика** (экогеофизика, изучающая физические поля литосферы Земли с точки зрения их влияния на экосистемы) и др. В настоящее время все эти направления объединяются в одно - экологическую геологию.

Современная экологическая геология развивается в основном с позиций биоцентризма, который предполагает всесторонний учет всех видов человеческого воздействия на геологическую среду и ее обратного влияния на биоту. При этом во внимание в первую очередь принимается не экономическая целесообразность того или иного инженерного сооружения и его значимость для человека, а то, каким образом это сооружение "вписано" в природную обстановку, как оно влияет на геологическую среду, экосистемы и биоту в целом. Изучением этого сложного взаимодействия общества и геологической компоненты окружающей среды и занимается **экологическая геология**. Во

во всем мире затраты на восстановление естественного равновесия в литосфере очень высоки. Они отражают "плату человека" за вмешательство в природную среду. Причем стоимость этих расходов практически во всех странах из года в год.

Объектом исследований экологической геологии являются биотопы экосистем, а **предметом исследований** - экологическая роль и экологические функции литосферы, основными среди которых являются ресурсная, геодинамическая и геохимическая. Все эти функции литосферы теснейшим образом связаны между собой.

Ресурсная функция верхних горизонтов литосферы заключается в ее потенциальной способности обеспечения потребностей биоты (экосистем) абиотическими ресурсами, в том числе и потребностей человека теми или иными полезными ископаемыми, необходимыми для существования и развития человеческой цивилизации. Среди природных ресурсов на Земле, по их значимости для развитых государств, на первом месте стоят энергоресурсы. При современном уровне развития промышленности в мире технологическая энергетика создает и трансформирует огромное, если рассматривать планету в целом, количество энергии. Около 70% добываемых полезных ископаемых в мире составляют энергоресурсы. Следовательно, можно говорить о соизмеримости техногенного энергетического потенциала с энергетическим потенциалом Земли естественного происхождения, особенно на урбанизированных территориях.

Потребности в энергоресурсах развитых стран все более и более возрастают. На фоне нехватки собственных природных ресурсов они стремятся захватить мировые рынки сбыта полезных ископаемых, прежде всего нефти, угля, металлических и полиметаллических руд и т.д., объявляя их зоной национальных экономических интересов. Малейшие "сбои" в этих зонах приводят к тяжелейшим, прежде всего энергетическим и экономическим, кризисам в этих странах. В конечном итоге такой путь развития губителен для людей: все большее число стран, переходя в стадию экономически высокоразвитых государств, с одной стороны, будут вынуждены вступать в конфликты из-за ресурсов, а с другой - все более интенсивно эксплуатировать ресурсы слаборазвитых стран. В настоящее время в мире отмечается ресурсная напряженность, которая обуславливает необходимость перехода человечества к системному ресурсному мышлению. Этот переход, видимо, совершится в ближайшие годы, поскольку человечество для этого имеет, по оценкам экспертов, всего 3 - 4 десятилетия. Выработка соответствующей теоретической базы, касающейся ресурсов литосферы, - важнейшая проблема экологической геологии.

Геодинамическая функция литосферы в экологическом аспекте проявляется в ходе различных геологических процессов (экзогенных - оползней, обвалов, селей, береговой абразии, подтопления и т.д. и эндогенных - землетрясений, вулканических извержений и т.д.), так или иначе влияющих на различные экосистемы, в том числе и человеческое общество. Эти процессы делятся на природные геологические и процессы, вызванные человеком, техногенные - инженерно-геологические. Последние могут по своей интенсивности, мощности и масштабам проявления существенно превосходить их природные аналоги, поэтому их прогнозу, оценке и инженерной защите территорий с развитыми на них экосистемами от негативного влияния инженерно-геологических процессов в экологической геологии уделяется первостепенное внимание.

Пока нерешенных проблем в этой области очень много и среди них одна из центральных - выявление **предельно допустимых уровней техногенных воздействий на геологическую среду** и ее отдельные компоненты - почвы, горные породы, подземные воды, рельеф территории и развитые на ней геологические процессы, изменение которых влияет на различные экосистемы. Основная задача заключается в том, чтобы научиться правильно прогнозировать экологические последствия тех или иных техногенных воздействий на литосферу, а, следовательно, научиться предотвращать негативные экологические процессы и тем самым влиять на разразившийся глобальный экологический кризис. Немалую роль в решении этой проблемы должен сыграть **экологический мониторинг геологической**

среды - система постоянных наблюдений, контроля, оценки, прогноза и управления состоянием геологической среды с целью обеспечения ее экологических функций.

Геохимическая функция литосферы в экологическом аспекте заключается в ее активном участии в процессах круговорота веществ в природе. Причем одинаково важен анализ обеих сторон круговорота - как вредных, так и полезных для экосистем веществ. Геохимическая транспортировка различных элементов в пределах литосферы и экосистем могут осуществляться различными путями. В связи, с чем выделяют механическую, физико-химическую, биогенную и техногенную миграцию, которая является предметом исследований **экологической геохимии**.

Экологическая геология исследует задачи трех видов:

- ✓ *морфологические задачи* – это задачи, связанные с изучением состава, состояния, строения и свойств анализируемой системы, её эколого-геологических условий в целом;
- ✓ *ретроспективные задачи* – задачи, обращенные в прошлое и связанные с изучением (точнее, восстановлением) истории формирования объекта исследования, формирования его современного качества;
- ✓ *прогнозные задачи* – задачи, связанные с изучением поведения, тенденций развития исследуемой системы в будущем под воздействием различных причин природного и техногенного происхождения.

Разработка методов управления состоянием и свойствами массивов горных пород верхних горизонтов литосферы с целью сохранения и обеспечения их экологических функций - практическое направление экологической геологии, которое интенсивно развивается в настоящее время. Задача управления успешно решается методами технической мелиорации горных пород, в арсенале которой имеются всевозможные способы целенаправленного активного влияния человека на состав, строение, состояние и свойства горных пород и их массивов. Применение этих методов позволяет менять состояние и свойства массивов горных пород в нужном направлении, получать массивы с заданными свойствами, осуществлять реабилитацию (очистку) территорий, почв, горных пород от всевозможных техногенных загрязнений и т.д. Разработка этих актуальных проблем позволит существенно продвинуть вперед решение многих задач геоэкологии и экологии и вплотную подойти к реализации идеи В.И. Вернадского о **ноосфере** - высшей фазе эволюции биосферы на Земле.

В процессе семинарского занятия студентам предлагается обсудить и охарактеризовать следующие вопросы, привести примеры:

- ✓ *этапы становления экологической геологии как науки;*
- ✓ *отличия экологической геологии от геоэкологии;*
- ✓ *функции литосферы;*
- ✓ *задачи, решаемые экологической геологией.*

Практическое занятие №2.

Тема: «Обострение глобального экологического кризиса в эпоху техногенеза» 2ч.

Цель: ознакомить студентов с причинами возникновения экологического кризиса эпохи техногенеза, его современным состоянием и перспективой развития.

Задания:

1. *составить таблицу с примерами наиболее значительных нарушений человеком геологической среды и результатами этих нарушений.*
2. *дать характеристику понятия «инженерно-геологический процесс».*

Обостряющийся в настоящее время глобальный экологический кризис уже не первый в длительных геологических эпохах Земли. Биологи утверждают, что это, по крайней мере, второй крупнейший глобальный экологический кризис в истории Земли, в истории

существования на Земле живого и его эволюции. Как известно, существование **биосферы** Земли насчитывает около четырех миллиардов лет (точнее, 3,8 млрд. лет). Один из первых экологических кризисов, по мнению ученых, был на Земле в те древнейшие времена, когда в процессе эволюции живые клетки различных организмов в поисках воды и ее диализа выделяли в огромных количествах кислород и тем самым создали на Земле кислородную атмосферу. До этого на Земле существовало много форм бескислородных организмов, и для них создание чуждой кислородной атмосферы было катастрофическим событием - глобальным экологическим кризисом, приведшим к вымиранию большинства этих форм. В ходе последующей эволюции биосферы в итоге все же установилось динамическое равновесие ее составных частей, но на протяжении длительной истории Земли разномасштабные вымирания биоты, связанные с экологическими кризисами, происходили многократно.

Все эти глобальные экологические катастрофы в истории Земли вызывались разными естественными планетарными и космическими причинами - периодически повторяющимися космическими событиями (в частности, нахождением Солнечной системы в определенных участках галактической орбиты и т.п.), сменяющимися эпохами горообразования и движения различных участков литосферы (орогенеза и рифтогенеза), сопровождаемыми изменениями в составе атмосферы и климата, трансгрессиями (наступлением) и регрессиями (отступанием) Мирового океана и т.п. Причины их во многом до конца еще не установлены, но важно подчеркнуть, что все эти катастрофы были естественными, природными.

Теперь же главнейший фактор глобального экологического кризиса на Земле - человек, и в этом заключается главное отличие настоящего кризиса от всех предыдущих. Современный экологический кризис, таким образом, противоестествен, он вызван самим человеком. Неразумная материально-хозяйственная, или техногенная (антропогенная), деятельность во всех ее сложных и многообразных формах приводит на наших глазах природу на Земле к экологическому кризису. Неразумная антропогенная деятельность, в том числе и в пределах гигантского литосферного пространства, а точнее, в ее самой верхней части, называемой **геологической средой**, вносит огромный дисбаланс в равновесие земной **биосферы**. Технологическое развитие цивилизации стало носить катастрофически быстрый, а по меркам геологического времени - взрывной характер. Индустриальная революция в мире привела к глобальному вмешательству человека в **литосферу**, прежде всего при добыче полезных ископаемых.

Основные направления воздействия отраслей добывающей промышленности на природу и человека:

- ✓ повреждение земель, образование антропогенных форм рельефа;
- ✓ изменение водного баланса территории;
- ✓ запыление атмосферы, связанное с взрывными работами при открытой добыче; изменение всего ландшафта, образование так называемых техногенных ландшафтов, характеризующихся почти полным отсутствием почвенного покрова, растительности, микроорганизмов.

Так, например, количество только механически извлекаемого человеком материала в литосфере Земли при добыче полезных ископаемых и строительстве превышает 100 миллиардов тонн в год, что примерно в четыре раза больше массы материала, сносимого водами рек в океаны в процессе денудации, размыва суши. Ежегодный объем наносов, перемещаемых всеми текучими водами на земной поверхности, составляет не более 13 км³, то есть в 30 раз меньше, чем перемещается горных пород при строительстве и добыче полезных ископаемых. При этом надо иметь в виду, что суммарная мощность производства в мире удваивается каждые 14 - 15 лет. То есть антропогенная деятельность по своим масштабам и интенсивности стала не только соизмеримой с природными геологическими процессами, но существенно их превосходит, на что указывал В.И. Вернадский, не видя, однако, в этом никакой угрозы цивилизации.

На огромных площадях поверхности Земли и в ее недрах на наших глазах происходит активизация различных неблагоприятных геологических процессов и явлений (оползней, селей, подтопления и заболачивания территорий, засоления почв и т.п.), которые были вызваны или активизированы человеком, часто его неразумной хозяйственной деятельностью. Такие процессы искусственного, а не естественного происхождения стали называть инженерно-геологическими. Они ровесники человеческой цивилизации, и по мере углубления экологического кризиса масштабы их проявлений на Земле все более возрастают.

Инженерно-геологические процессы идут одновременно с природными геологическими процессами, но их интенсивность, концентрация, частота проявления и другие параметры существенно превышают аналогичные природные. Отсюда вытекает их чрезвычайное значение. Пока человек не может предотвратить многие опасные и катастрофические геологические процессы, но в арсенале методов инженерной геологии накоплен огромный научный опыт по прогнозу геологических и инженерно-геологических процессов, по мероприятиям направленным на инженерную защиту территорий от их проявления и снижение ущерба.

Таким образом, в обостряющемся на Земле экологическом кризисе роль различных геологических и инженерно-геологических процессов, происходящих в литосфере, огромна, что необходимо иметь в виду при решении экологических проблем. В связи с этим в современных условиях значение инженерной и экологической геологии в жизни общества неизменно возрастает.

Примеры техногенных воздействий на верхние горизонты земной коры:

- ✓ извлечение из литосферы – добыча минерального сырья,
добыча минералов,
водозабор,
твердый сток в моря, морская абразия и денудация,
выброс нефти в моря,
вулканические выбросы
- ✓ поступление в литосферу – внесение удобрений в почву,
внесение пестицидов в почву,
отвалы золы,
промышленные и коммунальные стоки (сточные воды),
перемещение пород при строительстве и добыче
ископаемых

В процессе семинарского занятия студентам предлагается обсудить и охарактеризовать следующие вопросы, привести примеры:

- ✓ *района экологических бедствий и катастроф на территории России;*
- ✓ *возможные решения возникших экологических проблем*
- ✓ *влияние негативно измененной среды на продолжительность жизни и здоровье человека;*
- ✓ *экологический кризис и его последствия*

Практическое занятие №3

Тема: «Проблемы техногенеза и эволюции геологической среды в эпоху техногенеза»

2ч.

Цель: *ознакомить студентов с современным понятием «техногенез» и с проблемами эволюции геологической среды в эпоху техногенеза.*

Задания:

1. охарактеризовать особенности становления техногенеза во времени и в пространстве и в исторической ретроспективе.

2. дать характеристику современного понятия «техногенез» и его влияния на геологическую среду.

Техногенез или техногенная миграция является наиболее сложным видом миграции химических элементов в географической оболочке. Первые работы по изучению этого вида миграции связаны с именами В.И.Вернадского и А.Е.Ферсмана.

Вернадский В.И. выделил в географической оболочке новую систему – ноосферу, основным признаком которой является техногенная миграция (техногенез). В 1944 году он писал: «Ноосфера есть новое геохимическое явление на нашей планете. В ней впервые человек становится крупнейшей геологической силой». Изучение геохимии ноосферы и техногенез рассматривалось В.И.Вернадским как теоретическая основа рационального использования природных ресурсов, охраны природы и борьбы с ухудшением качества окружающей среды.

В 20-е годы XX века А.Е.Ферсман выявил зависимость интенсивности использования элементов от их положения в Периодической системе, т.е. зависимость от размеров атомов, ионов и от кларков.

Сопоставимость деятельности человека с геологической стала отчетливо видна с 60-ых годов XX века. Человечество ежегодно добывает около 100 млрд. т минерального сырья и каустобиолитов. Горные и строительные работы перемещают не менее 1 км³ горных пород (что сопоставимо с работой рек. С продукцией сельского хозяйства и промышленности происходит миграция элементов на огромные расстояния. Например, торговля зерном приводит к перемещению миллионов тонн К, сотен тысяч тонн Р и N. Масштабы многих процессов техногенеза превосходят природные: ежегодно добывается Рb почти в 70 раз, Cr- в 35, Cu в 30, Р – в 20, Mn и Fe- в 10, Zn- в 5, Al- в 3 раза больше, чем выносятся с речным стоком. Из недр земли добывается больше химических элементов, чем включено в биологический круговорот. В результате техногенного извлечения из горных пород дополнительных количеств химических элементов, редко встречающихся в географической оболочке, происходит обогащение ими биосферы. С геохимических позиций этот процесс является процессом становления ноосферы.

Техногенез – это совокупность геохимических и геофизических процессов, связанных с деятельностью человечества.

В геохимическом аспекте техногенез включает:

- извлечение химических элементов из природной среды (добыча полезных ископаемых), их концентрацию (обогащение руды на горнообогатительных комбинатах);
- перегруппировку химических элементов, изменение химического состава соединений, в которые эти элементы входят, а также создание новых химических веществ (выплавка сплавов черных и цветных металлов, создание полимерных материалов);
- рассеяние вовлеченных в техногенез элементов в окружающей среде. Рассеивание химических элементов может быть планомерным процессом (внесение химических удобрений, орошение полей сточными водами, компостами) и побочным непредусмотренным процессом (выбросы в атмосферу продуктов сгорания, загрязнение почв и водоемов промышленными стоками, аварийными выбросами).

Для характеристики интенсивности добычи химических элементов и их потребности в производстве используют понятие *технофильность* – отношение массы ежегодной добычи или производства элемента (в тоннах) к ее кларку в литосфере (А.И.Перельман). Объемы добычи разных элементов существенно различаются, например, добыча С исчисляется миллиардами тонн, а Tl, Pt, Th, Ga, In – десятками тонн. Эти различия связаны со свойствами элементов (ценностью для хозяйства), технологией их получения и способностью к концентрации в земной коре, а также кларком в литосфере. Например, существенные различия в распространенности железа и золота (их кларки соответственно равны 4,65% и 4,3x10⁻⁷%) определяют различия в объемах добычи. Исключительная роль железа в развитии человеческой цивилизации определяется его большим кларком, повсеместным распространением и сравнительно простой обработки.

Технофильность очень динамичное понятие, которое существенно изменялось от эпохи к эпохе. На заре человеческой цивилизации использовались лишь 18 элементов, в XVIII веке – 28, в XIX – 62. В 1915 году 71. В настоящее время в техногенез вовлечены все известные на земле элементы. Кроме того неизвестные в естественных условиях нептуний, плутоний и другие трансурановые элементы и радиоактивные изотопы. В начале нашего века технофильность ряда элементов, рассчитанная А.Е.Ферсманом, менялась почти в 200раз. Сейчас она меняется значительно медленнее. Растет технофильность углерода (увеличение добычи нефти и газа), фосфора, магния (увеличение производства фосфорных удобрений, доломита, магнезита). Развитие новых отраслей (электроники, космической техники и теплоэнергетики) привели к увеличению в 5-10 раз технофильности таких редких элементов как Th, In, Hf, Nb, Zr, Be, Ga.

Объемы добычи тех или иных элементов определяются такими параметрами как экономические потребности и прогресс техники. Но все же регулирующей является кларк. И чем дальше, тем теснее будет зависимость добычи от кларка, так как богатые месторождения будут отработаны и человечество перейдет к эксплуатации гранитов, базальтов и других горных пород, в которых содержание элементов близко к кларковым.

В процессе семинарского занятия студентам предлагается обсудить и охарактеризовать следующие вопросы, привести примеры:

- ✓ техногенез во времени и пространстве;
- ✓ техногенез как часть и как антипод биосферы.

Практическое занятие №4

Тема: «Геологическая среда как часть окружающей среды. Её основные элементы, соотношение с другими средами» 4ч.

Цель: познакомить студентов с основными элементами геологической среды.

Задания: 1. Составить таблицу основных компонентов геологической среды.

2. Составить таблицу соотношения геологической среды с внешними средами.

При подготовке к семинарскому занятию студентам необходимо обратить внимание на следующие вопросы:

- понятие «окружающая среда»,
- понятие «геологическая среда»,
- понятие «природная среда»,
- основные геологические оболочки Земли и её характеристики.

Часть литосферы, а точнее земной коры, которая непосредственно выступает как минеральная основа биосферы, как один из важнейших компонентов окружающей среды, с конца 70-х годов выделяется под названием геологическая среда. Согласно Е.М. Сергееву (1979) под геологической средой понимается верхняя часть литосферы, которая рассматривается как многокомпонентная динамичная система, находящаяся под воздействием инженерно-хозяйственной деятельности человека и, в свою очередь, в известной степени определяющая эту деятельность.

Геологическая среда это подсистема гидrolитосферы и биосферы. Геологическая среда включает почвы и верхние горизонты горных пород границы геологической среды меняются как в пространстве, так и во времени под воздействием природных факторов и вследствие развития техногенных процессов. Верхней границей геологической среды является поверхность рельефа (дневная поверхность), характерная для конкретной территории. Нижняя граница — плавающая, неоднородная и неодинаковая по глубине в разных областях Земли. Она определяется глубиной проникновения человека в земную кору в ходе различных видов деятельности. Единственная в мире сверхглубокая скважина имеет глубину 12261 м. И эта отметка является рекордной. Многочисленные

нефтегазодобывающие, нефте- и газодобывающие скважины имеют глубину 5-6 км. Таким образом, в геологическую среду включаются почвы и верхние горизонты горных пород, рассматриваемых как многокомпонентные системы. Следует особо подчеркнуть, что границы геологической среды в гидrolитосферном пространстве изменяются не только в пространстве, но и во времени по мере развития техногенных процессов и техногенеза в целом.

По отношению к геологической среде внешними средами являются атмосфера, поверхностная гидросфера (поверхностные воды) и собственно техносфера, включающая все виды инженерных сооружений и хозяйственных объектов.

Внутренними составными частями или основными элементами (компонентами) геологической среды являются:

любые горные породы, почвы и искусственные (техногенные) грунты, слагающие массивы той или иной структуры и рассматриваемые как многокомпонентные динамические системы;

эндогенные и экзогенные геологические процессы, действующие в определенных условиях геологической среды;

гидросфера, в том числе подземная;

подземные воды (подземная гидросфера);

геологические и инженерно-геологические процессы и явления, развитые на данной территории.

В вещественном отношении особенность геологической среды как подсистемы гидrolитосферы заключается не в комплексности, а в том, что в ней наряду с естественным распространено «вещество» техногенное (искусственное). Оно является или продуктом функционирования технических систем, или же веществом объектов техносферы. Это обстоятельство в вещественном отношении служит тем признаком, который оправдывает выделение геологической среды в особую систему.

Введение в научный оборот понятия «геологическая среда» имело огромное принципиальное значение. Такое понятие не укладывается в рамки только геологической науки. Оно тесно связано со спецификой развития человеческого общества – взаимодействием литосферы как части природы и общества, взаимопроникновением естественного и социального. Геологическая среда в своем развитии подчиняется законам природы и общества, что дает основание рассматривать ее как явление естественно-социальное.

Исследователи расширяют понятие «геологическая среда», рассматривая ее как литогенную основу любых экосистем — природных и техногенных. Геологическую среду характеризуют не только материальные объекты (компоненты геологической среды), но и энергетические объекты, в том числе геофизические поля, которые в значительной мере формируют так называемые геопатогенные зоны, природа которых пока не совсем ясна. И, наконец, в завершение рассмотрения терминологических вопросов объектов окружающей среды необходимо остановиться на таком понятии, как «недра». Этот термин широко употребляется в горном деле, экономической и юридической науках, узаконен он и природоохранным правом. Подчеркивая его отличие от термина «геологическая среда», отметим, что он используется в связи с охраной и рациональным использованием минеральных ресурсов (полезных ископаемых) гидrolитосферы, в то время как термин «геологическая среда» — в связи с использованием ее пространственно-материальных ресурсов.

Геологическая среда в целом выполняет четыре экологические функции: ресурсную, геодинамическую, геохимическую и геофизическую. Горное производство в основном затрагивает и изменяет две из них: ресурсную (истощение сырьевых запасов) и геохимическую (перераспределение химического вещества в природе). Масштабы и интенсивность антропогенных геохимических аномалий во много раз превышают природные. Нередко фоновые характеристики химических элементов нередко превышают

предельно-допустимые концентрации.

Геологическая среда считается неустойчивой, если она сформировалась в термодинамической обстановке, не соответствующей современным физико-географическим условиям. Чем больше мощность многолетнемерзлых пород (ММП), тем более они устойчивы к техногенным воздействиям. Показателем оценки устойчивости геологической среды к техногенным воздействиям является состав пород.

Геологическая среда обладает определенными физическими, геохимическими, биологическими и инженерно-геологическими свойствами, которые оцениваются экологическим качеством. Сущность рационального использования природных ресурсов состоит в познании процессов взаимодействия основных комплексов геологической среды с различными инженерными сооружениями и в предотвращении или снижении воздействия на нее техногенных процессов.

Среди негативных техногенных изменений геологической среды особую опасность вызывают её загрязнение и ухудшение экологического состояния территории в результате неконтролируемого накопления на поверхности и в недрах Земли различных промышленных и бытовых отходов. Следовательно, чтобы процесс загрязнения верхних горизонтов литосферы не принял бы необратимого характера, необходимы, с одной стороны изменение стратегии природопользования, устранение путей и источников дальнейшего загрязнения геологической среды, а с другой – разработка и практическое внедрение способов, а также технологий подавления токсичности и очистки различных элементов геологической среды от этих загрязнений.

В процессе семинарского занятия студентам предлагаются на обсуждение следующие вопросы:

- *что такое «окружающая среда»;*
- *идентична ли она понятию «природная среда»;*
- *что такое «геологическая среда», каковы её основные элементы;*
- *каковы критерии выделения границ геологической среды;*

назовите основные геосферы и структурные оболочки Земли.

Практическое занятие № 5

Тема: «Природно-технические системы. Понятие о техносфере, техногенезе, социосфере, ноосфере, экосфере и др» 2ч.

Цель: *дать студентам современные представления о техносфере, социосфере, экосфере.*

Задания: *дать развернутую характеристику таких понятий, как техносфера, социосфера, экосфера.*

При подготовке к семинарскому занятию студентам необходимо обратить внимание на следующие вопросы:

- *биосфера – понятие, общая характеристика, экологические функции;*
- *ноосфера, техносфера, антропосфера – общая характеристика и отличия.*
- *понятие технических и природно-технических систем и принципы функционирования;*
- *их взаимосвязи с окружающей средой.*

Геологическая среда является уникальной в том, что помимо природных компонентов в её состав входит искусственное «вещество». В современной литературе в связи с этим появился термин «природно-техническая система» или «геотехническая система». Таким образом, геологическая среда в инженерной геологии рассматривается как часть литосферы, взаимодействующая с различными инженерно-хозяйственными объектами или инженерными сооружениями, созданными человеком.

Техногенными воздействиями называются различные по своей природе, механизму, длительности и интенсивности влияния, оказываемые человеком на объекты геологической

среды в процессе его жизнедеятельности и хозяйственного производства. Взаимодействие инженерного сооружения с геологической средой определяется сочетанием типа сооружения с типом среды как принципиально различных по материалу: "материал" геологической среды "живет" по природным законам, а материал инженерного сооружения — по техническим. *Природно-технической системой* называется совокупность инженерного сооружения (комплекса инженерных сооружений) с частью геологической среды в зоне его (их) влияния, имеющей операционально фиксированные границы.

Из этого следует, что уже на стадии проектирования ПТС должны быть выполнены прогнозы взаимодействия (не существующего пока) инженерного сооружения с изученной в процессе инженерно-геологических изысканий геологической средой, с тем, чтобы в конечном итоге добиться максимального соответствия проектируемой и реальной ПТС. При этом понятие "проектирование ПТС" шире по объему, чем понятие "проектирование инженерного сооружения", так как помимо сооружения ПТС включает и часть геологической среды в границах взаимодействия с сооружением. Действительные качественные и количественные характеристики фактического взаимодействия сооружения с геологической средой определяются лишь на стадии эксплуатации инженерного сооружения посредством различных процедур контроля функционирования ПТС. Такой контроль обеспечивается системой мониторинга геологической среды в пределах данной ПТС.

В геодинамике воздействие геологической среды на механическую устойчивость и деформируемость инженерного сооружения может привести к переводу ПТС из стабильного в аварийное состояние. Помимо воздействия, оказываемого геологической средой на сооружение, происходит и обратное воздействие. Оно может проявляться в деформируемости пород основания, их разрушении, увлажнении за счет неконтролируемых утечек воды и т.п., что может вызвать нарушение механической устойчивости сооружения.

ПТС охватывает некоторое пространство, включающее собственно техническую систему (ТС), а также некоторую часть окружающей и геологической среды в пределах так называемой зоны влияния (ЗВ) или зоны воздействия технической системы на геологическую среду.

Рассматривая ПТС с позиций системного анализа, считают, что граница ПТС выбирается так, чтобы ограничить изменение геологической и окружающей среды под воздействием ТС в некотором оптимальном диапазоне по заранее выбранным критериям оптимальности. Эти границы в общей теории систем называются "гомеостатическими". Они характеризуют допустимый диапазон изменений характеристик ПТС, внутри которого данная ПТС еще сохраняет механическую устойчивость или "гомеостазис системы" (от греч. *homoios* — подобный, тот же самый и *stasis* — состояние, неподвижность), т.е. не переводит в другую систему. Строго говоря термин "гомеостазис", предложенный в 1929 г. американским физиологом У. Кенноном, применяется обычно к организмам для характеристики относительного постоянства их внутренней среды и устойчивости их основных физиологических функций, обеспечиваемых за счет механизмов саморегуляции. В более широком плане этот термин используется и для абиотических систем, когда надо подчеркнуть их состояние функциональной устойчивости.

Земная кора, атмосфера и гидросфера входят в состав *биосфера* – сложной прерывистой оболочки Земли, являющейся средой обитания биоты – живого вещества планеты. Под биосферой австрийский геолог Э.Зюсс, впервые употребивший этот термин в 1875г., понимал тонкую живую оболочку Земли. По иному понимал биосферу Вернадский В.И. «Биосфера – это среда нашей жизни, это та «природа», которая нас окружает». Биосфера по Вернадскому, включает не совокупность организмов, а составляет единое живое вещество планеты, находящееся в постоянном взаимодействии с абиотической средой и биокосными системами. Ученым очерчены границы биосферы. Верхняя граница проведена у озонового экрана, т.е. на высоте 17-25 км над Землей, а нижняя – внутри стратосферной части литосферы, т.е. до термической оценки 100⁰С, которая располагается

на глубине 8-10 км в зависимости от геотермического градиента. В таком случае в природе существуют и древние, или былые, биосферы, следы которых сохранились в виде окаменелостей животного и растительного мира, а также продуктов их жизнедеятельности.

С термином «биосфера» тесно смыкается термин «экосфера», которым Ю.Одум (1971) определял сферу деятельности живых организмов и окружающую их среду. Биосфера и экосфера являются синонимами. На этом основании ученые предпочитают не пользоваться термином «экосфера».

Но кроме природной существует и расширяется искусственная, или антропогенная (техногенная), оболочка. *Техносфера* – это созданная деятельностью человека среда обитания, являющаяся частью биосферы. К техносфере относятся все хозяйственные объекты – природно-технические, геотехнические, инженерно-геологические, технические системы и функционирующие в них технологические процессы. Хозяйственными объектами являются промышленность, сельское хозяйство, строительная индустрия, жилищно-коммунальное хозяйство.

Под воздействием хозяйственной деятельности человека техносфера развивается, и в результате разумных целенаправленных действий человека заставляет биосферу переходить в качественно новое состояние – *ноосферу* (от греч. *ноос* – разум, *сфера* – шар) или сферу разума. Понятие «ноосфера» было введено в науку французским математиком и философом Э.Леруа (1927) и использовалось французским биологом П.Тейяром де Шарденом, начиная с 1930г. Особенно широко применял этот термин В.И.Вернадский, который впервые обосновал переход биосферы в ноосферу. Ноосфера представлена В.И.Вернадским как особая оболочка Земли, к которой должно прийти разумное развитие человечества и в пределах которой проявляется позитивная хозяйственная деятельность человеческого общества. Ноосфера отражает духовную жизнь общества, и представляет собой вторую составную часть (после техносферы) – *социосферу*. Социосфера, или антропосфера (от греч. *антропос* – человек, *сфера* – шар), – это сфера Земли и Ближнего Космоса, которая в наибольшей степени прямо или косвенно видоизменена деятельностью человека.

В процессе семинарского занятия студентам предлагаются на обсуждение следующие вопросы:

- *что такое природно-техническая система? Каковы её основные элементы?*
- *каковы критерии выделения границ ПТС?*
- *природно-технические системы как результат взаимодействия природных геологических и технических объектов;*
- *техногенные воздействия на литосферу и их экологические последствия;*
- *типизация природно-технических систем по экологической опасности.*
- *экологическая роль и функции природно-технических систем.*

Практическое занятие № 6

Тема: «Учение о биосфере и ноосфере. Работы Вернадского В.И. и Ферсмана А.Е.» 4ч.

Цель: *ознакомить студентов с революционными открытиями Вернадского В.И. и Ферсмана А.Е, которые привели к формированию основ экологической геологии.*

Задания: *дать развернутую характеристику идей В.И. Вернадского и А.Е. Ферсмана как основателей учения о ноосфере.*

Понятие о **биосфере** впервые ввел в науку французский биолог, создатель одной из первых эволюционных теорий, Ж.-Б. Ламарк (1744-1829). Современное учение о биосфере разработал В.И.Вернадский (1863-1945). Биосфера – часть земного шара, в пределах которой существует жизнь. В то же время Вернадский различал живую пленку Земли (сумма населяющих землю в данный момент живых организмов) и область былых биосфер – органогенные осадочные породы. Биосфера – это специфически организованное единство

живого и минерального (косного) вещества, в том числе биокосных систем (почв и др.) Биосфера появилась на поздней стадии геологической эволюции. После того, как из расплавленной Земли выделились газы, сформировавшие первичную атмосферу, водяные пары, давшие начало гидросфере, и твердая поверхностная корка – первичная литосфера, возникли предпосылки для появления жизни. Населяющие биосферу живые организмы, в отличие от косной материи, способны аккумулировать энергию Солнца в виде химической энергии горючих полезных ископаемых. Организмы в процессе своей жизнедеятельности сформировали атмосферу земли, содержащую свободный кислород. Тем самым определили условия миграции вещества (окислительные обстановки на поверхности земли и преимущественно восстановительные в недрах), способность биоты быстрее по сравнению с косной материей реагировать на изменения внешней среды многократно ускорила темпы эволюции планеты. Биосфера эволюционировала вместе с изменениями форм структуры и организации жизни. Важная функция биосферы – регулярное создание живого вещества.

Одними из первых предпосылок формирования экологической геологии были работы В.И. Вернадского по геохимии биосферы. Открытые им законы и созданное учение о геосферах Земли, об эволюции биосферы явились мощным стимулом к дальнейшим исследованиям в этой области.

Биосфера не раз переходила в новое эволюционное состояние – отмечал Вернадский. В ней возникали новые геологические проявления, раньше не бывшие. Это, например, в кембрии, когда появились крупные организмы с кальциевыми скелетами. Или в третичное время (или конец мелового), 15-80 млн. лет назад, когда создавались леса и степи, и развивалась жизнь крупных млекопитающих. Также переход биосферы в ноосферу в результате реального преобразования человеком геологии земли усилиями мысли и труда.

В 1922-1923 гг. на лекциях в Сорбонне В. И. Вернадский обосновал биогеохимические явления как основу **биосферы**. Приняв за исходное биогеохимическую основу биосферы, французский математик и философ Е. Ле-Руа в своих лекциях в Коллеж де Франс в Париже в 1927 году ввел понятие ноосферы как современной стадии, геологически переживаемой биосферой. Что же такое ноосфера? **Ноосфера** - новое геологическое явление на нашей планете, когда главной геологической силой становится человек. Силой своего разума и труда, для того чтобы обеспечить свое существование, человек перестраивает область своей жизни. В результате в XX веке все более резко химически и биологически меняются прибрежные части морей и океана. И человек должен прилагать все больше усилий (умственных и трудовых) для того, чтобы сохранить для грядущих поколений морские богатства. Но человеком производятся не только никогда не существовавшие в природе минеральные вещества (например, самородный алюминий, выплавляемый в настоящее время в огромных количествах) и синтезируются все новые и новые органические соединения, но и создаются новые виды и расы животных, растений, бактерий. Ноосфера, как считал В. И. Вернадский, последнее из многих состояние эволюции биосферы в геологической истории. Ход этого процесса только начинает выясняться. Вернадский В.И. говорил, что человек – новая геологическая сила, скорость которой превосходит естественные геологические процессы. В. И. Вернадский подчеркивал, что деятельность человека имеет как положительные, так и отрицательные последствия. К числу негативных проявлений нарушения экологического равновесия в природных процессах относятся:

- химическое загрязнение компонентов биосферы,
- опасность неконтролируемого, неуправляемого использования атомной энергии.

Однако В. И. Вернадский выражал твердую уверенность в том, что человечество рано или поздно осознает пагубность неконтролируемого вмешательства в природные процессы и неизбежно встанет на прогрессивный путь развития. Таким образом, ноосфера - особый этап развития планеты, особая ее оболочка, в которой проявляется деятельность человеческого общества. Геохимическую деятельность человечества А. Е. Ферсман назвал **техногенезом**. Ноосфере свойственны и механическая, и

физико-химическая, и биогенная миграция, но не они определяют ее своеобразие. Главную роль играет техногенная миграция. Этап геологической истории, когда техногенез стал важным геохимическим фактором, В. А. Зубков предложил называть техногеом. Этап этот начался примерно 8000 лет назад, но только в XX веке техногенез стал главным геохимическим фактором на поверхности Земли. Ежегодно добывается около 100 млрд. тонн минерального сырья и каустобиолитов, горные породы перемещаются в ходе горных и строительных работ. Таким образом, первое существенное отличие ноосферы от биосферы — огромное ускорение миграции.

Процессы техногенеза можно разбить на 2 группы. Первая группа процессов унаследована от биосферы. К ней относятся:

- ✓ биологический круговорот; круговорот воды;
- ✓ рассеяние элементов; распыление вещества.

При изучении этих процессов в техногенезе используются понятия и методы, разработанные для анализа природных процессов.

Техногенные процессы второй группы находятся в резком противоречии с природными условиями. Так, характерное для ноосферы металлическое состояние Fe, Ni, Cr, V и многих других элементов не свойственно природе, не соответствует физико-химическим условиям земной коры. Человек здесь уменьшает энтропию, ему приходится тратить много энергии, чтобы получить и содержать данные элементы в свободном состоянии. В ноосфере все больше изготавливают химических соединений, никогда раньше не существовавших и обладающих свойствами, неизвестными у природных материалов (это искусственные полимеры, лекарства, лаки, краски, сплавы и т.д.).

Новым для биосферы является и производство атомной энергии, радиоактивных изотопов, сверхчистых веществ. Это второе коренное отличие ноосферы от биосферы: техногенез ведет к уменьшению геохимической контрастности ноосферы.

Так как техногенная миграция подчиняется социально-экономическим законам, то здесь действует другой тип информации — социальный. И это третье коренное отличие ноосферы от биосферы. В отличие от информации, характерной для биосферы, она значительно разнообразней. Рост социальной информации сопровождается уменьшением информации, характерной для биосферы.

Таким образом, для ноосферы в целом характерно следующее:

- ✓ Ноосфера образовалась и развивается в биосфере, другими словами, ноосфера - это биосфера, преобразующаяся под воздействием человека, изменяющего геохимию планеты и ее ландшафты.
- ✓ Основная преобразующая геохимическая сила в ноосфере - человек. Деятельностью человечества создан новый тип миграции химических элементов - техногенный. Этот тип миграции обуславливает перераспределение и рассеивание химических элементов, образование техногенных аномалий.
- ✓ Ноосфера характеризуется значительным ускорением миграции, уменьшением геохимической контрастности.
- ✓ Ноосфера отличается от биосферы большим объемом и разнообразием информации.
- ✓ Ноосфера использует и расходует энергию, накопленную биосферой.
- ✓ Ноосфера создает новые типы ландшафта — культурный, техногенный и агроландшафт, для которых возможно регулирование круговорота химических элементов.

Оптимизация круговорота элементов - непереносимое, обязательное условие развития ноосферы. Развитие ноосферы вызвало образование не только нового типа миграции элементов, но привело к проявлению новых процессов, ведущих к загрязнению окружающей среды - биосферы. Поэтому охрана окружающей среды в этих условиях становится важнейшей задачей человечества. Пути решения этой проблемы состоят в переходе от современных незамкнутых технологических систем к замкнутым системам производства, миграционные потери которых значительно меньше. Процесс эволюции поверхности нашей

планеты можно рассматривать как процесс превращения земной коры в биосферу, а биосферы в ноосферу. Ноосфера зарождается в недрах биосферы и направлена на ее преобразование. Это преобразование предусматривает создание новых ландшафтов, в которых возникает и может существовать новый тип круговорота химических элементов, исключающий загрязнение окружающей среды. Такие ландшафты следует рассматривать как ландшафты ноосферы. В них должны быть сбалансированы все химические элементы, находящиеся в круговороте. В биосфере встречаются ландшафты с избытком или недостатком тех или иных химических элементов, что приводит к развитию эндемических заболеваний. В ноосфере в культурных ландшафтах такое явление недопустимо. В культурном ландшафте можно и должно регулировать баланс круговорота химических элементов.



Типы ландшафтов ноосферы

Оптимизация перехода биосферы в ноосферу включает в себя оптимизацию биологического круговорота, оптимизацию круговорота воды. Оптимизированный биологический круговорот должен характеризоваться энергичным фотосинтезом, высокой продуктивностью и разнообразием биологической продукции, а также быстрым разложением остатков организмов и включением продуктов их минерализации в новый цикл круговорота. Необходима также минимализация выхода химических элементов из биологического круговорота, с тем чтобы N, P, K и другие химические элементы не включались в водную миграцию. При этом избыточные элементы должны удаляться из системы, а дефицитные - привноситься.

Очень важна мобилизация внутренних ресурсов биосферы для усиления биологического круговорота, например, использование сапропеля, торфа, бурого угля для удобрений.

Примером оптимизации биологического круговорота, считает А. И. Перельман (1989), могут служить лесные ценозы. Он приводит следующий пример. Появление лесных ландшафтов около 350 миллионов лет назад обусловило накопление большой органической массы, а следовательно, и разложение большого количества остатков растений и животных. Это привело к подкислению почвенного раствора и выщелачиванию почв и стало причиной обеднения почв элементами питания и, следовательно, минерального голодания растений. В процессе эволюции голосемянные растения сменились покрытосемянными, лучше приспособленными к таким условиям, так как они полнее поглощают из почвы Ca, Mg, Na, K. Но до конца природа так и не смогла разрушить это противоречие.

В ноосфере это противоречие исчезает, так как человек, удобряя поля, оптимизирует геохимическую обстановку. Но возникают новые противоречия, так как поля появляются на месте сведенных и вырубленных лесов!

Оптимизация круговорота воды достигается орошением пустынь, осушением болот, опреснением морских вод, охраной их от загрязнения. Однако геохимическое обоснование инженерных проектов часто оказывается несостоятельным, что приводит к различным нежелательным последствиям. Такие просчеты, накладываясь на глобальные явления изменения климата, могут стать особенно опасными.

Студентам предлагается обсудить на семинарском занятии следующие вопросы:

- ✓ модели возможного развития человечеством биосферы;
- ✓ сценарии и пути возможного развития;
- ✓ учения о ноосфере, этапы возможного продвижения к ней;

Практическое занятие №7.

Тема: «Устойчивость геологической среды к техногенным воздействиям. Механизмы обеспечения устойчивости геологической среды» 2ч.

Цель: ознакомить студентов с некоторыми аспектами устойчивости геологической среды к техногенным воздействиям.

Задания: составить таблицу техногенных воздействий на геологическую среду.

Всякая геосистема приспособлена к определенной природной среде, в рамках которой она устойчива и нормально функционирует. Многие техногенные факторы, особенно так называемые загрязнения, не имеют аналогов в природе, и устойчивость геосистем к подобным возмущающим факторам имеет специфический характер. Разнообразие техногенных воздействий на геосистемы намного превосходит набор возможных возмущений природного происхождения. Устойчивость геосистем приходится рассматривать в отношении каждого фактора в отдельно, так что число возможных ситуаций оказывается весьма значительным. В каждой конкретной ситуации механизмы устойчивости и ее порог имеют свои особенности, и в каждом конкретном случае следует искать «слабое звено» и стабилизирующие факторы.

В механизме устойчивости геосистем против техногенных нагрузок роль отдельных компонентов, процессов или свойств может оказаться неоднозначной и даже противоречивой. Так, с точки зрения противодействия техногенному химическому загрязнению благоприятными внутренними факторами следует считать интенсивный сток и большую скорость ветра. Но те же факторы благоприятствуют эрозии и дефляции, т.е. определяют неустойчивость геосистемы к механическому воздействию. Критерии устойчивости к химическому и механическому воздействию в значительной степени исключают друг друга. Даже такой общепризнанный стабилизирующий фактор, как растительный покров, может играть при химическом загрязнении отрицательную роль, поскольку способен аккумулировать вредные соединения и элементы.

Для оценки устойчивости геологической среды используют коэффициент устойчивости.

Устойчивость геосистемы состоит в ее способности при воздействии внешнего фактора пребывать в одном из своих состояний и возвращаться в него за счет инертности и восстанавливаемости, а также переходить из одного состояния в другое за счет пластичности, не выходя при этом за рамки инварианта в течение заданного интервала времени". Существует достаточно много форм устойчивости систем:

Различают два вида:

- ✓ "устойчивость 1" — неизменность во времени или в пространстве безотносительно к причине (внешней или внутренней), инертность, стабильность. Этот вид не предполагает активной реакции системы на воздействие, что отвечает ее стабильности.
- ✓ "устойчивость 2" — способность систем противостоять внешним и внутренним возмущениям, сохраняя равновесное или гомеостатическое состояние, а также структуру, характер функционирования и траекторию движения в течение относительно продолжительного времени, сравнимого с характерным временем изменяющих систему процессов. Устойчивость этого типа в большинстве случаев возникает в результате способности ее к саморегулированию под действием обратных связей.

Зависимость устойчивости геологической среды от интенсивности воздействующего

фактора определяет дифференцированное обоснование предельно допустимых уровней (ПДУ) техногенной нагрузки для поддержания различных форм устойчивости. При превышении ПДУ наступает отказ системы — ее разрушение, т.е. переход в качественно иное состояние.

Наряду с термином "устойчивость" применяются и другие понятия для характеристики взаимодействия геологической среды и инженерных сооружений. В частности, нередко используется такое понятие, как чувствительность геологической среды к техногенным воздействиям, гомеостазис, инвариантность. Чувствительность — понятие обратное по своему значению понятию "устойчивость".

Относительно применения понятия "устойчивость" выделяют три возможных случая, различающихся по принципу конкретизации объекта:

- ✓ относительно определенного вида воздействия на эту систему: например, механическая устойчивость массива по отношению к механическому воздействию и т.п. Поскольку число видов техногенных воздействий достаточно велико, то, соответственно, и велико число видов устойчивости.
- ✓ свойство устойчивости геологической среды является изначальным и не зависит от внешнего воздействия. Например, тип геологического строения территории, особенности взаимосвязи водоносных комплексов, наличие буферных зон и термодинамических геохимических барьеров определяют устойчивость данного типа территории к ее химическому загрязнению.
- ✓ устойчивость геологической среды определяется на компонентной основе, т.е. выясняется подверженность отдельных компонентов геологической среды техногенным изменениям.

Таким образом, относительность понятия "устойчивость" заключается также в неопределенности величины незначительных допустимых изменений состояния системы — ПДУ. Величина ПДУ может быть определена по различным критериям. В частности, для отдельных видов воздействий устойчивость объектов геологической среды к данному техногенному воздействию определяется критическими величинами этих воздействий, превышение которых приводит к разрушению системы или переводу ее в новое состояние. Так, для механического воздействия на грунты ПДУ определяется критическими показателями их прочности или деформируемости и т.д.

Для количественной оценки устойчивости компонентов геологической среды к тому или иному воздействию может быть использован коэффициент устойчивости. K_u меняется в пределах от 0 до 1 и определяется двояко.

В соответствии с этим коэффициентом может быть разработана шкала устойчивости элемента к данному техногенному воздействию. Однако следует иметь в виду, что такая шкала вряд ли может быть универсальной для всех видов техногенных воздействий. Если же коэффициент устойчивости становится больше единицы, это свидетельствует о повышении качества геологической среды, повышении устойчивости ее данного элемента к техногенному воздействию.

Выбор и обоснование характеристик для расчетов K_u имеют очень важное значение для оценки техногенного воздействия на геологическую среду и должны основываться на ведущих свойствах рассматриваемых элементов геологической среды.

Устойчивость геосистем к загрязнению биохимически активными техногенными веществами (пестицидами, нефтепродуктами). В данном случае устойчивость определяется условиями разложения, рассеяния и удаления привнесенных в геосистему веществ. В свою очередь, условия разложения зависят от количества поступающей солнечной энергии и особо ее ультрафиолетовой части как катализатора фотохимических реакций, от гидротермического режима почв (с которым связана микробиологическая деятельность), окислительно-восстановительных и щелочных условий почв и вод. В целом перечисленные факторы изменяются зонально, и соответственно скорость самоочищения

уменьшается с севера на юг. Однако локальные закономерности более сложны: многие морфологические структурные части ландшафта (например, болота) играют роль геохимических барьеров, или своего рода ловушек, способных накапливать загрязняющие вещества.

Что касается интенсивности выноса продуктов техногенеза, то она зависит от величины стока, водопроницаемости почвогрунтов, уклонов поверхности и дренированности территории, ветрового режима (скорости и направления ветра, температурные инверсии, штили).

Иные сочетания свойств геосистем и иные структурные особенности определяют степень устойчивости к механическим нагрузкам, вырубке, пожарам, выпасу и т.д. Эрозионная устойчивость, например, зависит от расчлененности рельефа, интенсивности снеготаяния и осадков, физических свойств почвогрунтов. Устойчивость к рекреационным нагрузкам в первую очередь зависит от устойчивости напочвенного покрова к вытаптыванию, а также от устойчивости древостоев к загрязнению воздуха.

Вряд ли возможно найти единый показатель «интегральной» устойчивости геосистем к техногенному воздействию. Можно, однако, указать некоторые наиболее общие критерии, имеющие силу в большинстве случаев. Это, прежде всего, высокая интенсивность функционирования и сбалансированность функций геосистемы, включая биологическую продуктивность и возобновимость растительного покрова. В свою очередь эти качества определяются оптимальным соотношением тепла и влаги. Основными факторами неустойчивости геосистем являются недостаток тепла и влаги, гравитационная и тепловая (в условиях многолетнемерзлых пород) неустойчивость твердого фундамента. В этих условиях (как впрочем, и в более благоприятных) важным стабилизирующим фактором служит растительный покров, но он относится к числу наиболее уязвимых компонентов, и его устойчивость (возобновимость) находится также в прямой зависимости от соотношения тепла и влаги.

Эти общие критерии устойчивости (и неустойчивости) должны конкретизироваться не только применительно к различным формам и факторам воздействия, но и к различным уровням и типам геосистем. Иначе говоря, при анализе устойчивости геосистем к техногенным воздействиям необходимо опираться на региональные и локальные ландшафтно-географические закономерности, на таксономию и классификацию геосистем. Устойчивость геосистем в зависимости от конкретной задачи исследования можно рассматривать на зональном, собственно ландшафтном и фациальном уровнях.

Геологическая среда считается неустойчивой, если она сформировалась в термодинамической обстановке, не соответствующей современным физико-географическим условиям. Чем больше мощность многолетнемерзлых пород (ММП), тем более они устойчивы к техногенным воздействиям. Показателем оценки устойчивости геологической среды к техногенным воздействиям является состав пород.

При самых широких сравнениях отчетливо выявляются различия в устойчивости ландшафтов различных типов. Так, тундровые ландшафты очень неустойчивы ко всяким техногенным нагрузкам. Дефицит тепла определяет низкую активность биогеохимических процессов и медленную самоочищаемость от промышленных выбросов. Мерзлотный водоупор препятствует инфильтрации, а растительный покров легко разрушается при механическом воздействии и очень чувствителен к сернистому ангидриду и другим атмосферным загрязнителям. Неустойчивость растительного покрова служит причиной нарушения теплового равновесия в приповерхностном слое многолетнемерзлой толщи, что ведет к просадкам, термокарсту и т.д.

Таяжные ландшафты в целом более устойчивы, чем тундровые, благодаря большей теплообеспеченности и мощному растительному покрову. Обильный сток благоприятствует удалению водорастворимых техногенных веществ. Однако биогеохимический круговорот еще довольно замедленный, микробиологическая активность слабая. Существенным отрицательным фактором служит сильная заболоченность. Устойчивость к механическим и

другим нагрузкам резко ослабляется при сведении лесного покрова.

В пустынных ландшафтах интенсивная солнечная радиация способствует быстрому самоочищению от органических загрязнителей, но вынос продуктов техногенеза замедлен из-за недостатка влаги, и эти продукты легко накапливаются на геохимических барьерах – понижениях, впадинах. Растительность пустынь устойчива к тяжелым металлам и способна накапливать их, тем самым, содействуя аккумуляции их в ландшафтах. Легкая ранимость растительности обуславливает неустойчивость ландшафтов к механическим нагрузкам, создаваемым выпасом, передвижением транспортных средств и т.д. Минерализованность почвогрунтов и грунтовых вод – фактор неустойчивости к ирригации.

При более детальном анализе в пределах каждого типа может быть обнаружено большое разнообразие условий, связанное со спецификой отдельных ландшафтов и их видов.

Не менее важен вопрос о механизмах устойчивости геологической среды и отдельных ее компонентов. Все механизмы устойчивости делятся на четыре группы — механизмы, сохраняющие (стабилизирующие): 1) состояния систем; 2) тип функционирования; 3) структуру; 4) направленность (траекторию) движения систем. Среди механизмов, сохраняющих состояние геологической среды и ее компонентов, выделяются: инерционность системы, закрытость (замкнутость) системы, проточность системы и отрицательная обратная связь.

Таким образом, определение устойчивости геологической среды к техногенным воздействиям позволяют снизить их влияние и предпринять необходимые корректирующие мероприятия или в случае проведения рекультивационных работ не только определить объем, выполняемых работ, но и дальнейшее использование территории.

В процессе семинарских занятий студентам предлагается описать, охарактеризовать, привести примеры по следующим вопросам:

- *виды устойчивости геологической среды;*
- *устойчивость различных природных ландшафтов;*
- *«устойчивость» и «чувствительность» геологической среды, соотношение понятий.*

Практическое задание №8.

Тема: «Методы изучения техногенных изменений геологической среды» 2ч.

Цель: *ознакомить студентов с основными методами изучения техногенных изменений геологической среды.*

Задания: *составить таблицу методов изучения техногенных изменений геологической среды.*

При подготовке к семинарскому занятию студентам следует обратить внимание на следующие вопросы:

- ✓ *понятие «мониторинг геологической среды»*
- ✓ *виды мониторинга;*
- ✓ *объекты мониторинга;*
- ✓ *назначение и содержание отдельных видов мониторинга окружающей среды.*

Наблюдательные сети и программы наблюдений. Виды наблюдений. Организация системы пунктов получения информации. Обоснование режима наблюдений. Наземные и дистанционные (аэрокосмические) методы наблюдений в системе мониторинга. Роль геофизических методов наблюдений в мониторинге.

Задачи и содержание геоэкологических исследований

Прямая и обратная задача исследований

Геоэкологическое картографирование

Предназначение, содержание и легенда общей геоэкологической карты.

Методика составления и содержания частных геоэкологических карт

Геоэкологическая оценка

Виды оценок: для нужд с/х, условий обитания человека, условий строительства и функционирования различных промпредприятий

Геоэкологический мониторинг

Дистанционные и полевые (стационарные, экспедиционные) методы получения экологической информации. Прогнозирование реакции ландшафтов на различные антропогенные воздействия.

Экологически значимые свойства геосистем: устойчивость или уязвимость к воздействиям

В процессе семинарских занятий студентам предлагается описать, охарактеризовать, привести примеры по следующим вопросам:

- *принципы разбивки сети СППИНФ – системы пунктов получения информации;*
- *наблюдательные полигоны, точка наблюдения, наблюдательный пост, виды наблюдательных полигонов;*
- *дистанционные методы оценки техногенных изменений геологической среды и их роль в системе мониторинга геологической среды;*
- *режимные стационарные наблюдения;*
- *ретроспективные наблюдения;*
- *инвентаризационные наблюдения.*

Практическое занятие №9

Тема: «Техногенные воздействия на геологическую среду, их источники и классификации» 4ч.

Бытует ошибочное мнение, что в отличие от растений или животных, которые более или менее чутко реагируют на техногенные (вызванные человеком) воздействия, сама "земля" (а точнее - верхние горизонты литосферы, горные породы и почвы) может "выдержать" что угодно: и сброс загрязнений, и подземные атомные взрывы, и захоронение всевозможных токсичных или просто ненужных отходов, и безудержную эксплуатацию недр, откуда извлекаются в гигантских масштабах всевозможные полезные ископаемые, и т.д. Но это глубоко ошибочное мнение. Всему есть предел, как есть предельно допустимые уровни техногенных воздействий и на литосферу

У человечества хватило здравого смысла запретить ядерные испытания в атмосфере и гидросфере - **геосферах Земли**, наиболее уязвимых и значимых в экологическом плане. Но до последнего времени некоторые страны (Франция, Китай) проводили и проводят испытания в **литосфере**, хотя экологическое значение этой геосферы Земли ничуть не меньше (а в ряде случаев намного больше) первых двух. Налицо преступная безграмотность в области экологической геологии, граничащая с преступлением против всего человечества.

Но кроме подземных ядерных испытаний, "расшатывающих" литосферу и загрязняющих ее радионуклидами, не меньшую тревогу должны вызывать, казалось бы, такие относительно "безобидные" воздействия на литосферу, как создание свалок твердых бытовых отходов (часто не контролируемых), загрязнение промышленными стоками подземных вод и вследствие этого сокращение запасов на Земле питьевой воды, механическое (статическое и динамическое), термическое, электромагнитное и другие виды воздействий на верхние горизонты земной коры. Одни лишь коммунальные отходы, накапливающиеся на свалках и частично поступающие в литосферу, представляют собой существенный фактор **техногенного воздействия**. Количество коммунальных отходов, приходящихся за год на одного человека, в некоторых странах достигает огромных величин (табл. 2), а их утилизация представляет серьезную проблему во всем мире.

В результате разномасштабных проявлений техногенных воздействий Земля превращается в гигантскую свалку, **литосфера** начинает испытывать необратимые негативные изменения, экологические последствия которых трудно предсказуемы. Необходимо развеять ложность бытующих неверных представлений о литосфере как геосфере, которая "может все выдержать".

С каждым годом интенсивность воздействия человека на литосферу возрастает. К 1985 году суммарная площадь суши, покрываемая всеми видами инженерных сооружений (здания, дороги, водохранилища, каналы и т.п.), составляла около 8%, к 1990 году она превысила 10%, а к 2000 году - до 15%, то есть приблизилась к величине 1/6 площади суши Земли. Если же сюда прибавить площади, используемые на Земле под сельское хозяйство, то получится, что этими видами деятельности затронуто около половины суши (без Антарктиды). При этом надо иметь в виду, что поверхность и подземное пространство литосферы "осваиваются" очень неравномерно.

В ряде мест, особенно в городах, концентрация различных инженерных сооружений достигает очень большой величины. На урбанизированных территориях практически невозможно найти неизменные участки литосферы или девственные, неизменные участки рельефа.

"Освоение" **литосферы** идет не только вширь, но и вглубь. Полезные ископаемые добываются все с большей глубиной. Растет число шахт и карьеров глубокого заложения, увеличивается глубина буровых скважин (достигших отметки 12 км). Из-за недостатка площадей в городах человек все в большей степени осваивает и использует подземное пространство (метро, переходы, тоннели, хранилища, архивы). Наибольшее по масштабам **техногенное воздействие** человека на **литосферу** обусловлено, прежде всего, такими видами деятельности, как горнотехническая (добыча и переработка полезных ископаемых), инженерно-строительная, сельскохозяйственная и военная. Все они действуют как мощный геологический фактор, меняющий лик Земли, состав, состояние и свойства литосферы, а, следовательно, и как фактор, влияющий на состояние экосистем. Можно привести много примеров, раскрывающих масштабы техногенных воздействий на литосферу. Ограничимся лишь некоторыми. В настоящее время общая протяженность железных дорог на Земле составляет более 1400 тыс. км., то есть в 3,5 раза больше, чем расстояние от Земли до Луны. И на всем этом протяжении нарушается почвенный покров, меняются геологические условия прилегающих к дороге территорий, возникают новые геологические процессы. Протяженность автомобильных дорог в мире еще больше. Вдоль автотрасс также происходит нарушение геологических условий. Подсчитано, что при прокладке 1 км дороги нарушается около 2 га растительного и почвенного покрова.

Суммарная длина берегов только искусственных водохранилищ, построенных на территории бывшего СССР к середине 80-х годов, равнялась длине экватора Земли. На всем их протяжении развивались и продолжают развиваться различные геологические процессы (активизация склоновых процессов, переработка берегов, подтопление и т.д.). Протяженность магистральных оросительных и судоходных каналов на территории СНГ, также изменяющих геологическую обстановку, намного больше и составляет около 3/4 расстояния от Земли до Луны.

Техногенная деятельность человека на Земле способна не только вызывать активизацию или, наоборот, замедлять развитие природных геологических процессов, но может также породить новые инженерно-геологические процессы, которые раньше на данной территории не отмечались. Техногенная деятельность человека может приводить даже к возникновению таких грандиозных и опасных геологических явлений, как землетрясения. Это явление известно под названием "наведенная сейсмичность". Чаще всего землетрясения техногенного происхождения возникают в связи с созданием крупных и глубинных водохранилищ. Так, например, один из первых случаев возникновения техногенных сейсмических явлений при заполнении водохранилища был отмечен в 1932 году в Алжире при строительстве плотины высотой в 100 м на реке Уэд-Фодда, когда в

период заполнения водохранилища стали возникать сейсмические толчки, достигавшие 7 баллов и исходившие из гипоцентра, расположенного на глубине 300 м. С окончанием заполнения водохранилища сейсмическая активность постепенно прекратилась. Но обычно наведенная сейсмичность проявляется, постепенно снижаясь, еще в течение нескольких лет (до 3 - 5 лет) после окончания заполнения водохранилища. Позже аналогичные явления были зафиксированы в странах Европы (Россия, Италия, Франция, Греция, Швейцария), Азии (Китай, Япония, Пакистан), в Австралии и США. Сейсмические колебания земной коры, соизмеримые с крупными землетрясениями, возникают и при подземных ядерных испытаниях. Существует мнение, что они могут являться причиной активизации сейсмичности в соседних регионах, служить своеобразным "спусковым крючком".

Как крупнейший геологический фактор на Земле человек в огромных объемах производит и искусственные грунты - перемещенные или созданные массы горных пород, отвалы, насыпи, намывные грунты, шлаки, золы и т.п. Причем этот процесс получил такие широкие масштабы, что стал соизмерим с естественным осадконакоплением. В настоящее время искусственные (или техногенные) грунты уже покрывают более 55% площади суши Земли. Но их распространение крайне неравномерно, и в ряде урбанизированных районов искусственные грунты покрывают 95 - 100% территории, а их мощность достигает нескольких десятков метров. Особенно сильно интенсивность образования искусственных грунтов идет в европейской части России и на юге Сибири. Среди техногенных грунтов наиболее экологически опасны те, которые формируются из различных отходов.

Характерным примером образования огромных масс искусственных грунтов является строительство крупных топливно-энергетических комплексов. При открытом способе разработки угольного разреза, помимо угля, перемещается огромная масса вскрышных пород. Сжигаемый затем уголь превращается в золу и шлаки, поступающие в отвалы, масштабы которых достигают гигантских размеров. Их утилизация - серьезная экологическая проблема на Земле. Если удаление золы из топок ТЭС происходит водным способом (гидроудаление), то зола по пульпопроводу сбрасывается в пруды-отстойники, на дне которых осаждаются огромные массы искусственных зологрунтов. В итоге намытыми зологрунтами покрываются значительные площади, происходит деградация **природных ландшафтов** и экосистем. Антропогенные перемещения и изменения масс горных пород, а также элементного, геохимического состава верхних горизонтов литосферы, включая подземную гидросферу, привели к техногенному изменению геофизических полей Земли - гравитационного, магнитного, электрического, радиационного, теплового. Все эти поля Земли в настоящее время уже не первозданные, не природные по своей структуре и свойствам. Они в большей или меньшей степени техногенно искажены, причем далеко не в благоприятном для экологии человека и других организмов направлении.

Классификация техногенных воздействий на геологическую среду.

Техногенными воздействиями называются различные по своей природе, механизму, длительности и интенсивности влияния, оказываемые человеком на элементы геологической среды в процессе его жизнедеятельности и хозяйствования.

Проявления техногенных воздействий человека на геологическую среду, их структура и интенсивность формировались и изменялись одновременно с развитием общества и достигли наивысшего своего развития в современный период, который характеризуется возникновением опасности глобальных изменений геологической среды в целом.

Вопросы систематизации техногенных воздействий на геологическую среду начали разрабатываться с 50-60 годов прошлого столетия.

В настоящее время предложено много общих и частных классификаций техногенных воздействий, построенных по разным признакам деления. Но ни одна из них не является общепризнаной и всеобъемлющей. Отсутствуют и нормативные документы по типизации техногенных воздействий и терминологии, связанной с ними.

Классификация техногенных воздействий ведется по направлениям:

видам хозяйственной деятельности – для горнодобывающей промышленности, гидротехнической, для АЭС, для городского строительства;

набору определенных воздействий на конкретный компонент геологической среды, вызывающих – изменение рельефа, изменение гидрогеодинамической обстановки, изменение условий тепломассопереноса, изменение горных пород;

комплексу параметров, отражающих природу воздействия – время воздействия, направленность, площадь.

А.Д.Жигалиным предложена классификация источников и типов техногенного воздействия. Источники воздействия классифицируются по типам, периодичности, интенсивности, по форме, размерам, положению относительно объекта воздействия. По виду оказываемого источниками воздействия они подразделяются на источники воздействия:

механическое воздействие (мусор, твердые отходы);

физическое воздействие (тепловое, радиоактивное, шумовое, вибрационное, электромагнитное);

химическое воздействие (тяжелые металлы, пестициды, химические вещества и элементы);

биологическое воздействие (биогенное, микробное);

геологическое воздействие.

Предложена классификация техногенных воздействий по группе факторов: связанных с изъятием веществ из ландшафтно-геохимических систем и связанных с привнесением веществ в системы (Глазовская М.А.).

Характер и интенсивность техногенного воздействия на геологическую среду зависит от особенностей функционирования хозяйственных объектов. В реальной обстановке воздействия от отдельных источников часто накладываются, суммируются, подавляются и видоизменяются. Это вызывает определенные трудности при выделении и типизации техногенных воздействий.

Студентам предлагается обсудить и охарактеризовать следующие вопросы, привести примеры:

- ✓ *техногенные воздействия на литосферу;*
- ✓ *их систематика и экологические последствия;*
- ✓ *природа техногенных воздействий;*
- ✓ *показатели оценивания техногенного воздействия на геологическую среду и техногенную измененность геологической среды;*

Практическое занятие №10

Тема: «Историческая геоэкология. Есть ли у современного кризиса аналогии с предшествующими?» 2ч.

Вся геологическая история планеты Земля – это бесконечная смена физико-географических условий, различных по масштабам и времени проявления катастроф, череда объединения и разъединения материков и микроконтинентов, рождения и исчезновения океанов, окраинных и эпиконтинентальных морей, возникновения и размыва горных хребтов и массивов, появления, расселения и вымирания организмов, а следовательно, непрерывная во времени смена экологических условий. Их реконструкцией и анализом развития и занимается *историческая геоэкология. Историческая геоэкология – наука о Земле, происхождении человека и формировании цивилизаций.*

Появление и развитие человека в ландшафтной оболочке. Влияние природных условий на появление, расселение и образ жизни древних людей. Экологический кризис плейстоцена. Стратегия выживания во взаимодействиях человека с окружающей средой.

Особенности взаимоотношений человека и окружающей среды в древних

земледельческих цивилизациях. Неолитическая революция и её последствия: возникновение городов и государств. Особенности природопользования в древних земледельческих «речных» цивилизациях. Причины возникновения первых экологических кризисов: опустынивание Северной Африки (Сахара), опустынивание местности в Месопотамии, возникновение пустыни Калахари. Активизация эоловых процессов, спровоцированных антропогенной деятельностью, вызвала погребение песками многих городов, поселений и оазисов Средней и Передней Азии.

Изменение характера природопользования в Древней Греции и Древнем Риме. Возникновение «морских» цивилизаций, финикийской и греческой колонизации средиземноморья. Стратегия освоения окружающей среды. Отражение взаимодействия человека и природы в античной культуре. Особенности природопользования в Древнем Риме – появление первых признаков общества потребления.

Взаимоотношение человека и окружающей среды в эпоху феодализма. Причины и предпосылки расширения ойкумены в эпоху Великих географических открытий, возникновение океанических цивилизаций. Усиление действия человека на окружающую среду по мере совершенствования орудий труда и технологии производства.

Философы Древней Греции и Китая призывали жить в полном согласии с природой, не нарушать природных законов и указывали на необходимость выработки основных экологических кризисов.

В Средневековье экологические кризисы не приобрели глобального характера. Слишком слабым было воздействие человека на природную среду. Нарушенные им ландшафты успевали вновь возродиться. Только с началом эпохи техногенеза (конец XVII - начало XVIII в.) воздействие человеческой деятельности на среду его обитания становится всеобщим.

Научно-техническая революция и резкое увеличение антропогенного воздействия на окружающую среду. Стратегия преобразования природы, концепция её оптимизации и управления. Научно-техническая революция и экологические проблемы человечества.

Причины экологического кризиса

Развитие природы в последние тысячелетия тесно взаимосвязано с развитием человеческого общества. Поэтому неудивительно, что сегодня проблемы, касающиеся взаимодействия человека и природы, считаются одними из самых сложных и насущных в современном мире. Они затрагивают практически все сферы человеческой деятельности, не считаясь ни с государственными границами, ни с вероисповеданием. Уже сегодня ученые говорят о глобальном экологическом кризисе, и если человечество не сделает ничего для того, чтобы исправить сложившуюся ситуацию, этот кризис может обернуться катастрофой для всей планеты. Будущее всего живого Земли зависит от правильности выбора пути дальнейших отношений человека и природы.

У современного экологического кризиса есть несколько причин:

- **безудержный и очень быстрый рост населения Земли**

Сейчас на нашей планете живет около 6 млрд. человек. По мнению ученых, это значительно больше допустимого для биосферы Земли населения людей.

При этом каждому человеку нужна крыша над головой, свет, тепло, еда, одежда, и до сих пор большинство этих потребностей удовлетворяется за счет жесточайшей эксплуатации природы.

- **несовершенные сельскохозяйственные и промышленные технологии**

Загрязнение воздуха, воды, почв, вырубка лесов и распашка степей, эрозия - все это показатель того, как мало мы еще знаем и умеем, какой ценой и за счет чего достается нам наше материальное благополучие.

- **легкомысленность человечества и пренебрежение законами развития биосферы**

Антропоцентричное мировоззрение большей части населения Земли, по-видимому, основная причина современного экологического кризиса. Наше общество еще не перестало быть потребительским.

Пока стратегия общения человека с природой строится по принципу: все для блага человека, трудно добиться заметных успехов в деле ее охраны. Необходимо полностью изменить взгляд на природу и на место в ней человека. В конце концов, это не просто стремление к самосохранению, это - возвращение к своим истокам.

Экологические катастрофы разного масштаба становятся возможными, когда перестают работать естественные механизмы саморегулирования биосферы, гидросферы и т.д.

Студентам предлагается обсудить и охарактеризовать следующие вопросы, привести примеры:

- ✓ *экологическая катастрофа;*
- ✓ *природные и техногенные катастрофы;*
- ✓ *экологические кризисы в истории человечества, признаки глобального экологического кризиса современности;*
- ✓ *перспективы развития человечества при соблюдении экологических императивов.*

4 семестр

Практическое занятие №1

Тема: «Загрязнение окружающей среды. Развитие энергетики и проблемы термического загрязнения геологической среды» 2ч.

Цель: *научиться проводить оценку загрязнения окружающей среды.*

Задания: *дать оценку загрязнения атмосферного воздуха, почв и растительности на территории ТЭК (топливно-энергетических комплекса) и АЭС.*

Отрицательное воздействие техногена объединяется понятием *загрязнение природной среды.*

В различных геосистемах геохимически нормальный фон и амплитуда его временных изменений существенно различны. Это обуславливает невозможность определения единого уровня концентрации тех или иных техногенных веществ, вызывающих эффект загрязнения. Геохимическое своеобразие ландшафтов разных природных зон делает также весьма условными единые для всех природных зон нормы предельно допустимых концентраций загрязнителей. Поэтому при решении проблем загрязнения окружающей среды необходимо учитывать ландшафтно-геохимические особенности конкретной территории. Они должны учитываться на всех этапах работ: при постановке экспериментальных исследований, при прогнозе влияния техногенеза на экосистемы, при выборе системы мониторинга и организации мер охраны среды.

В соответствии с положением В.И.Вернадского о ведущей роли живого существа в биосфере и слагающих её биокосных телах критерием загрязненности должно быть состояние и функционирование присущих данной системе живых организмов. В незагрязненных биокосных системах пределы колебаний концентрации техногенных веществ, а также формы их нахождения в данной системе должны удовлетворять следующим условиям:

1. Не нарушаются газовые, концентрационные и окислительно-восстановительные функции живого вещества системы, регулирующие геохимическое самоочищение системы.
2. Изменения биохимического состава первичной и вторичной продукции не вызывают нарушения жизненных функций в каком-либо из звеньев пищевых цепей не только данной системы, но и за её пределами.
3. Не понижается биологическая продуктивность системы.
4. Не снижается информативность системы: сохраняется необходимый для существования системы генофонд.

При нарушении любого из перечисленных условий происходит техногенная трансформация данной природной системы, а при критических уровнях техногенного воздействия – её разрушение.

В ноосфере используется текущая солнечная радиация и энергия былых биосфер, заключенная в ископаемом топливе. Кроме того, человек производит энергию, чуждую биосфере – атомную.

Поэтому техногенные ландшафты имеют еще большую неравновесность, чем природные, что создает предпосылки для более высокой самоорганизации. Но это потенциал остается невостребованным, так как незнание законов самоорганизации этих систем приводит к уменьшению устойчивости и деградации систем.

Используемая в ноосфере энергия частично производит работу, частично выделяется в виде тепла. Пока эффект техногенного разогрева сравнительно невелик, в т.ч. в 25000 раз меньше солнечного (в крупных городах выделение техногенного тепла составляет около 5% от солнечного). Но при условии ежегодного роста производства энергии от 5% до 10% через 100-200 лет техногенное тепло будет сопоставимо с величиной радиационного баланса. Это приведет к существенным изменениям климата.

Студентам предлагается обсудить и охарактеризовать проблемы загрязнения геологической среды, охарактеризовать и привести примеры

- ✓ техногенных аномалий: глобальные, региональные, локальные;
- ✓ техногенных геохимических барьеров;
- ✓ эколого-геологические аспекты энергетики;
- ✓ экологические проблемы различных видов производства и потребления энергии;
- ✓ экологически чистые и возобновимые источники энергии;
- ✓ проблемы окружающей среды и альтернативные энергетические стратегии человечества.

Практическое задание №2

Тема: «Техногенные культурные ландшафты» 2ч.

Цель: ознакомить студентов с наиболее характерными культурными ландшафтами геологической среды.

Задания: составить таблицу культурных ландшафтов геологической среды.

При подготовке к семинарскому занятию студентам необходимо обратить внимание на следующие вопросы:

- ✓ общие понятия о ландшафте;
- ✓ классификация ландшафтов;
- ✓ компоненты ландшафта;
- ✓ устойчивость ландшафта, критерии устойчивости;
- ✓ культурные ландшафты, признаки культурного ландшафта;
- ✓ техногенные ландшафты.

Антропогенный процесс все сильнее давит на привычные нам ландшафты, часто полностью изменяя их за счет непрерывно расширяющегося строительства городов, транспортных систем, нового стиля ведения сельского хозяйства и других многочисленных факторов.

Значительный ущерб природной среде наносят карьеры по добыче минерального сырья и отходы их переработки. В результате добычи минерального сырья на поверхность вынесены сотни миллионов тонн горных пород различного геологического возраста. Кроме того, отсыпаны сотни миллионов тонн отходов обогащения минеральных руд, угольной

промышленности, которые представлены в основном «мертвым» субстратом, легко распространяющимся на сотни километров от мест складирования. На месте естественных, устойчивых биогеоценозов и агроландшафтов образовались новые техногенные ландшафты, которые являются источниками промышленной эрозии, так как их поверхность весьма неустойчива ввиду длительного отсутствия на их поверхности зеленых растений.

Техногенные ландшафты – это природные системы, управляемые преимущественно человеком. Это городские системы со всей городской и пригородной инфраструктурой: жилые кварталы, улицы и площади, места отдыха, промзоны, пути сообщения, системы жизнеобеспечения (водоснабжение и канализация, сбор и переработка мусора, энергоснабжение и отопление). Это места добычи и переработки минеральных ресурсов (карьеры, шахты, нефтяные промыслы и т.д.). ландшафты гидротехнических сооружений (плотины, водохранилища, каналы, насосные станции и т.д.) с прилегающими акваториями.

Под техногенными ландшафтами мы понимаем участки земной коры, где имеет место геохимическая деятельность человека.

Техногенные ландшафты можно классифицировать по различным признакам. Их множество. Остановимся на некоторых.

По характеру воздействия техногенные ландшафты разделяются на две основные группы – горнопромышленные и промышленно-заводские.

По технологии добычи полезных ископаемых

- карьерно-отвалы техногенные ландшафты. Встречаются при добыче полезных ископаемых открытым способом. Происходит наибольшая перестройка ландшафтов. Воздействие на ландшафты заключается в перестройке рельефа, с образованием техногенных отрицательных и положительных форм рельефа. Положительными формами рельефа, остающимися после производства открытых горных работ, являются отвалы. Отрицательными формами рельефа являются карьеры, траншеи и каналы, также происходит трансформация растительности, почв, грунтовых вод.
- Шахтно-отвалы техногенные ландшафты. Они образуются при добыче полезных ископаемых подземным способом. Ландшафты характеризуются формированием на поверхности земли платообразных и плоских отвалов, терриконов, а также разного рода провалов и впадин, которые образуются на поверхности земли при обрушении кровли подземных выработок. Наибольшим изменениям подвергается литогенная основа природных комплексов, шахты могут достигать до 400 м в глубину. Внешние изменения в данном типе меньше, чем в карьерно-отвальном.
- Дражные ландшафты сосредоточены в местах добычи россыпных месторождений золота. Эти ландшафты включают в себя отвалы-вскрыши, дражные отвалы, руслоотводные каналы. Изменениям в основном подвергаются долины и русла рек.
- Техногенные ландшафты мест нефтедобычи.

Классификация техногенных ландшафтов по их использованию

- Современные техногенные ландшафты - территории, которые в данный момент вовлечены в активную хозяйственную деятельность и находятся в стадии формирования техногенных комплексов. К ним можно отнести участки, на которых ведется добыча полезных ископаемых.
- Зброшенныe техногенные ландшафты - территории, на которых промышленная деятельность уже прекращена, но территории не были восстановлены.
- Восстановленные техногенные ландшафты - ландшафты, возникшие благодаря промышленной деятельности, но затем восстановленные и используемые в настоящее время в других целях.

Классификация техногенных ландшафтов по целенаправленности возникновения

- Прямые техногенные комплексы. Возникают при целенаправленной деятельности – отвалы, карьеры, шахты.

- Сопутствующие техногенные комплексы – непосредственно не созданные человеком. Эти комплексы являются результатом природных процессов, которые были активизированы за счет промышленной деятельности – провалы, впадины, антропогенный карст при подземных выработках.

В процессе семинарских занятий студентам предлагается описать, охарактеризовать, привести примеры по следующим вопросам:

- ✓ экологически значимые свойства ландшафтов
- ✓ основные принципы организации культурного ландшафта;
- ✓ экологические проблемы, связанные с использованием ландшафтов;
- ✓ классификация техногенных ландшафтов;
- ✓ особенности горнодобывающих ландшафтов;
- ✓ качества культурных ландшафтов;
- ✓ распределение техногенных ландшафтов по континентам.

Практическое задание №3

Тема: «Основы методики оценки техногенных воздействий на геологическую среду (ОГВС)» 2ч.

Цель: ознакомить студентов с наиболее современными методами оценки техногенных воздействий на геологическую среду. Познакомиться с химическими загрязнителями на территории горнодобывающего комплекса.

Задания: 1) изучить характеристику основных загрязнителей;
2) фоновые концентрации загрязняющих веществ;
3) получить представления о ПДК загрязняющих веществ в отдельных компонентах геологической среды;
4) составить таблицу основных методов оценки техногенных воздействий на геологическую среду.

Центральными в системе мониторинга геологической среды являются проблемы оценки существующих или возможных техногенных воздействий на геологическую среду, а в конечном счете — на экологическую обстановку той или иной территории. В связи с этим существуют два понятия. Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) — это система природоохранных критериев и методик, позволяющих оценить воздействие объекта или природопользователя на окружающую среду и ее компоненты. Более узким понятием является оценка воздействия на геологическую среду (ОВГС), под которой понимается система природоохранных критериев и методик, позволяющих оценить воздействие объекта или природопользователя на геологическую среду и ее компоненты. При этом принимается, что в оценку должны входить и сами техногенные воздействия (их виды, интенсивность и др.), и их последствия — изменения геологической среды, измененность ее компонентов, скорость и интенсивность их изменения и т.п.

Одним из главных вопросов в методике ОВГС является выбор и обоснование критериев для оценки изменений состояния геологической среды или просто — ее измененности.

В настоящее время все многообразие частных критериев ОВГС можно объединить в определенные группы, включающие характер техногенного воздействия на один или несколько компонентов геологической среды.

1. В группе геохимических критериев оцениваются химическое, бактериологическое, механическое и радионуклидное техногенное загрязнение поверхностных и подземных вод, почв, пород зоны аэрации, искусственных грунтов и донных осадков.

Практически в рамках ОВГС оценка загрязнения геологической среды для данной территории устанавливается набором существующих загрязнителей и степени загрязнения, одновременно отражающих техногенную измененность геологической среды по сравнению

с начальным (или фоновым) состоянием. Оценку уровней радиоактивного загрязнения компонентов геологической среды с выделением соответствующих категорий и с учетом агрегатного состояния загрязнителей можно проводить по классификации МАГАТЭ, предложенной в 1970 г.

Показатели оценки некоторых видов загрязнений геологической среды:

Вид воздействия

Показатели изменения геологической среды

Коэффициент концентрации загрязнения

Коэффициент техногенной геохимической нагрузки

Общий показатель техногенной нагрузки

Модуль техногенного загрязнения

Градиент техногенного загрязнения

Для оценки техногенного воздействия на геологическую среду используют количественные показатели, которые оценивают интенсивность данного воздействия, и показатели измененности геологической среды геологической среды в результате воздействий. К таким показателям можно отнести изменение напора подземных вод, уровень влажности, температуры, радиоактивности, концентрации загрязнителя и т.д. также можно ориентироваться на гигиенический норматив, регламентирующий безопасное для человека загрязнение окружающей среды химическими (радиоактивными) веществами – предельно допустимая концентрация (ПДК). ПДК является относительным показателем измененности геологической среды, т.к. не учитывает природу техногенного воздействия.

Сложность получения интегрального показателя качества территории по отношению к техногенному загрязнению и на практике приводит к использованию покомпонентных (дифференциальных) показателей. Последние, в свою очередь, сравниваются обычно с фоновыми значениями показателей тех же элементов, с ПДК или другими характеристиками.

При оценке загрязнения тех или иных элементов геологической среды (грунтов, почв, подземных вод и др.) важно учитывать саму структуру этой среды, т.е. геологическое строение оцениваемой территории.

Важно подчеркнуть, что при оценке измененности геологической среды не только по геохимическому, но и по другим критериям принципиально важно принять единую шкалу дробности деления этих критериев, что существенно облегчает суммарную оценку измененности геологической среды в целях последующего ее отражения на картографических моделях.

В настоящее время чаще всего используется шестиступенчатая шкала измененности геологической среды: 1. Неизменная; 2. Слабо-измененная; 3. Среднеизмененная; 4. Сильноизмененная; 5. Очень сильноизмененная; 6. Катастрофически измененная. При этом 1-я степень ниже ПДК (фона), 2-я — близка к ПДК (фону), остальные степени превышают ПДК (фон). Большинство специалистов для содержания загрязнителей свыше ПДК принимают следующие градации, которые могут быть приняты и при ОВГС: 1-5, 5-10, 10-50, 50-100 и выше. Однако определение степени загрязненности должно проводиться с учетом класса опасности загрязнителя.

1. *Группа инженерно-геологических критериев.* В ходе ОВГС критериями данной группы оценивается площадная и относительная пораженность исследуемой территории как природными, так и инженерно-геологическими процессами с расчетом соответствующего коэффициента пораженности. Ключевым моментом при этом является выделение основных процессов или их парагенезисов. Однако в каждом конкретном случае необходимо обоснование принятого решения и, в частности, градаций степени техногенной измененности геологической среды. Так, при определенных видах хозяйственной деятельности (например, шахтной разработке полезных ископаемых) учет подземной закарстованности пород и локальной активизации современного поверхностного карста

может оказаться приоритетным перед оценкой площади заболачивания или ветровой эрозии почв. При конкретном решении этого вопроса необходимо ясное представление о природе и характере техногенного воздействия и вызываемых им процессах с учетом природоохранного подхода к ОВГС.

Для каждого наиболее значимого процесса составляется аналитическая карта с единой градацией для всех процессов по степени площадной пораженности либо по скорости развития (активности) согласно СНиП. Для оценки степени пораженности территории могут использоваться различные градации. Их использование при ОВГС состоит в сравнении параметров для тех или иных элементов геологической среды до техногенного воздействия и после инженерно-хозяйственного освоения территории.

В ходе такого сравнительного анализа могут быть определены количественные показатели техногенной измененности свойств различных грунтов территории, рассчитываемые как отношение соответствующих величин (показателей) до и после техногенного воздействия. В рамках мониторинга могут быть также определены количественные показатели скорости изменений устойчивости (Уу) тех или иных элементов геологической среды при техногенном воздействии:

В процессе семинарских занятий студентам предлагается описать, охарактеризовать, привести примеры по следующим вопросам:

- *дистанционные методы оценки техногенных изменений геологической среды и их роль в системе мониторинга геологической среды;*
- *основы методики оценки техногенного воздействия на геологическую среду: геохимические, геоморфологические и ресурсные критерии;*
- *интегральная оценка измененности геологической среды;*
- *методы оценки суммарной техногенной нагрузки;*
- *фоновые значения загрязненности;*
- *ПДК загрязнителей для разных сред;*
- *химическое загрязнение геологической среды.*

Практическое задание №4

Тема: «Экологический анализ изменения геосистем Крайнего Севера» 2ч.

Цель: *ознакомить и заинтересовать студентов проблемами экологического анализа техногенных изменений геосистем Крайнего Севера.*

Задания: *охарактеризовать основные проблемы техногенных изменений геосистем Крайнего Севера.*

При подготовке к семинарскому занятию студентам необходимо обратить внимание на следующую информацию:

- ✓ *особенность геосистем Крайнего Севера;*
- ✓ *методологические основы экологического анализа;*
- ✓ *назначение и содержание мониторинга геологической среды;*
- ✓ *проблемы техногенеза на Крайнем Севере.*

Интенсивное освоение природных геоконплексов Севера России началось после открытия крупнейших рудных и нефтегазоносных месторождений. Разведка, освоение, промышленная добыча, транспортировка и переработка минерального сырья характеризовались ландшафтно-деструкционными нарушениями территорий, параметрическими изменениями и химическим загрязнением природной среды. В настоящее время становится очевидным, что дальнейшее развитие минерально-сырьевой базы страны во многом ориентировано на разработку полезных ископаемых. В районах Крайнего Севера, включая арктическую зону и континентальный шельф арктических морей, устойчивость природной среды к антропогенному воздействию низка

В районах Крайнего Севера создаются условия со слабой самовосстанавливающейся способностью и низкой устойчивостью геосистем к стрессовым воздействиям, в том числе, низкой устойчивостью к техногенным нагрузкам. Высокая уязвимость природных комплексов северных широт обусловлена низкой температурой (воздуха, воды, почв) и почти повсеместным развитием многолетнемерзлых пород (ММП). Для водных объектов этих территорий характерны значительные сроки ледостава, мощный ледовый покров и низкая активность микроорганизмов. Немаловажную роль играет экстремальный фотопериодизм: продолжительный световой день летний период и зимняя полярная ночь.

Основным видом хозяйственного освоения районов Крайнего Севера является разработка месторождений полезных ископаемых и, в первую очередь, углеводородного сырья. Данный вид деятельности сопряжен с химическим загрязнением природной среды и геохимическим воздействием на ландшафты.

В условиях низких температур происходит замедление процессов разрушения углеводородных связей и снижение самоочищающей способности природной среды. Самоочищение почв затягивается на десятилетие. В северных ландшафтах при недостатке кислорода, при низкой температуре и слабой активности микроорганизмов преобладают процессы физического испарения и смыв нефтяных углеводородов. По данным Э.А.Штины и К.А.Некрасовой (1988) в районе лесотундры через два года после разлива нефти при сильном загрязнении почв остаются незатронутые разложением «нефтяные поля».

Не менее уязвимы арктические ландшафты к геомеханическим нарушениям. Развитие в естественном состоянии опасных геологических процессов и явлений в криолитозоне (морозобойное растрескивание, термокарст, сезонное и многолетнее пучение, новообразование многолетнемерзлых пород, заболачивание) является причиной увеличения геодинамического потенциала и резкого снижения устойчивости природно-территориальных комплексов к антропогенным нарушениям. В этих условиях уже при невысоком уровне антропогенных нагрузок на природу велика вероятность развития необратимых процессов и деградации геосистем.

Основные экологические проблемы Кольского полуострова связаны с деятельностью предприятий горнодобывающего и перерабатывающего комплекса (Мончегорск, апатиты, Никель, Кировск, Печенга) и, в первую очередь, с выбросами загрязняющих веществ в атмосферу и образованием отходов. В настоящее время медно-никелевая промышленность полуострова дает 10% всех выбросов Северо-Запада РФ, а площадь отвалов занимает более 7 тыс. га. Наиболее зримо последствия техногенного воздействия проявлены вокруг предприятий горно-металлургической промышленности, где отмечается полная деградация ПТК, проявляющаяся в отсутствии растительности, смыве почвенной толщи и обнажении материнских горных пород.

Территория Кольского полуострова характеризуется максимальным техногенным воздействием. По целому ряду показателей территория отнесена к зоне экологического бедствия (Экологическая обстановка в Мурманской области. Информационный листок. Мурманский облкомстат, 1998. С.4). Вырубка северо-таежных лесов, загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами, выбросы серы в атмосферу и связанное с этим выпадение кислотных дождей, частые пожары, урбанизация и другие виды антропогенных воздействий привели к полной деградации ПТК вблизи крупных городов и промышленных центров, так что самовосстановление экосистем стало практически невозможным. В ряде районов необходима рекультивация земель, поскольку в условиях расчлененного рельефа произошел смыв почвенного слоя и обнажение материнских горных пород. Срок самоочищения до фонового содержания меди и никеля при полном прекращении поступления загрязняющих веществ в зоне воздействия комбината «Североникель», по некоторым оценкам, составит не менее 100-270 лет. Состояние экосистем Кольского полуострова является примером непродуманного природопользования в районе Крайнего Севера и может служить «эталоном» сравнения при освоении новых территорий и прогнозе возможных изменений ПТК в других районах Крайнего Севера с одинаковой (Енисей-

Ленская) и большей (Североземельская, Новосибирская, Таймырская, Яно-Колымская) уязвимостью, а также со сходной ресурсной специализацией (Новоземельская, норильская, Чукотско-Анадырская).

Тимано-Печорская провинция является традиционным местом добычи минеральных ресурсов. Высокая техногенная нагрузка в Тимано-Печорской провинции вызывает серьезные опасения в связи с освоением нефтегазовых месторождений в самой северной части провинции и в Печерском море. Развитие инфраструктуры отрасли и транспортировка сырья ведут как к ландшафтно-деструкционным нарушениям, так и к химическому загрязнению территории. Геомеханическим воздействиям в настоящее время подвергаются не только участки суши, но и берега. Все это ведет к опустыниванию северных ландшафтов провинции. Так уничтожение ягельников, распространенных преимущественно на песчаных породах, вызывает не только сокращение площадей оленьих пастбищ, но и приводит в подвижное состояние пески. естественное закрепление их происходит с большим трудом, а в условиях постоянного механического воздействия оно практически невозможно. Во влажных местообитаниях следствием техногенных нагрузок является развитие процессов вторичного заболачивания. Кроме того, в ближайшем будущем именно здесь, будет получен первый опыт отечественного недропользования на шельфе арктических морей, что, по всей вероятности, отразится на состоянии прибрежных акваторий. Районы разработки углеводородного сырья постоянно расширяются и в ближайшие годы охватят акваторию Печорского моря. Остры экологические проблемы в пределах Печорского угольного бассейна, где ежегодно около 6 млн. т породы уходит в терриконы.

Архипелаг Новая Земля является полигоном для испытания атомного оружия, на его территории и прилегающей морской акватории известны места захоронения радиоактивных отходов. на южном острове архипелага открыто крупное Павловское полиметаллическое месторождение. Пройдена стадия поисково-оценочных и разведочных работ, и скоро начнется его разработка. Установленная экспертным анализом высокая уязвимость Новоземельской провинции является существенным фактором экологического риска. ТЭО и рабочий проект освоения месторождения должны в обязательном порядке сопровождаться процедурой оценки воздействия на геологическую среду (ОГВС), в которой необходимо предусмотреть прогноз последствий не только сухопутных экосистем, но и оценить результаты загрязнения морской среды прилегающих акваторий Баренцева моря.

В последние годы активно разворачивается добыча углеводородного сырья в Западно-Сибирской провинции, Постепенно осваиваются прибрежные акватории Карского моря и губ. Основной объем речного стока с Ямала и практически весь сток с Гыданьского полуострова направлен в окружающие губу (Обская и Тазовская губы, енисейский залив) которые выступают в качестве комплексных геохимических барьеров река - море. Освоение нефтегазовых ресурсов на суше и акватории приведет к прогрессирующему загрязнению губ, изменению геоэкологической ситуации, как в самих губах, так и севернее на акватории Карского моря.

Норильская провинция по своему минерально-сырьевому значению относится к ведущему промышленно-рудноносному району крайнего Севера и является примером освоения крупных месторождений минеральных ресурсов в высоких широтах, сопровождающегося неизбежным вторичным загрязнением природных комплексов тяжелыми металлами и другими загрязнителями. В этом районе большое внимание должно быть уделено организации сети мониторинга состояния окружающей среды. Увеличение техногенной нагрузки в условиях расчлененного рельефа может привести к уничтожению растительного покрова, являющегося барьером, нивелирующим воздействие загрязнителей на абиотическую составляющую. вслед за эти произойдет разрушение почвенного покрова, обнажение коренных пород, нарушение водного баланса и , как итог – нарушение структурных связей и гибель экосистемы.

Объем выбросов Норильского комбината составляет 10,6% от выбросов всех

промышленных предприятий России. Воздействие его выбросов обнаруживается даже на акватории Карского моря. Сброс загрязненных вод и складирование отвальных металлургических шлаков приводят к загрязнению воды, почв и растительного покрова территорий. Выпадение кислотных дождей, обусловленное выбросами серы, уже привело к деградации лесов и смещению границы тундры на юг на десятки километров.

Северная Земля входит в состав Североземельско-Таймырской платиноносно-золотоносной потенциально-перспективной провинции, характеризующейся сочетанием коренных источников, промежуточных коллекторов и россыпных объектов. Активизация геологоразведочных и добычных работ на коренное и россыпное золото может привести к значительным нарушениям естественного состояния островных экосистем, которые выразятся в ландшафтно-деструкционном воздействии ММП и активизации криогенных процессов, образовании большого количества отвалов пустой породы и в химическом загрязнении среды.

Основные минерально-сырьевые перспективы Яно-Колымской провинции связаны с олово-золотоносной специализацией района. Дальнейшее развитие горно-промышленного комплекса потребует принятия системы мер по снижению ландшафтно-деструктивных воздействий и химического загрязнения среды, особенно соединениями ртути и сурьмы.

Развертываемые работы на нефть и газ на территории Мезенской и севера Московской синеклиз, в случае обнаружения нефти, также внесут свой вклад в геологическую обстановку в регионе. В этом случае добыча нефти и газа из зоны тундры будет перенесена в северную тайгу. Тундра, лесотундра, северная тайга служат очистителями земной атмосферы, а тайга в значительной мере регулирует гидрологический режим северного полушария. Меняется и сам характер поисковых и разведочных работ: упор в первую очередь делается на сейсморазведочные работы и глубокое бурение. Выполнение этих работ связано с внедрением в окружающую среду и негативным воздействием на нее. При этом характер влияния геофизических работ на окружающую среду определяется ландшафтом, климатическими условиями, этапностью исследования, геологией верхней части литосферы и технологией работ, и только суммирование конкретных воздействий по всем источникам позволяет дать общую оценку негативного влияния на природу.

В процессе семинарского занятия студентам предлагается обсудить и охарактеризовать

- ✓ *общие источники загрязнения и общие ресурсы районов Крайнего Севера;*
- ✓ *факторы влияния на окружающую среду (горнодобывающая промышленность, глобальное изменение климата, радионуклеидное загрязнение);*
- ✓ *факторы, усиливающие их влияние на окружающую среду (преобладание низменных приморских равнин в структуре ландшафтов; течение Гольфстрим, являющееся каналом транспортировки загрязнений вдоль побережий арктических морей; перенос тяжести горнодобывающей промышленности за линию гидрогеохимических барьеров суша - море; начало работ по восстановлению Северного морского пути (дноуглубительные работы в устьях крупных рек).*

Практическое задание №5

Тема: «Характеристика территорий по условиям накопления и миграции антропогенных загрязнителей» 2ч.

Цель: *ознакомить студентов с особенностями отдельных регионов Крайнего Севера в отношении условий накопления и миграции антропогенных загрязнителей. Районировать изучаемую территорию с использованием классификационных признаков загрязнения.*

Задания: *оценить степень химического (физического) загрязнения территории отдельного месторождения (например, углеводородного сырья).*

При подготовке к семинарскому занятию студентам следует обратить внимание на следующую информацию:

- *геоэкологический фон: понятие фона;*
- *способы выявления геоэкологических аномалий;*

Оценка техногенного воздействия осуществляется в соответствии с рекомендациями оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС). При оценке воздействия промышленных, с/х и иных предприятий на территорию обследования устанавливаются границы территории, на которой окружающая среда может быть подвергнута деградации или загрязнению (граница техногенного ландшафта, площадь территории, размеры зон смещения горных пород и др.) проводится анализ результатов воздействия и динамики изменения состояния окружающей среды. для выявления зон с наибольшей техногенной нагрузкой в первую очередь устанавливается перечень потенциальных источников загрязнения территории. определяются приоритетные загрязняющие химические вещества для каждого предприятия и их опасность. конечным итогом предварительного этапа работы является выявление зон наиболее неблагоприятных и уязвимых в отношении загрязнения земель, дается примерная оценка площади и интенсивности загрязнения в этих зонах, определяются участки территории с повышенными требованиями к уровню их загрязнения.

Оценка химического воздействия может осуществляться с использованием показателей скорости массопереноса. Собственно концентрация загрязнителя в тех или иных компонентах геологической среды является следствием техногенного воздействия, его результатом и ее величина становится информативной только в сравнении с начальной концентрацией того же загрязнителя либо с фоновой, либо с предельно допустимой концентрацией (ПДК).

Предельно допустимая концентрация (ПДК) — это гигиенический норматив, регламентирующий безопасное для человека загрязнение окружающей среды химическими (в том числе и радиоактивными) веществами. ПДК — необходимые критерии для осуществления санитарной охраны воздуха, воды, почвы и других компонентов окружающей среды.

В соответствии с классификацией техногенных воздействий на геологическую среду, каждый вид воздействия характеризуется одним или несколькими количественными показателями. Показатели воздействий могут быть общими (одинаковыми для всех воздействий) и частными, отражающими особенности лишь данного воздействия. При этом не следует путать показатели техногенных воздействий на геологическую среду и показатели техногенной измененности геологической среды в результате этих воздействий: первые оценивают интенсивность воздействия, а вторые — его результат. Кроме того, их следует отличать от показателей чувствительности или устойчивости геологической среды к техногенным воздействиям. Это все различные группы показателей.

К общим показателям техногенных воздействий относятся геометрические показатели, характеризующие в трехмерном или в плоском пространстве размер зоны влияния данного источника техногенного воздействия, а значит и само воздействие. Это могут быть площадь и мощность зоны влияния; ширина, высота и длина зоны влияния; объем зоны влияния или какой-либо один из этих параметров. В принципе зона влияния характеризуется и своей специфической формой, которая также может быть описана геометрическими (математическими) параметрами или функциями.

В процессе семинарского занятия студентам предлагается обсудить и охарактеризовать

- ✓ *районирование территорий антропогенного загрязнения по степени опасности;*
- ✓ *размеры зон влияния некоторых источников загрязнения на территории города;*

- ✓ *промышленные катастрофы и меры защиты;*
- ✓ *способы оценки напряженности экологической ситуации территории.*

Практическое задание №6

Тема: «Кольский горно-металлургический комплекс (КГМК) и окружающая геологическая среда» 2ч.

Цель: *ознакомиться с особенностями мониторинга окружающей геологической среды (на примере г. Мончегорска).*

Задания: *составить таблицу отдельных видов загрязнений в зоне действия Кольского горно-металлургического комплекса (КГМК).*

При подготовке к семинарскому занятию студентам следует обратить внимание на следующую информацию:

- *методы оценки состояния окружающей среды;*
- *критерии оценки экологического состояния окружающей среды;*
- *целевая комплексная программа мониторинга геологической среды;*
- *типы добычи полезных ископаемых в связи с использованием природных ресурсов и загрязнением окружающей среды*

ОАО «Кольская горно-металлургическая компания» ведущий производственный комплекс Мурманской области по добыче сульфидных медно-никелевых руд и производству цветных металлов, создан на базе предприятий региона – комбинатов «Североникель» и «Печенганикель».

Подразделения Кольской ГМК территориально удалены друг от друга и расположены в трех населенных пунктах Мурманской области – Никель, Заполярный и Мончегорск.

Компания разрабатывает месторождения медно-никелевых руд Печенгского района: «Ждановское», «Заполярное», «Котсельваара» и «Семилетка». На рудниках добываются сульфидные вкрапленные руды, содержащие никель, медь, кобальт и другие полезные ископаемые.

Студентам предлагается сделать сообщения о месторождениях Печенгского района, способах отработки месторождений, о воздействии на окружающую среду.

Рудник «Северный» подземным способом обрабатывает месторождения «Ждановское» и «Заполярное» (г. Заполярный), а рудник «Каула-Котсельваара» - месторождения «Котсельваара» и «Семилетка» (п. Никель). Ведутся открытые горные работы в карьере «Южный» на восточном фланге Ждановского месторождения. На руднике «Центральный» Ждановского месторождения добыча велась открытым способом. За время эксплуатации возник огромный кратер, из которого выбрали миллионы кубометров руды и породы. Компания с открытого способа добычи перешла на подземный.

В процессе семинарского занятия студентам предлагается обсудить и охарактеризовать:

- ✓ *эколого-геологические аспекты разработки полезных ископаемых;*
- ✓ *особенности проведения мониторинга на Кольской ГМК;*
- ✓ *влияние размеров техногенных объектов на масштабы загрязнения территории горнодобывающей промышленности;*
- ✓ *принцип рационального природопользования и бережное отношение к окружающей среде – в чем он проявляется;*
- ✓ *в чем состоят специфические черты воздействия горнодобывающей промышленности на геологическую среду.*

Практическое задание №7

Тема: «Состояние загрязнения океанических вод Арктики. Общие закономерности накопления загрязняющих веществ и изменения геосистем Арктики и Субарктики России» 2ч.

Цель: *ознакомить студентов с основными проблемами загрязнения океанических вод Арктики.*

Задания: *дать развернутую характеристику состояния загрязнения океанических вод Арктики.*

При подготовке к семинарскому занятию студентам следует обратить внимание на следующую информацию:

- *Загрязнение окружающей среды, виды загрязнений.*
- *Значение морей и океанов в накоплении осадков.*
- *Влияние антропогенной деятельности на морские экосистемы.*
- *Значение терминов «поллютанты», «пелитовая фракция осадков», «терригенный материал».*
- *Арктический тип ландшафтов на территории России.*
- *Субарктический тип ландшафтов на территории России.*

В преддверии освоения минеральных ресурсов на Арктическом шельфе России оценка геоэкологической ситуации этого региона становится крайне актуальной задачей. Имеющиеся данные позволяют в общих чертах оценить на региональном уровне геоэкологическую ситуацию с эколого-геохимических позиций. В основе оценки лежит анализ ведущих компонентов геологической среды: рельефа дна, литологии и геохимии современных донных отложений, а также биоты.

Поступление химических элементов и их накопление в объектах окружающей среды есть результат природных процессов и антропогенного воздействия, вследствие чего

образуются природные, природно-техногенные и техногенные ореолы и потоки рассеяния веществ. Оценка их параметров, включающих определение состава, уровня концентрации, форм нахождения элементов, интенсивности биологического поглощения, позволяет определить геоэкологическое состояние природной среды. Латеральная изменчивость содержания тяжелых металлов (ТМ) в современных донных осадках шельфа определяется по концентрации элементов в пелитовой фракции осадков, которая обладает максимальной сорбционной емкостью. Перечисленные параметры позволяют выявить участки, наиболее благоприятные для накопления поллютантов.

Наиболее вероятные, с геоморфологической точки зрения, трассы переноса, а также пункты накопления осадочного вещества (геоморфологические «ловушки») выявлены путем анализа рельефа дна и природных условий арктического шельфа на основе системно-морфологического подхода. Вероятность накопления химических веществ в разных районах шельфа с литологических позиций определена путем изучения гранулометрического и минералогического состава современных донных отложений с учетом их сорбционных свойств. Обобщение на этой основе имеющихся геохимических данных обеспечило итоговую оценку геоэкологической ситуации. Выводы о степени нарушенности природной среды получены на основании анализа состояния биоты (главным образом такой информативной группы, как донный бентос). Донные организмы, находясь на границе вода-осадок, участвуют в процессах обмена веществ между этими средами. Бентос стабилен во времени, характеризует локальную ситуацию в пространстве, способен представить изменения экосистемы в ретроспективе. Проведенная на основе многомерных математических методов анализа оценка экологического состояния биологических сообществ позволила охарактеризовать состояние биоты Кольского залива как кризисное, Двинского залива – удовлетворительное, Обской губы – стрессовое, Тазовской губы – условно стрессовое (из-за недостатка данных).

Студентам предлагается назвать и охарактеризовать причины и источники загрязнения Кольского и Двинского заливов, Обской и Тазовской губы.

Из всех арктических морей России Баренцево и Печорское моря наиболее широко вовлечены в народнохозяйственную деятельность. Это вызвано развитием рыболовства, использованием портовой инфраструктуры. Кроме того, здесь базируется современный военно-морской флот. Антропогенное воздействие на морскую среду связано с населенными пунктами и промышленными предприятиями, расположенными в бассейне водосбора. Негативное влияние в первую очередь оказывают горнодобывающий и горно-перерабатывающий комплексы. Прогнозируется рост техногенного давления, так как в ближайшей перспективе должно начаться освоение углеводородного сырья на шельфе и полиметаллических руд Павловского месторождения на Новой Земле.

Студентам предлагается ответить на следующие вопросы:

- ✓ *возраст отложений, к которым приурочены залежи углеводородного сырья и полиметаллических руд,*
- ✓ *характеризовать форму залежей углеводородного сырья,*
- ✓ *состав углеводородного сырья,*
- ✓ *генетический тип месторождений.*
- ✓ *охарактеризовать минеральный состав полиметаллических руд.*
- ✓ *охарактеризовать формы и мощности рудных тел.*

Речной сток в рассматриваемые моря сравнительно невелик. Объем поставок терригенного материала, связанных с абразией и размывом берегов Баренцева моря, сильно варьирует от района к району, что обусловлено геолого-геоморфологическими особенностями: механической устойчивостью горных пород побережья, наличием глубоко вдающихся в сушу заливов и бухт, а также рек и ледников. В прибрежной зоне Кольского п-ва геоморфологические условия для накопления больших объемов загрязняющих веществ отсутствуют.

Тяжелые металлы, биогенные соединения и токсичные органические вещества в

придонных водах открытой акватории Баренцева моря существенно уступают допустимым концентрациям (ПДК) для водоемов рыбохозяйственного назначения. Это говорит об отсутствии резко проявленного загрязнения морской среды Баренцева моря отдельными ЗВ. Однако отмечается их повышенное содержание в прибрежных районах. Связано это как с природными, так и антропогенными источниками поступления. В то же время относительно высокие концентрации некоторых металлов в придонных водах вблизи побережий Новой Земли, земли Франца-Иосифа и Шпицбергена обусловлены влиянием естественных геохимических аномалий.

Уровни содержания ЗВ в донных осадках Баренцева и Печорского морей в целом соответствует фоновым значениям для шельфовых зон. Концентрации хлорорганических пестицидов, ПХБ в осадках отражают типичный для современного этапа уровень глобального распространения этих веществ.

В Печорском море, где осадки, в силу их песчанистого состава, характеризуются очень низкой сорбционной емкостью, большая часть загрязняющих веществ, выносимых р. Печора, имеет тенденцию к транзиту в более глубоководные районы Баренцева моря и отчасти Карского морей.

В целом в осадках Печорского моря, несмотря на выносы р. Печора, отсутствует почти вся изученная группа загрязняющих веществ. Это подтверждает вывод о выносе основной массы поллютантов, поступающих в Печорскую губу, в Баренцево (Центральная котловина) и Карское (Восточно-Новоземельский желоб и Югорская впадина) моря. Данные особенности необходимо учитывать при обосновании сети мониторинга, сопровождающего эксплуатацию месторождений углеводородов на шельфе Печорского моря.

Особая геоэкологическая ситуация складывается в Кольском заливе, испытывающем высокие техногенные нагрузки. Здесь сформировался геохимический барьер, на котором концентрируется основная часть загрязняющих веществ, поступающих в залив. Содержание хлорорганических соединений, радионуклеидов, нефтяных углеводородов в донных осадках резко превышает фоновое для Баренцева моря.

Студентам предлагается обсудить и дать геоэкологическую характеристику Карского моря, моря Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского морей. Назвать потенциальные источники загрязнения этих морей (геологоразведочные, нефтепромысловые, горные, металлургические и химические производства Сибирского региона).

Особенно актуален вопрос загрязнения нефтяными углеводородами (НУ) шельфа арктических морей. Нефтяные углеводороды изменяют теплофизические характеристики воды, снега и льда. основными механизмами естественного самоочищения в весенне-летний период являются испарение (50-70% вклада), фотоокисление (15-35%) и биологическая утилизация (1-7%) по оценке В.В.Измайлова (2000). в зимний период механизм самоочищения в 2-3 менее эффективен. кроме того, образование льда под нефтяным загрязнением происходит в 1,9-2,7 раза медленнее. на загрязненных участках температура льда под пятнами повышается до 3-5⁰С, а таяние снежно-ледяного покрова происходит в 5-10раз быстрее. нефтяные пленки снижают испарение воды в атмосферу на 50%. не менее важен вопрос о переносе нефтеуглеводородов дрейфующими льдами. этот перенос, пока ещё недостаточно изученный, в арктическом бассейне может составлять сотни и тысячи км, в объемах – миллионы тонн. лед всегда рассматривался морскими геологами как один из механизмов транспортировки, главным образом, грубообломочного материала. На разделе «вода-лёд» в период образования льда может происходить процесс концентрации наиболее подвижных химических веществ в твердой фазе.

По степени техногенного воздействия на геологическую среду площади Арктического шельфа предлагается разделить (по результатам оценки современной геоэкологической обстановки и районирования): восточно-арктический шельф (моря Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское) характеризуется ненарушенной средой, западно-арктический шельф (Баренцево и Карское моря) – слабо нарушенной. Выделяются

локальные участки с кризисной обстановкой, к которым относится Кольский залив, губа Черная на Новой Земле и бухта Тикси.

Оценка устойчивости арктических морей

Исследования уязвимости арктических морей к химическому загрязнению основаны на анализе факторов региональной устойчивости – потенциальные антропогенные нагрузки, ассимилирующая способность морской среды к химическому загрязнению и устойчивость биоценозов. Нагрузки оценивались по основным факторам загрязнения: речной сток (растворенный и твердый), поступление поллютантов из рассеянных по побережью источников и атмосферный перенос загрязняющих веществ.

По результатам экспертной оценки устойчивости арктических морей по антропогенному загрязнению можно выделить 4 группы бассейнов по баллам устойчивости: неустойчивые (1,8) – Карское море (низкая устойчивость к речному, атмосферному и диффузному загрязнению);

малоустойчивые (2,3) – море Лаптевых (низкая устойчивость к потенциальным внешним воздействиям) и Баренцево море (высокий модуль атмосферного загрязнения)

Относительно устойчивые (2,7) – Восточно-Сибирское море (сбалансированы почти все показатели);

Устойчивые (3,0) – Чукотское море (высокий показатель устойчивости к потенциальным антропогенным воздействиям)

Ряд устойчивости арктических морей России к антропогенному загрязнению можно представить в следующем виде:

Чукотское > Восточно-Сибирское > Баренцево > Лаптевых > Карское

Особое внимание следует обратить на высокую уязвимость экосистемы Карского моря, шельф которого вследствие перспектив на углеводородное сырье в будущем станет объектом народнохозяйственных интересов.

Масштабное освоение природных ресурсов (и, в первую очередь, минерально-сырьевых ресурсов) Арктической зоны России сопряжено с проблемами экологического риска необратимых нарушений природной среды арктического региона и континентального шельфа, а учитывая общую площадь Российской Арктики, и с экологической безопасностью страны в целом.

Поскольку освоение недр шельфа должно базироваться на принципе паритета между требованиями экономической эффективности недропользователя, с одной стороны, и экологической безопасности – с другой, с целью получения необходимой исходной информации, обеспечивающей рациональное недропользование, государственная геологическая служба должна проводить опережающие целенаправленные геоэкологические исследования, включающие экологическую паспортизацию ресурсных объектов.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная:

1. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия: Учебник.- М.: Логос, 2007.-627с.
2. Короновский Н.В. Геоэкология (2-е изд., стер.) учебник для студ. учреждений высш. проф. образования./ Короновский Н.В., Брянцева Г.В., Ясаманов Н.А - Академия, 2013.
3. Маринченко А.В. Экология: учебное пособие.- Москва: 2009.-328с.
4. Прохоров Б.Б. Социальная экология. Учебник. Издательский центр «Академия», 2012.- 432с.
5. Сунгатуллин Р.Х. Экологическая геология и устойчивое развитие промышленно-урбанизированных регионов. Изд.: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2012 – 220с. <https://e.lanbook.com/book/101182>

Дополнительная:

6. Андруз Дж. Введение в химию окружающей среды. Пер. с англ./ Андруз Дж., Бримблекумб П., Джикелз Т., Лисс П. - М.: Мир, 1999.- 271 с.
7. Комкин, А. И. Расчет и проектирование систем защиты окружающей среды. Часть 1. Теоретические основы : учебное пособие / А. И. Комкин, Б. С. Ксенофонов, В. С. Спиридонов. — М. : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2011. — 100 с. <http://www.iprbookshop.ru/31213.html>
8. Хомич, В.С. Городская среда : геоэкологические аспекты / В.С. Хомич, С.В. Какареко, Т.И. Кухарчик ; ред. Я.В. Рощина. - Минск : Белорусская наука, 2013. - 316 с. - ISBN 978-985-08-1506-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142275>
9. Месяц С.П., Экология ресурсопользования [Электронный ресурс] / Месяц С.П., Волкова Е.Ю., Остапенко С.П., Петров А.А., Бирюков В.В., Никитин Р.М. - М. : Горная книга, 2014. - 40 с. - ISBN 0236-1493-2014-11 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/GK-0236-1493-2014-11.html>
10. Губайдуллин М.Г., Оценка возможного загрязнения геологической среды нефтью с учетом ее состава и свойств [Электронный ресурс] / Губайдуллин М.Г. - Архангельск : ИД САФУ, 2015. - 132 с. - ISBN 978-5-261-01069-2 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785261010692.htm>
11. Горелов А.А., Социальная экология [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Горелов А.А. - М. : ФЛИНТА, 2018. - 603 с. - ISBN 978-5-89349-588-1 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785893495881.html>
12. Пучков Л.А., Человек и биосфера: вхождение в техносферу [Электронный ресурс] : Учебник для вузов / Пучков Л.А., Воробьев А.Е. - М: Издательство Московского государственного горного университета, 2000. - ISBN 5-7418-0086-6 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5741800866.html>
13. Петров К.М., Общая экология. Взаимодействие общества и природы [Электронный ресурс] / Петров К.М. - СПб. : ХИМИЗДАТ, 2014. - 352 с. - ISBN 978-5-9388-226-7 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN978593882267.html>
14. Околелова, А.А. Экологический мониторинг : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / А.А. Околелова, Г.С. Егорова ; Волгоградский государственный технический университет. - Волгоград : ВолГТУ, 2014. - 116 с. : ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=255954>
15. Богданович Н.И., Экология Северных территорий [Электронный ресурс] / Н.И. Богданович, Н.А. Кутакова, Н.А. Макаревич, Е.А. Лагунова - Архангельск : ИД САФУ,

2014. - 312 с. - ISBN 978-5-261-01005-0 - Режим доступа:
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785261010050.html>

16. Ефимова, Т.Н. Оценка антропогенного воздействия на окружающую среду в процессе природопользования : практикум / Т.Н. Ефимова, Р.Р. Иванова ; Поволжский государственный технологический университет. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2016. - 112 с. : схем., табл. - ISBN 978-5-8158-1741-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459473> (15.02.2019).