

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

УТВЕРЖДАЮ

и.о. декана Геологического факультета

чл.-корр. РАН \_\_\_\_\_/Н.Н.Ерёмин/

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Биодиагностика в экологической геологии**

Автор-составитель: Григорьева И.Ю.

**Уровень высшего образования:**

*магистратура (ММ)*

**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 магистратуры*).

Год (годы) приема на обучение – 2022.

© 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.

## 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.

**1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО** – относится к вариативной части ОПОП, является дисциплиной по выбору.

## 2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

базируется на знаниях основ экологической геологии в объеме вступительного экзамена в магистратуру.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
ОПК-1.ММ. Способен применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих направленность подготовки, при решении задач профессиональной деятельности.	ММ.ОПК-1. И-1. Использует на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих направленность подготовки, при решении исследовательских и прикладных задач	<b>Знать:</b> теоретические основы реакции живых организмов на изменение состояния окружающей среды. <b>Уметь:</b> использовать знания в области биодиагностики для решения управленческих, научно-исследовательских и контрольно-экспертных задач в области рационального природопользования. <b>Владеть:</b> основами применения методов биодиагностики для оценки состояния природных систем.

	профессиональной деятельности.	
<b>ПК-4.ММ.</b> Способен использовать современные методы обработки и интерпретации комплексной информации для решения производственных задач.	<b>ММ.ПК-4. И-1.</b> Имеет представление о современных методах обработки и комплексной информации, используемых для решения производственных задач (по направленности подготовки).	<b>Знать:</b> методы, обработки и интерпретации результатов биотестирования и биоиндикации. <b>Уметь:</b> 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.

**4. Объем дисциплины (модуля)** составляет **2** з.е., **72** в академических часа; из них **28** часов отведено на контактную работу обучающихся с преподавателем (занятия лекционного типа). **44** академических часа отведено на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачёт

**5. Формат обучения** – лекционные занятия, которые не предполагают электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств).

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе					
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <i>Виды контактной работы, часы</i>		Самостоятельная работа обучающегося <i>Виды самостоятельной работы, часы</i>			
		Занятия лекционного типа	Всего	Работа с литературой (включая подготовку доклада)	Подготовка реферата	Подготовка к контрольному опросу	Всего
Раздел 1. Современные подходы к оценке качества окружающей среды.	<b>6</b>	4	<b>4</b>	2			<b>2</b>
Раздел 2. Биодиагностика: определение, назначение и виды. Роль биодиагностики при решении эколого-геологических задач.	<b>12</b>	6	<b>6</b>	2	4		<b>6</b>
Текущая аттестация 1: <i>контрольная работа</i>	<b>6</b>					6	<b>6</b>
Раздел 3. Биоиндикационные исследования как метод диагностики состояния окружающей среды.	<b>14</b>	8	<b>8</b>	2	4		<b>6</b>
Раздел 4. Биотестирование как метод биодиагностики состояния окружающей среды.	<b>10</b>	8	<b>8</b>	2			<b>2</b>
Текущая аттестация 2: <i>защита реферата</i>	<b>12</b>			6	6		<b>12</b>
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>	<b>12</b>	<i>Устный зачёт-2</i>		<b>10</b>			
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>28</b>		<b>44</b>			

## **Содержание лекций:**

### **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 эвриотопными; 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: 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 биолуминесценции. 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.

## **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. Бiotестирование экологической токсичности почв (грунтов): основные подходы и стоящие задачи.

### **Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине**

<b>Результаты обучения</b> (соответствующие виды оценочных средств)	<b>«Незачёт»</b>	<b>«Зачёт»</b>
<b>Знания (устный опрос):</b> теоретических основ реакции живых организмов на изменение состояния окружающей среды; методов проведения биоиндикационных исследований	Знания отсутствуют или фрагментарны	Систематические либо частично структурированные знания
<b>Умения (письменный опрос):</b> 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		
<b>Навыки (владения, опыт деятельности)</b> ( <i>письменный опрос</i> ): владение основами методики проведения полевых биоиндикационных и лабораторных исследований по биотестированию	Владения основами исследований по биодиагностике отсутствуют либо фрагментарны	В целом сформированы владения основами методики исследований по биодиагностике

## 8. Ресурсное обеспечение:

### А) Перечень основной и дополнительной литературы

#### - основная литература:

1. Биотестирование в экологическом контроле / Под ред. В.А.Тереховой. М.: ГЕОС, 2017. – 70 с. (*доступны печатные экземпляры в библиотеке факультета и кафедры*)
2. ГОСТ Р ИСО 22030-2009. Качество почвы. Биологические методы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений. М.: Стандартиформ, 2010. – 16 с. (*доступна в электронном виде*)
3. 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. (*доступны печатные экземпляры в БУП*)
4. Опекунова М.Г. Биоиндикация загрязнений: Учеб. пособие. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. Ун-та, 2004. – 266 с. (*доступны печатные экземпляры в библиотеке факультета и кафедры*)
5. 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. (*доступна в электронном виде*)

#### - дополнительная 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. (*доступны печатные экземпляры в библиотеке факультета и кафедры*)
2. 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. (*доступны печатные экземпляры в библиотеке факультета и кафедры*)
3. 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. (*доступны печатные экземпляры в библиотеке факультета и кафедры*)
4. 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. (*доступны печатные экземпляры в библиотеке факультета и кафедры*)
5. Григорьева И.Ю., Сарженко М.Н. О биотестировании загрязнённых грунтов при инженерно-экологических изысканиях // Геоинфо. Электронный журнал. — 2018. — от 12 сентября (*доступна в электронном виде*)
6. 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> (дата обращения 22.01.2021) (доступна в электронном виде)
7. Смуров А.В. Основы экологической диагностики. М.: Изд-во «Ойкос», 2003. — 188 с. (доступны печатные экземпляры в библиотеке биологического факультета)
  8. Терехова В.А. Биотестирование почв: подходы и проблемы// Почвоведение, 2011. № 2. С. 190–198. (доступна в электронном виде)
  9. Carson R. Silent Spring. — Houghton Mifflin Company, 1962. — 368 p. (доступна в электронном виде)
  10. 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. (доступна в электронном виде)

**Б) Перечень программного обеспечения:**

**- лицензионное**

- пакеты программ Statistica;

**- нелицензионные и свободного доступа**

- пакет программ Open Office

**В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

- реферативная база данных издательства Elsevier: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

**Г) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

- 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](http://ecomuseum.kz/ekoproblemy-3_ru.html)
- Экология среды <http://www.necso.ru/pages-13.html>

**Д) Материально-техническое обеспечение:**

- учебная аудитория с мультимедийным проектором;
- выход в Интернет и персональные компьютеры;
- лабораторное помещение и иные материалы – термостат; чашки Петри; крахмал; семена тест-растений; коническая колба ёмкостью 125 мл (2 шт.); фильтр; штатив; бюретки вместимостью 50 см<sup>3</sup> 2-го класса точности для титрования; пипетки 2-го класса точности; 0,3%-ая перекись водорода; 1,5 М серная кислота; 0,1 М раствор перманганата калия.

**9. Язык преподавания – русский.**

**10. Преподаватель – Григорьева Ия Юрьевна** (доцент кафедры инженерной и экологической геологии)

**11. Разработчик программ – Григорьева И.Ю.** (доцент кафедры инженерной и экологической геологии)