

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан Геологического факультета
академик

_____/Д.Ю.Пушаровский/

«__» _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Биодиагностика в экологической геологии

Автор-составитель: Григорьева И.Ю.

Уровень высшего образования:

магистратура (ИМ)

Направление подготовки:

05.04.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:

Экологическая геология

Магистерская программа

Экологическая геология

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

Учебно-методическим Советом Геологического факультета

(протокол № _____, _____)

Москва

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение – 2018.

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Цель и задачи дисциплины

Целью курса «Биодиагностика в экологической геологии» является приобретение слушателями представлений о роли методов биодиагностики при оценке состояния окружающей среды.

Задачи – развитие у слушателей комплексного подхода к изучению состояния компонентов эколого-геологических систем; получение представлений о роли биодиагностики при решении эколого-геологических задач; рассмотрение теоретических основ и истории становления методов биоиндикации и биотестирования; существующих классификаций методов биоиндикации и биотестирования; ознакомление с принципами и подходами к выбору организмов-биоиндикаторов состояния окружающей среды; рассмотрение примеров оценки методами биоиндикации состояния эколого-геологических условий территорий; примеров оценки методами биотестирования состояния и степени токсичности грунтовых систем.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, профессиональные дисциплины по выбору, курс – II, семестр – 3.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин «Экологическая геология», «Экология», «Основы геоэкологии», «Закономерности формирования экологических функций литосферы».

3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников, формируемые (полностью или частично) при реализации дисциплины:

ОПК-4.М Способность применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки.

ПК-3.М Способность самостоятельно проводить научные исследования с помощью современного оборудования, информационных технологий, с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта.

ПК-9.М Способность использовать современные методы обработки и интерпретации комплексной информации для решения производственных задач.

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знать: теоретические основы реакции живых организмов на изменение состояния окружающей среды; методы проведения биоиндикационных исследований.

Уметь: использовать знания в области биодиагностики для решения управленческих, научно-исследовательских и контрольно-экспертных задач в области рационального природопользования; самостоятельно составлять программы биодиагностических исследований; разрабатывать и формулировать с учетом реакции биологических объектов практические рекомендации по снижению отрицательных воздействий на компоненты эколого-геологических систем при планировании и осуществлении различных видов хозяйственной деятельности.

Владеть: навыками проведения экспериментальных исследований по биотестированию состояния и уровня токсичности грунтовых систем; основами эколого-геологической интерпретации данных биотестов; основами методики проведения полевых биоиндикационных исследований.

4. Формат обучения – лекционные и практические занятия

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 з.е., 72 в академических часа; из них 42 часа отведено на контактную работу обучающихся с преподавателем (14 часов – занятия лекционного типа, 28 часов – практические занятия). 30 академических часов отведено на

самостоятельную работу обучающихся, из них **10** часов – мероприятия промежуточной аттестации. Форма промежуточной аттестации – зачёт

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

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В курсе «Биодиагностика в экологической геологии» излагаются сведения о современных подходах к оценке качества окружающей среды; рассматриваются виды и назначение методов биодиагностики, их преимущества и недостатки по сравнению с традиционными химико-аналитическими исследованиями; дается краткая характеристика истории развития методов биоиндикации и биотестирования; рассматриваются виды и методы биоиндикации, основы выбора биоиндикаторов, основные требования к проведению полевых биоиндикационных исследований; приводятся примеры конкретных видов растений-биоиндикаторов, а также основных этапов биоиндикационных исследований состояния почвенного покрова; даются общие сведения о ферментах (энзимах), их роли в эколого-геологических системах; рассматриваются биотические свойства грунтов и методы определения ферментативной активности грунтов, как косвенного показателя биотических свойств.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Практические занятия	Всего	
Раздел 1. Современные подходы к оценке качества окружающей среды.		2		4	6	Подготовка к контрольной работе, 2 часа
Раздел 2. Биодиагностика: определение, назначение и виды. Роль биодиагностики при решении эколого-геологических задач.		4		6	10	Подготовка и выполнение практических заданий, 5 часов
Раздел 3. Биоиндикационные исследования как метод диагностики состояния окружающей среды.		4		8	12	Подготовка и выполнение практических заданий, 4 часа, написание рефератов, 4 часа
Раздел 4. Бiotестирование как метод биодиагностики состояния окружающей среды.		4		10	14	Подготовка и выполнение практических заданий, 5 часов
Промежуточная аттестация <i>зачёт</i>						10
Итого	72			42		30

Содержание разделов дисциплины:

Содержание лекционных занятий

Раздел I. Общие представления о методах биодиагностики и их видах.

Современные подходы к оценке качества окружающей среды. Традиционные подходы к оценке качества окружающей среды, основанные на химико-аналитических исследованиях: их преимущества и недостатки. Необходимость учёта биологических эффектов при оценке качества окружающей среды.

Раздел 2. Биодиагностика: определение, назначение и виды. Роль биодиагностики при решении эколого-геологических задач

Подразделение биодиагностики на биоиндикацию и биотестирование. Определение, содержание и основное предназначение методов биоиндикации и биотестирования. Преимущества методов биоиндикации и биотестирования перед физико-химическими методами. Основные пути совершенствования методов биодиагностики и их применение в эколого-геологических исследованиях. Примеры использования биодиагностики для решения эколого-геологических задач.

Раздел 3. Биоиндикационные исследования как метод диагностики состояния окружающей среды.

Краткая история развития биоиндикационных методов. Сведения об использовании живых организмов в качестве показателей определенных природных условий в трудах учёных Древнего Рима и Греции. Работы Теофраста («Природа растений»), Катона («Земледелие») и Плиния Секунда («Естественная история») о связи характера растительности со свойствами земель. Труды М.В.Ломоносова и А.Н.Радищева о растениях – указателях особенностей почв, горных пород, подземных вод. Вклад В.В.Докучаева в развитие биоиндикации. Работы геолога А.П.Карпинского как основоположника биоиндикационного использования растений в России. Идеи В.И.Вернадского (1926, 1934), Б.Б.Полынова (1952), А.П.Виноградова (1952, 1954) по обоснованию возможности использования растений и растительных сообществ в целях индикации полезных ископаемых, направленности геохимических процессов. Интенсификация биоиндикационных исследований в начале XX в. в России при освоении окраин страны. Биоиндикаторы широко использовались при изучении: сельскохозяйственных угодий, климата, горных пород, ареалов грунтовых вод, поиске полезных ископаемых (работы Ф.Клементса, Л.Г.Раменского, В.Н.Сукачева, Б.В.Виноградова и др.). Развитие природоохранной индикации со второй половины XX в.

Виды и методы биоиндикации. Представления о биоиндикации, биоиндикаторах и объектах биоиндикации. Уровни биоиндикации: видовой и биоценотический. Состав исследований при проведении исследований на соответствующем уровне. Виды биоиндикации: неспецифическая и специфическая. Примеры специфической биоиндикации. Методы биоиндикации: регистрирующая и биоиндикация по аккумуляции. Регистрирующие биоиндикаторы и их реакция на изменение окружающей среды. Представление о соматических проявлениях реакции живых организмов на изменение состояния окружающей среды. Примеры регистрирующих биоиндикаторов: лишайники, хвоя деревьев, суховершинность. Представление о некрозе и хлорозе растений: возбудители, поражаемые растения, причины болезней, дифференциальный диагноз. Недостаток регистрирующих биоиндикаторов. Накапливающие индикаторы и их примеры. Мониторинг состояния окружающей среды с применением накапливающих биоиндикаторов. Необходимость использования биоиндикаторов в совокупности с инструментальным контролем за состоянием окружающей природной среды, применяемым при локальном мониторинге источников или объектов загрязнения.

Выбор биоиндикаторов. Представления Ю.Одума при выборе биоиндикаторов: стенотопные виды являются лучшими индикаторами по сравнению с эвритопными; предпочтение использования при индикации более крупных видов; необходимость наличия полевых и экспериментальных сведений о лимитирующих значениях исследуемого экологического фактора с учетом возможных компенсаторных реакций

организма и толерантности используемого вида (группы видов). Закон минимума Либиха. Закон толерантности Шелфорда. Лимитирующие факторы для наземных и водных экосистем. Учет при выборе биоиндикаторов численного соотношения разных видов (популяций или сообществ), как более показательного и более надежного индикатора по сравнению с численность одного вида.

Основные требования к биоиндикационным полевым исследованиям. Относительная быстрота проведения исследований. Проведение биоиндикационных исследований в период максимальной биологической продуктивности сообществ. Получение достаточно точных и воспроизводимых материалов. Отбор индикаторов с высокой встречаемостью и обилием. Примеры биоиндикаторов из числа почвенной мезофауны: жуки-жужелицы Carabidae; элатероидные Elateridae; косянки Lithobiomorpha; мертвоеды Silphidae; лесные рыжие муравьи Formica rufa; дождевые черви Lumbricus terrestris; наземные моллюски Deroceras sp. и др. Примеры биоиндикаторов из числа растительных видов: лишайники (лихеноиндикация), мхи (бриоиндикация), высшие растения (преимущественно хвойные породы деревьев). Основные требования при проведении фитоиндикационных исследований. Идеи, методология, научные и методические разработки А.Л.Ковалевского: физиологические факторы, влияющие на химический состав растений; типичные зависимости содержания элемента в растениях и их урожая от концентрации химических элементов в питающей среде; группировка элементов-индикаторов по их барьерным и индикаторным характеристикам

Виды-фитоиндикаторы. Древесные породы: сосна обыкновенная Pinus sylvestris; ели Picea abies и Picea obovata; березы Betula pendula и Betula pubescens; липа Tilia cordata; дуб Quercus robur; тополь Populus sp. Виды кустарникового яруса: ива Salix sp.; шиповник Rosa sp.; карликовая березка Betula nana. Виды травяно-кустарникового яруса: брусника Vaccinium vitis-idaea; черника Vaccinium myrtillus; багульники Ledum palustre; Ledum decumbens. Травянистые растения семейств: сложноцветные Asteraceae, розоцветные Rosaceae, губоцветные Lamiaceae, норичниковые Scrophulariaceae. Виды не применимые для биоиндикационных исследований: осоки (сем. Cyperaceae); злаки (сем. Poaceae).

Биоиндикация состояния почвенного покрова. Основные пути поступления загрязняющих веществ, находящихся в почвенном покрове, в организм человека. Основные характеристики почв, являющиеся объектом биоиндикации: влажность, содержание питательных веществ, кислотность, механический состав. Растения-биоиндикаторы уровня залегания грунтовых вод. Растения-биоиндикаторы почвенного плодородия. Растения-биоиндикаторы кислотности и почвенного плодородия. Растения-биоиндикаторы степени засоления почв. Растения-биоиндикаторы содержания различных элементов. Эссенциальные (биогенные) и полезные следовые элементы для водорослей, грибов и высших растений: их роль в развитии соответствующих организмов и степень токсичности.

Раздел 4. Биотестирование как метод биодиагностики состояния окружающей среды.

Краткая история развития методов биотестирования. Книга Рейчел Карсон «Молчаливая весна», как начало масштабного использования в диагностике состояния окружающей среды биотестирования (экотоксикологических исследований). Законодательное закрепление в СССР в 1986 году методов биотестирования для водной среды. Содержание Приказа МПР РФ от 15 июня 2001 г. N 511 «Об утверждении Критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды» (прекратил действие) и Приказа Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 4 декабря 2014 г. N 536 «Об утверждении Критериев отнесения отходов к I-V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду», предписывающих обязательность проведения биотестирования.

Биотестирование. Биотестирование в экологическом контроле. Биотестирование на гидробионтах: низшие ракообразные (Daphnia magna, Ceriodaphnia affinis, Artemia salina); водоросли, простейшие. Биотестирование на бактериях по биолюминесценции. Фитотестирование на проростках семян высших растений. Биотестирование на почвенных

беспозвоночных: энхитреиды. Биотестирование на культуре клеток млекопитающих *in vitro*. Определение чувствительности тест-культуры к модельному токсиканту.

Ферментативная активность как показатель, применяемый при биотестировании. Общие сведения о ферментах (энзимах), их роль в эколого-геологических системах. Биотические свойства грунтов. Ферментативная активность грунтов: степень изученности вопроса, виды определяемых активностей, методы и методики оценки. Определение класса опасности грунтов как отходов по данным биотестирования.

Содержание практических занятий

Практическая задача по определению характеристик микробного токсикоза грунтов

Оценка микробного токсикоза грунтов проводится с помощью биотестирования. Биотестирование – это методический прием, позволяющий в лабораторных условиях выявить токсичность грунта, снега, сточной воды и прочих сред по реакции живых организмов – биотестов. В качестве биотестов могут быть использованы животные, растения и микроорганизмы. При оценке токсичности грунтов в качестве биотестов используются растения. Известно, что устойчивость растения к неблагоприятным факторам среды зависит от его возраста, а точнее от фазы индивидуального развития. Прорастание семян – наиболее уязвимый этап индивидуального развития высших растений, когда наблюдается минимальная устойчивость к неблагоприятным факторам и, соответственно, максимальная чувствительность к их воздействию. В связи с этим растения в эту фазу развития представляют собой наиболее привлекательный объект тестирования и различные параметры прорастания являются показателями при проведении экологических экспериментов.

Метод заключается в определении всхожести и энергии прорастания семян, помещенных в чашки Петри на поверхность, так называемых, «грунтовых пластин». Важным моментом в постановке эксперимента является соблюдение контролируемых и постоянных условий инкубирования грунта. Для установления токсичности грунтов используют в качестве теста реакцию проростков высокочувствительных растений (кресс-салат, редис, горох и др.).

Микробный токсикоз определяют методом грунтовых пластин с иницированным микробным сообществом, которое получают после обогащения образца грунта крахмалом или глюкозой. Для синхронной активизации микроорганизмов необходимо использовать образцы грунта выдержанные не менее 2 недель в воздушно-сухом состоянии и инициировать развитие микроорганизмов внесением в грунт полимерного питательного субстрата. Крахмал обладает уникальными свойствами для инициации, поскольку он быстро утилизируется многими микроорганизмами, при этом микроорганизмы интенсивно образуют репродуктивные органы. Разница в результатах, полученных на грунтах с иницированным и неиницированным микробным сообществом, свидетельствуют о наличии микробного токсикоза.

Данный метод перспективно использовать с целью обнаружения негативных последствий тех или иных антропогенных воздействий на грунтовые системы. Полученные данным методом результаты позволяют объективно оценить происходящие в комплексе грунтовых микроорганизмов изменения и тем самым различать мелиорирующие воздействия от разрушающих. Так, например, метод оценки характеристик микробного токсикоза грунтов позволяет получить представление о сравнительной токсичности различных веществ-загрязнителей в условиях конкретной грунтовой системы. Для этого сравнивают между собой минимальные концентрации веществ, вызывающие изменения в микробном сообществе. С помощью этого метода можно также количественно оценить потенциальную буферность нескольких типов грунтов к какому-либо конкретному загрязнителю. Для этого между собой сравнивают грунты по величине действующей в них концентрации изучаемого загрязнителя. И наконец, этим методом можно проводить микробиологическую индикацию наличия

изменений в микробной системе грунта в результате воздействия каким-либо загрязнителем.

Результаты оценки микробного токсикоза грунтов также могут быть использованы при картографировании (районировании) территории для выявления зон экологической напряженности, связанной с проявлениями фитотоксичности.

Практическая задача по определению характеристик ферментативной активности грунтов

Ферментативная активность грунтов – это совокупность процессов, катализируемых внеклеточными (иммобилизованными на частицах грунта и стабилизированными в грунтовой жидкости) и внутриклеточными ферментами грунтовой биоты. Определяемая экспериментально ферментативная активность грунтов может рассматриваться в качестве объективного показателя их суммарной биологической активности. Именно ферменты являются постоянно действующим фактором, определяющим направленность и интенсивность процессов распада и окисления органических веществ, поступающих в грунт.

Определение ферментативной активности грунтов относится к методам определения потенциальной биологической активности, то есть той активности, которая обнаруживается в лаборатории при оптимальных условиях для протекания данного процесса. Определение характеристик ферментативной активности сводится к установлению каталитического действия грунтовой пробы на процессы превращения соответствующих органических и минеральных соединений (субстратов), вносимых в грунт. Высокая чувствительность, точность, относительная простота и нетрудоемкость методов определения ферментативной активности позволяют использовать их при оценке интенсивности и направленности важнейших для жизнедеятельности микроорганизмов биохимических процессов.

Магистранты осваивают перманганатометрический метод определения активности каталазы Джонсона и Темпле. Каталаза катализирует реакцию разложения перекиси водорода на воду и молекулярный кислород. Перекись водорода образуется в процессе дыхания растений и в результате биохимических реакций окисления органических веществ. Роль каталазы в грунте заключается в разрушении ядовитой для растений перекиси водорода. Методы определения каталазной активности грунтов основаны на измерении скорости распада перекиси водорода при взаимодействии ее с грунтом.

Ферментативная активность грунтов может быть использована при оценке техногенного воздействия на окружающую среду. Прежде всего, это касается загрязнения грунтов тяжелыми металлами, нефтью и нефтепродуктами. Поскольку ферменты – это вещества, присутствующие в грунте и способные реагировать на множество факторов: химический состав, температуру, pH среды, влажность, доступ кислорода. При загрязнении грунтов, меняются его свойства, а с ними и ферментативная активность. У характеристик ферментативной активности есть ряд преимуществ: данный показатель прост в определении, не требует дорогостоящего оборудования, может быть использован для разных видов грунтов и загрязнений.

Ферментативная активность грунтов может быть применена как маркирующий показатель при картировании территорий, подвергшихся техногенному воздействию, а также как индикатор степени загрязнения, а в некоторых случаях (уреазная и дегидрогеназная активности) и сроков загрязнения грунтов при решении вопросов экологического аудита. Каталазная активность определяет скорость самоочистки грунтов, и тем самым может являться критерием оценки ресурсов геологического пространства. Использование данного показателя совместно с определением содержания загрязнителя в грунте и фитотоксичности грунта, будет способствовать более объективной оценке эколого-геологического состояния территорий, подвергшихся антропогенному воздействию.

Рекомендуемые образовательные технологии

При реализации программы дисциплины «Биодиагностика в экологической геологии» используются образовательные технологии – во время аудиторных занятий занятия проводятся в виде лекций с использованием ПК и компьютерного проектора, практические занятия подразумевают работу под руководством преподавателя при проведении экспериментальных задач по биотестированию, индивидуальная работа студента проходит в компьютерном классе Кафедры инженерной и экологической геологии или библиотеке Геологического факультета МГУ.

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется при сдаче каждым студентом выполненных практических работ. Для текущего контроля студентов также в ходе семестра проводятся контрольные опросы и работы.

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля:

1. Что принято понимать под биодиагностикой?
2. Как подразделяются методы биодиагностики?
3. Что понимается под биотестированием?
4. Что понимается под биоиндикацией?
5. Как подразделяются уровни биоиндикации?
6. Как осуществляется выбор биоиндикаторов состояния почвенного покрова?
7. На какие группы подразделяются методы биоиндикации?
8. Какие недостатки при диагностике состояния окружающей среды характерны для химико-аналитических исследований?
9. В чем основное преимущество биодиагностики по сравнению с химико-аналитическими исследованиями?
10. О чём свидетельствует и какое значение для биодиагностики состояния окружающей среды имеет закон толерантности Шелфорда?

Домашние задания для самостоятельной подготовки студентов

1. Ознакомление с нормативными документами, содержащими требования к порядку оценки класса опасности грунтов-отходов.
2. Сбор материала для написания реферата и представления доклада.
3. Подготовка к проведению дискуссий по отдельным разделам лекционного курса, написанию контрольных работ и итоговому зачёту по курсу.

Рекомендуемые темы докладов, рефератов

1. Вклад А.П.Карпинского в становление и развитие биоиндикационных исследований.
2. Ферментативная активность грунтов и методы её оценки.
3. Содержанием и основные следствия закона минимума Либиха.
4. Геологическое обоснование использования растений для восстановления загрязнённых территорий (на примере нефтяных месторождений, территорий добычи твердых полезных месторождений, промышленных предприятий и т.д.).
5. Грибы и высшие растения как объекты биодиагностики следовых элементов в компонентах литосферы.
6. Закон поглощения химических элементов высшими растениями А.Л.Ковалевского.
7. Древесные растения как виды-фитоиндикаторы.
8. Травянистые растения как виды-фитоиндикаторы.
9. Особенности проведения биотестирования грунтовых систем.

10. Основные недостатки отечественного законодательства в отношении биотестирования грунтовых систем.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

1. Биодиагностика: определение, назначение и виды.
2. Основные недостатки аналитического способа оценки качества окружающей среды.
3. Преимущества и недостатки методов биодиагностики.
4. Краткая история развития биоиндикационных методов.
5. Виды и методы биоиндикации.
6. Характерные примеры биоиндикационных исследований.
7. Различие между биоиндикаторами и объектами биоиндикации.
8. Уровни биоиндикации.
9. Регистрирующая биоиндикация: содержание, примеры и недостатки.
10. Биоиндикация по аккумуляции.
11. Выбор биоиндикаторов.
12. Закон минимума Либиха.
13. Закон толерантности Шелфорда.
14. Лимитирующие факторы.
15. Основные требования к биоиндикационным полевым исследованиям.
16. Биоиндикаторы почвенной мезофауны.
17. Идеи, методология, научные и методические разработки А.Л.Ковалевского в области биоиндикации.
18. Виды-фитоиндикаторы: подразделение и примеры.
19. Биоиндикация состояния почвенного покрова.
20. Основные пути влияния загрязняющих веществ, содержащихся в почвах (грунтах), на здоровье человека.
21. Основные характеристики почв, являющиеся объектом биоиндикации.
22. Растения-биоиндикаторы уровня залегания грунтовых вод.
23. Растения-биоиндикаторы кислотности и почвенного плодородия.
24. Растения-биоиндикаторы степени засоления почв.
25. Биотестирование экологической токсичности почв (грунтов): основные подходы и стоящие задачи.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине

Результаты обучения	«Незачёт»	«Зачёт»
Знания: теоретических основ реакции живых организмов на изменение состояния окружающей среды; методов проведения биоиндикационных исследований	Знания отсутствуют или фрагментарны	Систематические либо частично структурированные знания
Умения: самостоятельно составлять программы биодиагностических исследований; разрабатывать и формулировать с учетом реакции биологических объектов практические рекомендации по снижению отрицательных воздействий на компоненты	Умения отсутствуют или не систематические	Успешное либо с незначительными пробелами умение составлять программы биодиагностических исследований

эколого-геологических систем при планировании и осуществлении различных видов хозяйственной деятельности		
Владение: навыками проведения экспериментальных исследований по биотестированию и основами методики проведения полевых биоиндикационных исследований	Навыки проведения полевых и экспериментальных исследований по биодиагностике отсутствуют либо фрагментарны	В целом сформированные навыки проведения полевых и экспериментальных исследований по биодиагностике

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы

- основная литература:

1. Баргальи Р. Биогеохимия наземных растений. Пер с англ. – И.Н.Михайловой (Институт экологии растений и животных РАН, г. Екатеринбург). М.: ГЕОС, 2005. – 454 с.
2. Биотестирование в экологическом контроле / Под ред. В.А.Тереховой. М.: ГЕОС, 2017. – 70 с.
3. ГОСТ Р ИСО 22030-2009. Качество почвы. Биологические методы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений. М.: Стандартиформ, 2010. – 16 с.
4. Лабораторные работы по грунтоведению: уч. пособие / Под ред. В.Т.Трофимова и В.А.Королёва, изд. 3-е испр. и доп / В.А. Королёв, В.Т. Трофимов, Е.Н. Самарин и др. — М.: КДУ, 2017. — 654 с.
5. Методы почвенной микробиологии и биохимии: Учеб. пособие/ Под ред. Д.Г.Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.
6. Опекунова М.Г. Биоиндикация загрязнений: Учеб. пособие. – СПб.: Изд-во С.-Петербург. Ун-та, 2004. – 266 с.
7. Практическая экотоксикология: оценка чувствительности биотест-культур: Учебное пособие / сост. Е.В. Федосеева, Н.Ю. Сапункова, В.А. Терехова / Под ред. В.А.Тереховой/ М.: ГЕОС, 2016. – 54 с.
8. Смуров А.В. Основы экологической диагностики. М.: Изд-во «Ойкос», 2003. — 188 с.
9. Титова В.И. Агро- и биохимические методы исследования состояния экосистем: учеб. пособие для ВУЗов / В.И. Титова, Е.В. Дабахова, М.В. Дабахов; Нижегородская гос. с.-х. академия. – Н. Новгород: Изд-во ВВАГС, 2011. – 170 с.

- дополнительная литература:

1. Григорьева И.Ю. Задачи геоэкологии и грунтоведения при экспериментальной оценке класса опасности грунтов как отходов// Сергеевские чтения: Вып. 20: Обращение с отходами: задачи геоэкологии и инженерной геологии. Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии (22 марта 2018 г.). М. — РУДН Москва, 2018. — С. 106–112.
2. Григорьева И.Ю., Гладченко М.А., Припачкина Д.П. Показатели биологической активности дисперсных грунтов и их применение при инженерно-экологических изысканиях // Инженерные изыскания. — 2016. — № 8. — С. 50–60.
3. Григорьева И.Ю., Припачкина Д.П., Гладченко М.А. Изменение ферментативной активности лёссовых пород при углеводородном загрязнении // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. — 2016. — № 3. — С. 263–271.
4. Григорьева И.Ю., Сарженко М.Н. О биотестировании загрязнённых грунтов при инженерно-экологических изысканиях // Геоинфо. Электронный журнал. — 2018. — от 12 сентября.
5. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 04.12.2014 № 536 «Об утверждении Критериев отнесения отходов к I-V классам опасности

по степени негативного воздействия на окружающую среду» (Зарегистрирован 29.12.2015 № 40330). URL: [http://publication.pravo.gov.ru/Document/View /0001201512310003](http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201512310003) (дата обращения 22.01.2019)

6. Терехова В.А. Биотестирование почв: подходы и проблемы// Почвоведение, 2011. № 2. С. 190–198.

7. Carson R. Silent Spring. — Houghton Mifflin Company, 1962. — 368 p.

8. Persoone G. Recent new microbiotests for cost-effective toxicity monitoring: the Rapidtoxkit and the Phytotoxkit // 12th International Symposium on Toxicity Assessment - Book of Abstracts, 2005, p. 112.

Б) **Перечень лицензионного программного обеспечения** пакеты программ Statistica; Microsoft Office Excel, Microsoft Office PowerPoint

Г) **программное обеспечение и Интернет-ресурсы** (лицензионное программное обеспечение не требуется):

Сайт Национального природного агентства «Природные ресурсы» <http://www.priroda.ru>.

Сайт SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry): <https://www.setac.org/>

Сайт ISEI (International Society of Environmental Indicators): <http://www.environmentalindicators.net>

Информационно-справочная система общественного экологического мониторинга <http://www.ecoservice.ru/map.php>

Экомузей. Действительность нашего времени. http://ecomuseum.kz/ekoproblemy-3_ru.html

Экология среды <http://www.necso.ru/pages-13.html>

Д) **Материально-техническое обеспечение:**

оборудование – мультимедийный проектор, компьютер, экран, выход в Интернет; иные материалы – термостат; чашки Петри; крахмал; семена тест-растений; коническая колба ёмкостью 125 мл (2 шт.); фильтр; штатив; бюретки вместимостью 50 см³ 2-го класса точности для титрования; пипетки 2-го класса точности; 0,3%-ая перекись водорода: 30%-й раствор разбавляют водой в соотношении 1:100; 1,5 М серная кислота; 0,1 М раствор перманганата калия.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель – Григорьева И.Ю.

11. Автор программы – Григорьева И.Ю.