Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
факультет Почвоведения

УТВЕРЖДАЮ

и.о. декана П.В.Красильников /_____ /

«___» _____20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Уровень высшего образования:

Бакалавриат

Направление подготовки (специальность):

05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль) ОПОП:

Форма обучения: очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией факультета почвоведения (протокол №_____, дата _____)

Москва 2021

На обратной стороне титула:

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование программы *бакалавриата*.

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В.Ломоносова от 30 декабря 2022 года (протокол № 1370).

1. **Место дисциплины в структуре ОПОП*:*** относится к базовой части ОПОП Радиоэкология, Экологический менеджмент и экобезопасность, Управление земельными ресурсами и биологический контроль окружающей среды, входит общепрофессиональный блок в составе модуля «Экология»; является обязательной для освоения.

2. **Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:** В соответствии с Учебным планом ИБ «Экология и природопользования» обучающиеся должны предварительно освоить следующие дисциплины:
из Базовой части: модуль «Математика и информатика» - Высшая математика, Информатика, Математическая статистика;
модуль «Философия» - Философия;
модуль «Современное естествознание» - Физика, Химия, Биология;
модуль «Землеведение» - Общее землеведение, Почвоведение, Ландшафтоведение, Гидрология, Климатология с основами Метеорологии;
модуль «Природопользование» - основы рационального природопользования, экологический мониторинг;
из Вариативной части: - Ботаника, Зоология, Органическая химия, Геология, Картография с основами топографии

3. **Планируемые результаты обучения в результате освоения дисциплины, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников:**

Компетенции выпускников (коды)	**Индикаторы (показатели) достижения компетенций**	**Планируемые результаты обучения по дисциплине, сопряженные с компетенциями**
Б-УК-1	Б.УК-1.1. Владеет навыками поиска, анализа и синтеза информации в профессиональной области. Б.УК-1.2. Применяет методологию научного познания в профессиональной деятельности.	Владеть навыками поиска, анализа и синтеза информации в области геоэкологии и геоинженерии; уметь применять методологию научного познания к природным и антропогенно-измененным геосистемам, а также искусственно создаваемым ландшафтам и геоинженерным конструкциям
Б-УК-2	Б-УК-2.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.	Знать комплекс связей, формирующих абиотическую основу природных и техногенных геосистем для обеспечения органической жизни на Земле и устойчивого развития человеческой цивилизации.
Б-УК-3.	Б.УК-3.1. Использует понятия и	Знать базовые

	основные законы естественных наук при решении задач профессиональной деятельности.	количественные законы и модели естественных наук и уметь использовать их для процессного моделирования природных и техногенных геоэкологических объектов.
Б-УК-15.	Б.УК-15.1. Владеет базовыми знаниями в области экологии и устойчивого развития. Б.УК-15.2. Владеет подходами для планирования и реализации профессиональной деятельности с учетом экологических ограничений.	Владеть базовыми знаниями в области геоэкологии и геоинженерии, уметь применять их при планировании и реализации профессиональной деятельности в сфере геоэкологической оценки функционирования природных, антропогенно-измененных и техногенных геосистем , рисков природных техногенных геокатастроф, а также в сфере инженерных геотехнологий.
Б-ОПК-1.	Б-ОПК-1.1. Использует базовые знания в области математики для обработки информации и анализа данных в области экологии и природопользования Б-ОПК-1.2. Применяет базовые знания физических законов и анализа физических явлений для решения задач в области экологии и природопользования Б-ОПК-1.3. Применяет базовые знания химии при проведении химико-аналитических исследований в области экологии и природопользования. Б-ОПК-1.4. Использует знания биологии для решения задач в области экологии и природопользования. Б-ОПК-1.5. Использует знания фундаментальных разделов наук о Земле в области экологии и природопользования	Владеть базовыми знаниями в области математики, физики, химии, биологии и уметь использовать их для оценки состава, структуры, функционирования и устойчивости природных и антропогенно-ихмененных геосистем, геоинженерных конструкций в связи с ключевыми задачами стратегии устойчивого развития.
Б-ОПК-2.	Б-ОПК-2.1. Применяет знания теории и методологии экологии, геоэкологии, природопользования, охраны природы, устойчивого развития и наук об окружающей среде в научно-исследовательской и практической деятельности, на основе теоретических знаний	Владеть знаниями теории и методологии в области геоэкологии, природопользования, охраны окружающей среды, концепцией устойчивого развития и уметь применять их для постановки и решения

	предлагает способы и выбирает методы решения экологических задач в сфере экологии и природопользования. Б-ОПК-2.2. Владеет знаниями и подходами наук в области экологии и природопользования для планирования и реализации деятельности по предотвращению негативного воздействия на окружающую среду, охране природы, рациональному использованию природных ресурсов	базовых геоэкологических задач по количественной оценки, нормированию состояния и функционирования жизненно-важных абиотических компонентов окружающей среды, рисков неблагоприятных геоэкологических явлений и геокатастров, а также для научно-обоснованного применения оптимальных геоинженерных технологий.
Б-ПК-2.	Б-ПК-2.1. Использует знания в области экологии, геоэкологии, экологии человека и охраны окружающей среды при решении задач профессиональной деятельности.	Владеть профессиональными теоретическими знаниями и практическими навыками по экспертной оценке экологического состояния и функционирования объектов окружающей среды с целью их научно-обоснованного управления и эксплуатации в соответствии с доктриной устойчивого развития. Уметь научно-обоснованно оценивать и прогнозировать неблагоприятные геоэкологические ситуации, включая риски геокатастроф и принимать управленческие решения по оптимизации состояния и функционирования жизненно-важных абиотических компонентов и ресурсов окружающей среды с использованием современных геотехнологий и технических средств
Б-ПК-6.	Б-ПК-6.1. Использует знания и навыки для определения подходов к решению региональных и локальных геоэкологических проблем	Владеть базовыми геоэкологическими теоретическими знаниями, современным программным обеспечением и технологиями компьютерного моделирования для выявления и количественной оценки геоэкологических проблем на локальном и региональном уровнях и научно-обоснованной выработки

		оптимальных подходов к их решению с использованием современных геотехнологий, технических средств и геоматериалов; уметь критически оценивать возможности и недостатки современных геоэкологических компьютерных моделей и результаты их применения для задач геоэкологии и геоинженерии

4. **Объем дисциплины:** _2_ з.е.**,** в том числе _72_ академических часа на контактную работу обучающихся с преподавателем, _0_ академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

5. **Формат обучения** смешанный, часть обучения имеет возможность проведения с использованием дистанционных образовательных технологий, а также иных образовательных, научно-исследовательских и научно-производственных технологий:

- проведение дискуссий на семинарских занятиях;
- использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса и онлайн-консультаций;
- применение современного программного обеспечения, физически обоснованных математических моделей.
- включение студентов в проекты НИР и НИОКР.

6. **Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам, с указанием отведенного на них количества академических часов, и виды учебных занятий**:

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины / форма текущей аттестации	**Всего (часы)**	В том числе							
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем)					**Самостоятельная работа обучающегося** ***Виды самостоятельной работы, часы***		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (семинары)	Занятия семинарского типа (лабораторные)	Занятия семинарского типа (практические)	**Всего**	Работа с рекомендованными литературными источниками; подготовка к ответам на семинарах; написания рефератов	Работа с рекомендованными литературными источниками; и компьютерными софтами, подготовка к контрольной	**Всего**
Раздел 1. Геоэкология как современное междисциплинарное направление в науках о жизни и Земле	6	2	2	2		6			
Тема 1. Предмет, структура, понятийный аппарат и задачи геэкологии как фундаментальной естественно-научной дисциплины; исторические основы		2	2	2					

геоэкологии									
Форма текущей аттестации по разделу №1	Тестирование знаний: ответы на вопросы и тесты на семинарских занятиях, сдача и оценка лабораторных работ.								
Раздел 2. Эволюционная парадигма мироздания, геоэкологическая деятельность человека и общества; основные геосреды и физические основы геоэкологии	36	12	12	12		36			
Тема 1. Естественно-научная картина мира и его динамики:		2	2	2					
Тема 2. Антропогенная деятельность, ее закономерности и геоэкологические последствия		2	2	2					
Тема 3. Геоэкологические и физико-географические условия и ресурсы жизни на Земле, их динамика		8	8	8					
Форма текущей аттестации по разделу №2	Тестирование знаний: ответы на вопросы и тесты на семинарских занятиях, сдача и оценка лабораторных работ.								
Раздел 3. Антропогенные	30	10	10	10		30			

воздействия на объекты окружающей среды, их количественная оценка, мониторинг, экологическое нормирование и менеджмент									
Тема 1. Антропогенное загрязнение, экологическая оценка, мониторинг и менеджмент водных экосистем		2	2	2					
Тема 2. Антропогенное загрязнение, экологическая оценка, мониторинг и менеджмент атмосферы		2	2	2					
Тема 3. Почвы и грунты (экологические функции, экологическое состояние, мониторинг, негативные антропогенные воздействия и менеджмент)		2	2	2					
Тема 4. Теоретические основы, модели и практика почвенно-ландшафтного		4	4	4					

конструирования									
Форма текущей аттестации по разделу №3	Тестирование знаний: ответы на вопросы и тесты на семинарских занятиях, сдача и оценка лабораторных работ.								
Промежуточная аттестация	Экзамен						6		
Итого:	72								

Подробное содержание разделов и тем дисциплины:

Раздел 1. Геоэкология как современное междисциплинарное направление в науках о жизни и Земле

Тема 1.

Предмет, структура, понятийный аппарат и задачи геэкологии как фундаментальной естественно-научной дисциплины; исторические основы геоэкологии:

Геоэкология как раздел современной экологии. Определение геоэкологии, цель и задачи. Предмет геоэкологии. Человек, общество, природа. Геосферы и антропогенные воздействия на них. Структура современной геоэкологии, ее место в системе наук о жизни и Земле, связь с другими науками. Краткая история становления и развития геоэкологии как междисциплинарного научного направления; роль отечественных исследователей в становлении геоэкологии.

Раздел 2.

Эволюционная парадигма мироздания, геоэкологическая деятельность человека и общества; основные геосреды и физические основы геоэкологии.

Тема 1.

Естественно-научная картина мира и его динамики:

Религиозно-философские и научные трактовки мироздания и динамики мира. Цикличность и направленность развития, прогресс и регресс, эволюция; реконструкция прошлого и прогноз. Теория эволюции и ее отражение в научных концепциях развития мира, органической жизни, человеческой цивилизации (социальной сфере). Материальное и духовное в постижении мира и его устройства. Физическое строение и эволюция Вселенной. Элементарные частицы, вакуумное состояние материи, аннигиляция; виды материальных взаимодействий. Рождение и этапы развития Вселенной (по А. Новикову); зарождение звезд, Солнца, планеты Земля. Возраст и характерные этапы эволюционной динамики планеты и жизни на ней. Относительная (стратиграфическая) и абсолютная геохронологическая шкала. Ограничения и проблемы радиоизотопных методов датировки, включая радиоуглеродный анализ. Эры, периоды, эпохи истории планеты. Катастрофические явления (столкновения с небесными телами, вулканизм, потопы) и их роль в земной динамике. Критический анализ доминирующих представлений об эволюции планеты и жизни.

Тема 2.

Антропогенная деятельность, ее закономерности и геоэкологические последствия:

Биологические и социальные потребности человека, экологические факторы и здоровье; комфортность среды проживания. Материальные и духовные законы в человеческом обществе. Личность и ее роль в историческом процессе. Современный рост населения и научно-технический прогресс; ограничивающие факторы и ресурсы. Средообразующая и разрушительная деятельность человека. Экологические кризисы, войны, техногенные катастрофы, терроризм и агрессия. Экология и (гео)политика в современном мире, глобализм и ресурсная «островизация» мирового сообщества.. Глобальные модели мировой динамики. Концепция устойчивого развития; международное сотрудничество, организации, форумы и соглашения. Законодательство в сфере экологии. Экологические

технологии и энергетика будущего. Возможна ли гармония человека и Природы?; доктрины ограничений их отражение в материальной и духовной жизни человека.

Тема 3.

Геоэкологические и физико-географические условия и ресурсы жизни на Земле, их динамика:

Жизнь как структура в потоках веществ и энергии. Малый биологический и большой геологический круговороты веществ и энергии. Космическая (внешняя) и внутренняя энергия планеты как фактор ее динамики и поддержания жизни. Роль диссипативных мегапроцессов в становлении и поддержании жизни, термодинамический критерий эволюции живых систем. Земля как космическое тело. Космические факторы, обуславливающие возможность существования жизни на Земле. Солнечные и лунные циклы. Планеты солнечной системы, их состав, состояние и вероятность существования жизни. Малые космические тела (астероиды, кометы, метеориты) вероятности столкновения и возможные последствия. Магнитное поле и его динамика, пояса Ван-Аллена. Географические условия жизни, их современное состояние и палеореконструкция. Границы биосферы. Материки, острова, океаны и моря (соотношение площадей, ресурсная и экологическая характеристика). Эндогенные и экзогенные факторы динамики земной поверхности. Геологическое строение и эндогенная динамика Земли. Земная кора, литосфера, основные литосферные плиты, тектоника плит и дрейф континентов. Океаническое дно, шельф, склон и ложе океана. Рифт, океанические хребты, субдукция плит. Разломы и складки, сбросы. Землетрясения и сейсмически активные регионы. Орогенез, типы гор и их строение. Вулканическая деятельность, типы вулканов. Горные породы и минералы. Типы горных пород (магматические, метаморфические, осадочные), геологический цикл их преобразования. Минералы, их генезис и свойства, полезные ископаемые. Экзогенные факторы геодинамики и природные ресурсы. Типы выветривания. Водная, ветровая и ледниковая эрозия. Пещеры и карст. Ледники и оледенения земной поверхности. Реки, типы речной сети, речные долины, береговые ландшафты, снос континентального материала в океаны. Озера и грунтовые воды. Пресные и соленые водные ресурсы. Водная экологическая проблема современности. Мировой океан, поверхностные течения и их причины. Спираль Экмана. Приливы и отливы вод, их космические механизмы. Глобальная климатическая роль Мирового океана. Отличия радиационного и теплового баланса деятельной поверхности суши и океана. Катастрофические явления в океане (цунами, сейсмическая активность, глубинные извержения). Атмосфера и климатические условия на планете. Состав и строение атмосферы. Циркуляция атмосферы и основные ветровые потоки. Циклоны, тропические циклоны и антициклоны, катастрофические погодные явления (тайфуны, ураганы, смерчи, пыльные бури), геофизические механизмы их образования и возможность прогноза. Образование атмосферных осадков и их типы. Парниковый эффект и глобальные климатические изменения. Роль жизни в создании и эволюции геоэкологических условий на планете. Геополитическое положение, природные ресурсы и производственный потенциал России в сравнении с мировым уровнем. Водные ресурсы, лесные ресурсы, полезные ископаемые (нефть, газ, уголь, железные руды, цветные и благородные металлы), золотой запас и его динамика, население, культурный, научно-технический, военный потенциал, геоэкологические и геополитические проблемы и возможные сценарии их развития.

Раздел 3. Антропогенные воздействия на объекты окружающей среды, их количественная оценка, мониторинг, экологическое нормирование и менеджмент (управление).

Тема 1.

Антропогенное загрязнение, экологическая оценка, мониторинг и менеджмент водных экосистем:

Оценка качества вод: интегральные показатели качества вод (ХПК, БПК, растворенный кислород, ЕС, pH), инструментальные средства контроля и мониторинга, нормативы, химическое загрязнение и его компьютерное моделирование, ПДК, индекс загрязненности ИЗВ). Разбавление и нормирование сброса сточных вод (уравнение баланса примеси, параметр кратности разбавления, условие экологического нормирования концентрации в сточной воде, ПДС и гидродинамический коэффициент смешивания). Технологии очистки вод (физические, физико-химические и биологические методы очистки; очистка промышленных и бытовых стоков, очистка поверхностных стоков и подготовка питьевых вод).

Тема 2.

Антропогенное загрязнение, экологическая оценка, мониторинг и менеджмент атмосферы.

Загрязнение атмосферы и основные показатели ее качества (природные и антропогенные источники загрязнения, виды загрязняющих веществ, первичное и вторичное загрязнение, компьютерное моделирование, ПДК веществ в воздухе (разовая, рабочей смены, среднесуточная), загрязнение городской атмосферы и здоровье человека). Автоматизированный мониторинг экологического состояния атмосферы. Расчет рассеивания вредных примесей в атмосфере (методика ОНД-86) (максимальные концентрации для горячих и холодных выбросов, их зависимости от параметров трубы и других условий выброса); температурные инверсии и смог. Защита атмосферы и технологии очистки воздушной среды (экологическое нормирование выбросов, физические (пылеулавливание), физико-химические (абсорбция, адсорбция), химические (окисление, восстановление, гетерогенный катализ) методы и технологии очистки воздуха; очистка выхлопных газов; роль почв и зеленых насаждений в поддержании состава и состояния городской атмосферы). Методики расчета платы за загрязнения воздуха (подвижные, точечные источники) и размещение твердых отходов различного класса опасности; порядок действующих в РФ тарифов на загрязнение окружающей среды.

Тема 3.

Почвы и грунты (экологические функции, экологическое состояние, мониторинг, негативные антропогенные воздействия и менеджмент).

Почвы: определение, разнообразие, основные экологические функции; экологическое состояние и проблемы антропогенной деградации и загрязнения почв; модели почводинамики. Проблема экологического нормирования почв как сложно-организованных распределенных сред; ресурсный подход к экологической и экономической оценке почв. Нормативная база для оценки загрязнения почв (в России и за рубежом); ПДК и их дифференциация в зависимости от качества почвы. Санитарно-гигиенические критерии и нормативы; агрохимические и физические показатели качества. Пилотная версия АИС для экологической оценки и менеджмента городских почв (ресурсный подход, принципы работы, структура, модули, примеры работы). Почвенные

режимы (температурный, водно-воздушный, солевой, кислотно-щелочной, биологическая активность…), их роль в обеспечении экологического функционирования почв, нормативы, компьютерное моделирование и мониторинг с использованием современных средств инструментального анализа. Менеджмент почв урбо и агроэкосистем (методологические подходы, технологии культивации и ремедиации (очистки) почв). Количественный подход к экологическому нормированию воздействий на почвы и оценке экологических рисков при антропогенных нагрузках.

Тема 4. Теоретические основы, модели и практика почвенно-ландшафтного конструирования:

Антропогенные ландшафты, специфика их структурно-функциональной организации и ее учет в почвенно-ландшафтном конструировании. Геоэкологические основы почвенно-ландшафтного проектирования и конструирования. Виды и технологические схемы ландшафтных и почвенных конструкций различного функционального назначения. Природные и синтетические материалы, их композиции (смеси) для улучшения качества и конструирования почв и ландшафтов (рекультивации). Современные почвенно-гидрофизические модели, получение их информационного обеспечения и характеристика возможностей применения в почвенно-ландшафтном проектировании. Практика почвенного ландшафтного конструирования в России и за рубежом.

Примеры практических (лабораторных) работ:

1. Базовые физические показатели пористой геосреды (плотност сложения и твердой фазы, дифференциальная пористость, влажность, массовая и объемная доли компонента, проницаемость (коэффициент фильтрации) – определение колоночным методом с с фильтрационным экспериментом.
2. Определение основной гидрофизической характеристики почвогрунтов методом равновесного центрифугирования и анализ их физического качества.
3. Экспресс-оценка дисперсности (удельной поверхности) почвогрунтов термодесорбционным методом на базе дифференциального влагомера AND.
4. Кондуктометрическая оценка засоления почвогрунтов и объектов гидросферы; на базе портативных кондуктометров-солемеров HANNA (метод последовательных разведений).
5. Определение температуропроводности почвогрунтов и полного термодинамического потенциала почвенной влаги с помощью программируемых датчиков DS1923.
6. Автоматизированный мониторинг гидротермических показателей окружающей среды с помощью программируемых датчиков DS1923.
7. Потенциометрическая оценка pH и содержания нитратов в почвогрунтах, воде и пищевой продукции на базе кондуктометров-pH-метров HANNA и экотестеров SOEKS .
8. Мониторинг состояния атмосферы помещений портативными ИФК-газоанализаторами AZ 7752, AZ 7755 (на примере диоксида углерода и паров воды).
9. Определение базального дыхания почвогрунтов и их биодеструкционного потенциала модифицированным методом с термодесорбцией CO_2 на базе портативных ИФК-газоанализаторов
10. Определение БПК в пробах воды и почвы инкубационным методом с помощью портативного электрохимического газоанализатора кислорода.
11. Моделирование геоэкологических рисков загрязнения почв и грунтовых вод на базе компьютерной среды HYDRUS-1D с использованием данных Практикума

12. Технологическое моделирование влагоаккумулятивных солезащитных почвенных конструкций для зеленых насаждений и поливного земледелия на базе компьютерной среды HYDRUS-1D с использованием данных Практикума.

7. **Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине**:

7.1. **Типовые экзаменационные задачи по курсу Геоэкология:**

1)Используя параметры функции ван-Генухтена Q_r, Q_s, α, n для ОГХ (основной гидрофизической характеристики) и коэффициенты фильтрации Ks (в см/сут) для песка и торфа из практикума по Геоэкологии, рассчитать с помощью HYDRUS-1D динамику влажности в двухслойной почвенной конструкции глубиной 1 м в течение 100 суток корневого потребления травянистым газоном (grass) с потенциальной транспирацией (root water uptake) 0,3 см/сут и нулевым испарением с поверхности (upper boundary flux=0), если исходно почва была насыщена влагой. Условие на нижней границе – свободный отток влаги (Free drainage). Начальное состояние задать по глубине ступенькой давления **h**: 0,-2, 0,-2, 0, -2 и т.д. Материалы слоев: 0-20см – торф, 21-100см – песок. Удельное распределение корней – 1 на поверхности (top value), 0 – на глубине 20 см (bottom value) и ниже до 100 см. Определить по графику актуального корневого водопотребления (actual root water uptake) через сколько дней газон начнет снижать корневое потребление (продуктивность) относительно заданной величины в 0,3 см/сут.

2) Используя параметры функции ван-Генухтена Q_r, Q_s, α, n для ОГХ (основной гидрофизической характеристики), коэффициент фильтрации Ks (в **см/сут**) и плотность (Bulk D в г/см^3) для чернозема из практикума по Геоэкологии, рассчитать с помощью HYDRUS-1D динамику концентраций водорастворимого поллютаната (solute transport) в почве глубиной 100 см. Загрязнитель поступает на поверхность с потоком (concentration flux BC) 10 ммоль/см^2 в течении 10 дней (puls duration), перемещается внутри однородной по влажности почвы (**h**= -100 см.вд.ст) посредством молекулярной диффузии (Diff W=1см^2/сут) и гидродинамической дисперсии (Disp=10см) и сорбируется в соответствии с моделью Генри (Kd=2 см^3/г). Единицы концентрации – ммоль, дополнительные граничные условия – постоянства давления почвенной влаги на нижней и верхней границе (Constant pressure head) и нулевого градиента концентрации поллютанта на нижней границы (zero gradient). Определить проникнет ли загрязнитель за пределы расчетной почвенной толщи в течение 100 дней?

3) Объемное содержание диоксида углерода (X) в камере-изоляторе высотой 10 см, установленной на поверхности почвы, при температуре воздуха 20°C и нормальном атмосферном давлении прирастало по следующей зависимости:

t, сек	0	10	15	20	25	30	45	60
X, ppm	410	456	466	468	483	493	525	579

Используя весь набор данных определить величину почвенного дыхания в мгCO_2/м^2/час. Молекулярная масса диоксида углерода 44 г/моль, универсальная газовая постоянная 8,31 Дж/моль/К.

4) В герметичный шприц объемом 20 см^3 поместили 15 г увлажненной почвы (массовая доля влаги 20%, плотность твердой фазы 2,65 г/см^3) так, что она заняла половину объема

шприца, и поставили в термостат с температурой 30°С на 5 часов. По прошествии этого времени, шприц присоединили к портативному газоанализатору и, выдавив поршнем воздух, определили объемное содержание в нем кислорода, которое составило 19,2%. Рассчитать интенсивность БПК образцом почвы относительно массы (в мгO_2/кг/час) и относительно объема (в гO_2/м^3/час), принимая атмосферное давление равным стандартному, а исходное содержание кислорода в воздухе лаборатории 20,9% . При расчете объема воздуха в шприце вычесть объемы жидкой и твердой фаз почвы. Молекулярная масса O_2 32 г/моль, универсальная газовая постоянная 8,31 Дж/моль/К.

5) Зависимость электропроводности (Ес) от концентрации солей-электролитов (С) для водоема описывается функцией Ес=aC/(b+C). По опытным данным, приведенным в таблице определить параметры a,b при помощи аппроксимации в программе S-Plot (гиперболическая функция y=ax/(b+x) и, найдя значение концентрации, соответствующее электропроводности 0,31 дСм/см, оценить **температуру замерзания водоема** при такой концентрации.

С, моль/л	0	2	4	6	8	10	12
Ес, дСм/см	0	0,4	0,76	1,10	1,26	1,2	1

Теплота фазового перехода L= 6013 Дж/моль, молекулярная масса воды M= 0,018 кг/моль, плотность воды ρ=1000 кг/м^3, универсальная газовая постоянная R= 8,314 Дж/моль/К. При расчете использовать приближенную формулу $\Delta T=-CT_0^2MR/(\rho L)$ и не забыть перевести концентрацию из моль/л в моль/м^3.

6) Зависимость модуля полного потенциала влаги (ψ) от влажности (W) для почвогрунта описывается функцией $\psi=aW^{-b}$,. По опытным данным, приведенным в таблице определить параметры a, b при помощи аппроксимации в MS Excel (степенная функция y=ax^b) и, найдя значение потенциала, соответствующее влажности 12%, оценить температуру замерзания почвогрунта при такой влажности.

W%	5	10	15	30	35	40
ψ, Дж/кг	6000	4000	3000	2240	2000	1900

Теплота фазового перехода L= 6013 Дж/моль, молекулярная масса воды M= 0,018 кг/моль, универсальная газовая постоянная R= 8,31 Дж/моль/К.

7) По тренду нагревания цилиндрического образца почвогрунта (табличные данные) высотой 6см и диаметром 8 см при $t_{комн}$ = 15°С рассчитать коэффициент температуропроводности ℵ в см^2/мин. Переведя его в см^2/час, оценить (в см) глубину затухания α суточных температурных волн (круговая частота ω=2π/24 час$^{-1}$) и годовых температурных колебаний (ω=2π/(24*365) час$^{-1}$), как экологический фактор оптимального расположения подземных ходов и нор землероев.

t, мин	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
Т,град почв	1,70	1,83	1,95	2,08	2,20	2,33	2,52	2,64	2,77	2,96	3,08

8) За счет термохалинных эффектов средние по слою Н=1км (гидростатическое давление 10^4 кПа) плотности океанических вод составили 1025 и 1031 кг/м^3. Оценить скорость

плотностного течения на расстоянии L=1200 км с учетом действия Кориолисовой силы (геострофическое приближение) на 30° широте. Угловая скорость вращения Земли $\omega=7,3*10^{-5}$ c^{-1}.

9) Рассчитать скорость экмановского (дрейфового) океанического течения на 30° широте на поверхности (z=0) при скорости приповерхностного ветра v=10 м/с, плотности воздуха 1,2 кг/$м^3$, кинематической и параметре C=0,0015. Кинематическую вязкость взять равной $2*10^{-4}$ $м^2$/с. Угловая скорость вращения Земли $\omega=7,3*10^{-5}$ c^{-1}.

10) Дисперсионное уравнение для гравитационных волн (случай "глубокой воды") имеет вид $\omega^2=gk$, где -ω угловая частота, g - ускорение силы тяжести, k - волновое число. Оценить фазовую и групповую скорости распространения возникшей в результате геокатастрофы морской волны с длиной λ=600 м.

11) Сточные воды с расходом 0,7 $м^3$/с впадают в стрежень реки со среднеобеспеченным потоком (расходом) вод 25 $м^3$/с . Коэффициент турбулетной диффузии составляет 0,005 $м^2$/с, длина по фарватеру L=600м, а коэффициент извилистости реки равен 1,5. Какова будет допустимая концентрация нитратов в сточных водах (в мг/л) и их предельно допустимый сброс (кг/час), если фоновая концентрация нитратов в реке 7 мг/л, а ПДК для речных вод составляет 40 мг/л?

12) Содержание растворенного кислорода (Ср) в поверхностных пресных водах находится в равновесии с атмосферным при объемной доле 20,9 %, нормальном атмосферном давлении, температуре 20^oC и эффективной растворимости a=0,031. Превышения содержания ПДК для пяти оставшихся поллютантов ($БПК_5$, фенолы, нефтепродукты, нитраты и анилин) составляют 4; 2; 5; 1 и 1,3 ПДК, соответственно. Рассчитать ИЗВ и оценить класс качества воды. Молекулярная масса O_2 32 г/моль, универсальная газовая постоянная 8,31 Дж/моль/К. Внимание – в индексе ИЗВ кислород оценивается по обратному соотношению ПДК/Ср, причем ПДК= 4мг/л для рассматриваемых поверхностных вод.

13) Предприятие, расположенное на Среднем Урале загрязняет атмосферу горячим газовым (без аэрозолей) выбросом из трубы высотой 24 м и эффективным диаметром 1 м с технологической скоростью поступления массы поллютанта M= 6 г/с, скорости течения из трубы w=10м/с и перепаде температур 120^oC. Используя методику ОНД-86 оценить максимальную концентрацию (C_{max} в мг/$м^3$) загрязнителя в атмосферном воздухе. Превысит ли она ПДК=0,1 мг/$м^3$? На каком расстоянии от источника (X, м) будет наблюдаться такая концентрация? Параметры m, n принять равными единице.

14) Требуется осушить часть территории УОПЭЦ Чашниково на торфяно-глееевых почвах под закладку садоводческой плантации до глубины залегания грунтовых вод h_2=1м. Исходный уровень залегания грунтовых вод h_1=1,5 м. Используя определенный на практикуме по Геоэкологии коэффициент фильтрации торфа (Кф в м/сут), оценить на

каком расстоянии (L, м) друг от друга следует заложить дрены для осушения территории? Допустимое время понижения уровня грунтовых вод принять равным 10 сут.

15) Распределение концентраций бензпирена в профиле урбанозема представлено в таблице.

x, м	0	0,13	0,3	0,5	1
C, г/м^3	0,0464	0,0324	0,023	0,0136	0,005

Используя аппроксимацию распределения экспонентой (C=a*exp(-b*x)) произвести расчет запасов поллютанта в 1м слое почвы по формуле интеграла экспоненциальной зависимости Co=a/b*(1-exp(-b)) для расчетного метрового слоя. Зная величину Co и константу биодеструкции бензпирена в указанных условиях k=0,5 год$^{-1}$, оценить предельно допустимую техногенную нагрузку на почву в виде годового потока поллютанта Qн в мг/м^2/год для расчетного периода T=10 лет и предельно допустимого запаса ПДК= 0,03 г/м^3

7.2. **Типовые контрольные устные вопросы для проведения промежуточной аттестации (экзамена) по курсу Геоэкология:**

1. Геоэкология как наука. Определения геоэкологии, географическое и геологическое направления в геоэкологии, их критический анализ.
2. Геофизическое состояние атмосферы: взаимодействия паров и газов с жидкостями (растворимость, роль мирового океана и литосферы в регуляции состава и состояния атмосферы).
3. Предметная база геоэкологии. Понятия о геосферах, геосреде и ее компонентах, геосистемах рзного уровня организации; геоэкологические функции.
4. Сбросы и разбавление сточных вод (схема смешивания вод, предельные концентрации и предельный сброс).
5.Структура геоэкологии и ее место среди Наук о жизни и Наук о земле. Цель, задачи и области исследования современной геоэкологии.
6.Геофизическое состояние атмосферы: уровень однофазной системы (показатели состояния, уравнения состояния, барометрическая формула)
7.Определение атмосферы, вещественный и химический состав, гипотезы происхождения и кислородно-азотного состава.
8. Относительная (стратиграфическая) и абсолютная геохронологическая шкала; Критический анализ доминирующих представлений об эволюции планеты и жизни и оценки абсолютного возраста.
9.Гипотеза «Большого взрыва»: рождение и этапы развития Вселенной; зарождение звезд, Солнца, планет.
10. Понятие изостазии, модели Эйри и Пратта, гравитационная разведка.
11.Излучение Солнца, солнечная постоянная, ее вариации, моделирование нагрева поверхности Земли, парниковый эффект атмосферы.
12. Нормативная база для оценки загрязнения почв (в России и за рубежом); ПДК и их дифференциация в зависимости от качества почвы.
13.Природные георесурсы (понятие, оценка, сравнение мирового состояния и России).
14 Защита атмосферы и технологии очистки воздушной среды

15 Определение гидросферы, компонентный состав, гипотеза происхождения; резервуары и потоки в гидросфере (круговорот воды).
16.Экономические аспекты ресурсной оценки почв, рыночная стоимость почвогрунтов и технологий их ремедиации; эффективность технологии фиторемедиации.
17.Гравитация и вращение, фундаментальные физические законы (законы Ньютона, закон всемирного тяготения, ускорение силы тяжести, понятие о центробежных (центростремительных) силах, силы Кориолиса, определение масс Земли и Солнца.
18. Кольская сверхглубокая; анализ фактов и новая «диффузионная» гипотеза строения Земли (по Ю.Г. Старицкому)
19. Тепловое поле и поток тепла, модель Фурье. Источники теплового поля Земли.
20. Группы технологий менеджмента почв и их краткая характеристика (технологии культивации, рекультивации, ремедиации, почвенно-ландшафтного конструирования, эконормирования и контроля)
21. Механизм парникового эффекта, основные парниковые газы и пары; источники и стоки парниковых газов в геосфере; роль почвенного покрова.
22. Евтрофикация водоемов, ее механизмы и экологические последствия; нитратное загрязнение.
23.Геострофическое и гидростатическое приближения: геострофический, градиентный, циклострофический ветер, расчет скоростей; число Россби.
24 Гипотезы динамики парниковых газов и глобальных климатических изменений.
25. Элементарные частицы, состояния, фундаментальные взаимодействия во Вселенной.
26. Экологическое нормирование воздействия на почвы (основные принципы оценки); плата за размещение отходов
27. Тепловой и радиационный балансы Земли, отличия для суши и океана, температурный режим поверхности Земли.
28. Озон в атмосфере и его геоэкологические функции; природная и антропогенная динамика озонового экрана (геополитика и реальность)
29. Химический состав недр Земли, известные факты и рабочие гипотезы (гипотеза гравитационной дифференциации по О.Г. Сорохтину, гипотеза «барометалличности» по В.Н. Лодочникову, гипотеза магнитной сепарации и химических реакций по В.Н.Ларину)
30. Почвенные режимы, их экологическое нормирование и мониторинг.
31. Понятия сейсмичности, очага землетрясения, теория упругой отдачи; количественная геоэкологическая оценка сейсмичности.
32. Проблема экологического нормирования почв как сложно-организованных распределенных сред; ресурсный подход к экологической оценке почв.
33 Палеореконструкция атмосферы (основные методы и результаты, связь с климатом); диссипация атмосферы
34. Базовые физические показатели геосреды (плотность, массовая доля, объемная доля, концентрация, запасы веществ и энергии, влажность, дифференциальная пористость, их определение и расчетные формулы)
35. Строение атмосферы: вертикальная структура и классификации ее элементов (слоев).
36.Дисперсность геосреды, критерии и методы ее оценки (понятия, теория методов оценки, расчетные формулы, классификации)
37. Дифференцированная система показателей загрязнения атмосферы, сравнение с международными стандартами

38. Основная гидрофизическая характеристика пористых геосред и геоматериалов (расчет по эксперименту с центрифугированием; модель ван-Генухтена)
39.Основные теории геодинамики, геотектоника; формы и компоненты рельефа земной поверхности.
40. Проницаемость и коэффициент фильтрации жидкости в почвенно-грунтовой геосреде (определение, классификация, расчетные формулы).
41. Геофизическое состояние атмосферы: взаимодействие газов и паров с твердой фазой, аэрозоли, диффузионно-седиментационное равновесие.
42. Биотехнологии очистки сточных вод; комбинированная подготовка и очистка питьевых вод.
43. Геоэкологическое значение воды, потребности в воде и мировая водообеспеченность.
44. Температура и температуропроводность геосред (понятия, геоэкологическое значение, методы измерения на основе программируемых датчиков DS1923)
45. Течения водных масс (определение, классификации, геоэкологическое значение, критика устоявшихся взглядов на природу течений).
46.Расчет рассеивания вредных примесей в атмосфере (ОНД-86)
47. Классические и современные «сейсмологические» распределенные модели плотности Земли; интегральная расчетная оценка ускорения силы тяжести и давления в недрах.
48. Основные технологии очистки сточных вод (промышленные, бытовые стоки); физические и химические методы
49. Механизм формирования кислотных дождей; воздействия на элементы геосферы (горные породы и геоматериалы, водоемы, почвы) и здоровье человека.
50.Гравитационные и капиллярные волны, модели, дисперсионные уравнения, оценка фазовых и групповых скоростей.
51.Волны в гидросфере (понятие, природа, классификации, описательная характеристика типов).
52. Моделирование стационарных дрейфовых течений; решение Экмана
53. Понятие почвы с экологической точки зрения; основные экологические функции почв.
54. Моделирование плотностных течений, расчет скоростей динамическим методом.
55.Оценка качества вод (показатели, нормативы, методы получения); принципы расчета ИЗВ и анализ качества вод России
56. Понятие и характеристики магнитного поля Земли; гипотезы формирования, инверсии и аномалии магнитного поля, их геоэкологическое значение.
57. Газовая экологическая функция почв по отношению к атмосфере.
58. Основные реологические модели в геосредах и геоматериалах (Гука, Ньютона, Максвелла, Кельвина, Бингама), связь с основной гидрофизической характеристикой почв по Воронину; реологическое состояние недр.
59. Совместные течения и общая глобальная циркуляция (конвейер) водных масс, его геоэкологическое значение и возможность антропогенной динамики.
60.Полный потенциал силы тяжести; момент инерции; безразмерные моменты инерции планет и спутников, их роль в выявлении внутреннего строения небесных тел.
61. Менеджмент почв урбо и агроэкосистем (методологические подходы, технологии культивации и ремедиации (очистки) почв).. АИС для экологической оценки и менеджмента городских почв (ресурсный подход, принципы работы, структура, модули, примеры работы).
62. Природные и синтетические материалы, их композиции (смеси) для улучшения качества и конструирования почв и ландшафтов (рекультивации).

63. Современные почвенно-гидрофизические модели, получение их информационного обеспечения и характеристика возможностей применения в почвенно-ландшафтном проектировании.
64. Почвенно-ландшафтное конструирование (основные типы почвенных конструкций, принципы их расчета, функциональные слои, экраны, эффективность, примеры). Практика почвенного ландшафтного конструирования в России и за рубежом.

8. **Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине:**

В таблице представлена шкала оценивания результатов обучения по дисциплине. Уровень знаний обучающегося оценивается на "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Оценка "отлично" выставляется, если обучающийся демонстрирует сформированные систематические знания, умения и навыки их практического использования. Оценка "хорошо" ставится, если при демонстрации знаний, умений и навыков студент допускает отдельные неточности (пробелы, ошибочные действия) непринципиального характера. При несистематических знаниях, демонстрации отдельных (но принципиально значимых навыков) и затруднениях в демонстрации других навыков выставляется оценка «удовлетворительно». Оценка "неудовлетворительно" ставится, если знания и умения фрагментарны, а навыки отсутствуют.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине				
Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	**2**	**3**	**4**	**5**
Знания Виды оценочных средств: устные и письменные опросы	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения Виды оценочных средств: умение производить правильные расчеты по лабораторным работам и.	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) Виды оценочных средств: навыки работы с ПО по моделированию геосред, оценке геоэкологических рисков и	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

проектированию почвенных конструкций				

9. **Ресурсное обеспечение:**

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

Ветошкин А.Г. Основы процессов инженерной экологии: теория, примеры, задачи. СПб.: Лань. 2014. 510с. Шифр: 3, В-392; http://en.bookfi.net/book/635474

Голубев Г.Н. Геоэкология: Учебник для студентов вузов. М.: ГЕОС, 1999. 338 с. Шифр: 3, Г-620; http://en.bookfi.net/book/1351342

Григорьева И.Ю. Геоэкология. М.:ИНФРА-М, 2013. 270 с. Шифр: 3, Г-834

Смагин А.В. Теория и практика конструирования почв. М.: Издательство Московского ун-та. 2012. 544 с. Шифр: 3УБ, С-500 ; http://padabum.com/d.php?id=47703

Смагин А. В. Почвенные режимы функционирования и их мониторинг: учеб. пособие МГУ им. М. В. Ломоносова. М. : Юстицинформ, 2020 . Шифр: 3УБ5, С-500

Трифонова Т.А., Селиванова Н.В., Мищенко Н.В. Прикладная экология М.: Акад. Проект «Традиция», 2005. 384с. Шифр: 3Ф, Т-691

.

Дополнительная литература.

Богдановский Г.А. Химическая экология М.: Изд-во Моск.ун-та, 1994. 237 с. Шифр: 3Е, Б-736

Основы инженерной биологии с элементами ландшафтного планирования Майкоп-М.: тов. КМК, 2006, 281с. Шифр: 6АФ, О-75

Грунтоведение. М. : Изд-во Моск.ун-та, 2005 Шифр: 3РМ6, Г-907

Сметанин В.И. Рекультивация и обустройство нарушенных земель. М.: КОЛОС, 2000. 320с. Шифр: 6АФ, С-502

Основы экологического мониторинга: практ. пособие для бакалавров / под ред. И. С. Белюченко и А. В. Смагина; КубГАУ, МГУ им. М.В. Ломоносова. Краснодар, изд-во КубГАУ, 2012. Шифр: 3, О-753

Смагин А.В., Иванов С.А., Кириченко А.В., Садовникова Н.Б. Пилотная версия АИС для инвентаризации и менеджмента городских почвенных ресурсов. М. : Изд-во МГУ, 2015. Шифр: 3УБ3, П-324

Смагин А.В. Синтетические гелевые структуры в почвах и почвенных конструкциях. МГУ им. М. В. Ломоносова. М. : Юстицинформ, 2020. Шифр: 3УБ5, С-500

Свирежев Ю. М. Нелинейные волны, диссипативные структуры и катастрофы в экологии. М. : Наука, 1987. Шифр: 3Ф, С-247

Осипов В.И., Кутепов В.М., Зверев В.П. Опасные экзогенные процессы М. : ГЕОС, 1999. Шифр: 3РМ, О-603

Форрестер Дж. Мировая динамика: Пер. с англ. М: ООО Изд-во АСТ; СПб.: Terra Fantastica, 2003. 152 с. Шифр: 7ВК, Ф-798; http://en.bookfi.net/book/770197

Медоуз Д., Рандерс Й., Медоуз Д. Пределы роста 30 лет спустя. М.: Академкнига, 2007. 342 с. Шифр: 7ВК, М-425; http://en.bookfi.net/book/584696

- Перечень лицензионного программного обеспечения: MS EXCEL-2016, SIGMA-PLOT-7, MATLAB-7, HYDRUS-1D, DALLAS SEMICONDUCTOR. АИС для инвентаризации городских почвенных ресурсов и подбора технологий их ремедиации (пилотная версия ф-та почвоведения МГУ);
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем: https://earth.google.com/web/, https://ecology.gpntb.ru/ecologydb, http://mbukcbs.ru/ekologicheskie-resursy/item/internet-resursy-po-ekologii,
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости): www.hydrus2d.com, http://www.lib.msu.su/ , bookfi.ru. , matematikam.ru/calculate-online/, http://mathematik.boom.ru/math_ecol.html, www.normativ.su, http://moscow.soil.msu.ru/, http://www.innovbusiness.ru/, http://www.mizs.ru/, http://www.twirpx.com/files/husbandry/soilscience/ http://www.geoterra.ru/, http://aircondi.h1.ru/, http://www.publiceco.ru/, www.tsinao.chat.ru, http://ecokavkaz.ru/
- Описание материально-технической базы

А- лекционная потоковая аудитория, оборудованная оргтехникой (проектор, компьютер, выход в Интернет);

- машинный класс с выходом в интернет для проведения семинарских и самостоятельных занятий по компьютерному моделированию, использованию современных математических моделей в экологии, а также подготовки студентов к промежуточной и основной форме аттестации.

- лабораторный практикум с соответствующим оборудованием для проведения лабораторных работ по программе «Геоэкология».

Б. Оборудование:

Для лекционной и семинарской аудиторий: необходимая оргтехника, ЭВМ, выход в интернет и др.

Для демонстрационных и индивидуальных практических работ: лабораторные приборы и оборудование (весы аналитические OHAUS Pioneer PX224/E, программируемый анализатор влажности AND MX-50, сушильный шкаф KD 200, портативные газоанализаторы CO_2 и O_2, портативные кондуктометры и потенциометры HANNA Inst., центрифуги ЦЛН-16, Hettich Universal 320, Sigma 2-KHL адаптированные под термодинамический анализ водоудерживания в пористых средах, холодильник, стеклянная, пластмассовая и керамическая посуда, автоматизированные сенсоры DS1923 с программным обеспечением для экспрессной экологической оценки и мониторинга объектов окружающей среды и тд.

…….

В. Иные материалы

Пилотная версия АИС с интрнет-доступом для экологической оценки городских почвенных ресурсов и принятия научно-обоснованных управленческих решений по их ремедиации и воспроизводству.

10. **Язык преподавания:** русский

11. **Преподаватели:**

Лектор: Смагин Андрей Валентинович

Должность: профессор
Ученая степень: доктор биологических наук, 2004, ВАК РФ (когда и где присуждена)
Ученое звание: профессор, 2007, ВАК РФ (когда и где присуждена)
Семинарские занятия:
Глаголев Михаил Владимирович
Ученая степень: кандидат биологических наук, 2010, ВАК РФ (когда и где присуждена)
Садовникова Надежда Борисовна
Ученая степень: кандидат биологических наук, 2008, ВАК РФ (когда и где присуждена)

12. **Разработчик программы:**
Смагин Андрей Валентинович
Должность: профессор
Ученая степень: доктор биологических наук, 2004, ВАК РФ (когда и где присуждена)
Ученое звание: профессор, 2007, ВАК РФ (когда и где присуждена)

13. **Краткая аннотация дисциплины:**
Целью дисциплины является получение знаний по теоретическим основам геоэкологии и навыков их практического применения в сфере рационального природопользования, почвенно-ландшафтного проектирования и охраны окружающей среды. Задачи дисциплины включают: (1) овладение обучающимися понятийным аппаратом, структурой, историческими основами, фундаментальными знаниями геоэкологии; (2) формирование экспертных навыков и компетенций в сфере оценки состояния и функционирования природных и антропогенных экологических объектов, а также эффективности технологий их эксплуатации и менеджмента; (3) получение знаний о нормативно-правовой базе и количественных критериях оценки экологического состояния и функционирования объектов окружающей среды, а также современных методов их инструментальной оценки; (4) формирование практических навыков и компетенций в использовании современных моделей и технологий компьютерного моделирования, инструментальных средств и технологий автоматизированного сбора, обработки информации в сфере экологической оценки, мониторинга и менеджмента объектов окружающей среды, включая технологии геоинженерии и почвенно-ландшафтного конструирования.