

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра физиологии растений и экологии почв**

**Авторы-составители: Кайгородов Роман Владимирович**

Рабочая программа дисциплины

**АДАПТАЦИЯ РАСТЕНИЙ К ХИМИЧЕСКОМУ ЗАГРЯЗНЕНИЮ**

Код УМК 59134

Утверждено  
Протокол №7  
от «17» февраля 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Адаптация растений к химическому загрязнению

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **05.04.06** Экология и природопользование  
направленность Экология почв в природно-техногенных ландшафтах

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Адаптация растений к химическому загрязнению** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**05.04.06** Экология и природопользование (направленность : Экология почв в природно-техногенных ландшафтах)

**ПК.2** способность творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин программы магистратуры

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	05.04.06 Экология и природопользование (направленность: Экология почв в природно-техногенных ландшафтах)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	5
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	36
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	36
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	72
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (5 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Адаптация растений к химическому загрязнению. Первый семестр**

#### **Подготовка к экзамену**

#### **Раздел 1. Химическое загрязнение**

Введение. Проблема химического загрязнения экосистем. Понятие о загрязняющих веществах (токсикантах). Деградация растительности в результате химического загрязнения окружающей среды.

##### **1. Термины и определения**

Классификация. Понятие о тяжелых металлах и радионуклидах. Газообразные загрязнители. Органические загрязняющие вещества. Особенности техногенной миграции токсикантов в геологических оболочках планеты: литосфера, педосфера (почвы), атмосфера, гидросфера. Понятие о биогеохимических аномалиях. Загрязнение агроэкосистем. Нормирование поступления и содержания загрязнителей в природные системы. Методы диагностики загрязнения окружающей среды.

##### **2. Источники и характеристика загрязняющих веществ**

Энергетика. Промышленность. Транспорт. Сельское хозяйство. Классификация источников

#### **Раздел 2. Механизмы поступления загрязняющих веществ в растения**

##### **1. Поступление неорганических и органических загрязнителей в организм растений**

Подвижность токсикантов в среде и доступность растениям. Механизмы поглощения загрязнителей растениями. Особенности аккумуляции загрязнителей различными группами растений. Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в организме растений.

##### **2. Распределение загрязнителей в организме растений**

Дифференциация загрязнителей в клетках, тканях и органах растений. Транспорт загрязнителей в организме растений.

##### **3. Растения-гипераккумуляторы тяжелых металлов**

Понятие о растениях-гипераккумуляторах. Разнообразие и местообитания растений гипераккумуляторов. Принципы устойчивости растений гипераккумуляторов.

#### **Раздел 3. Влияние загрязняющих веществ на растения разных систематических групп**

##### **1. Реакция растений разных систематических групп на химическое загрязнение**

Ответные реакции растений на загрязнение. Ответные реакции представителей основных систематических групп растений (грибы, водоросли, лишайники, моховидные и сосудистые растения) на избыток тяжелых металлов в среде и организме.

##### **2. Влияние тяжелых металлов на физиологические процессы высших растений**

Влияние вредных веществ атмосферы на физиологические процессы. Изменения структуры, состава и продуктивности фитоценозов. Морфологические изменения. Физиологические изменения. Генетические изменения.

##### **3. Влияние газообразных и органических загрязнителей на растения**

Экотоксикологические особенности газообразных и органических загрязнений. Воздействие на клеточном, тканевом и организменном уровне.

#### **Раздел 4. Механизмы устойчивости растений к химическому загрязнению**

##### **1. Общие принципы устойчивости растений к химическому загрязнению. Система**

## **механизмов устойчивости**

Общие принципы устойчивости растений к неблагоприятным факторам. Структура адаптационного процесса. Общие механизмы устойчивости растений к неблагоприятным условиям.

### **2. Устойчивость растений к тяжелым металлам**

Устойчивость растений к тяжелым металлам и радионуклидам. Устойчивости растений на морфологическом уровне. Физиологические механизмы устойчивости растений, нейтрализация свободных радикалов антиоксидантами (глутатион, аскорбиновая кислота), антагонизм катионов тяжелых металлов, роль белков, ферментов, углеводов в устойчивости растений. Клеточный и организменный уровень устойчивости растений к загрязнению, локализация токсичных веществ в клетке и органах растений. Молекулярные механизмы устойчивости растений к тяжелым металлам.

### **3. Устойчивость растений к газообразным и органическим загрязнителям**

Понятие о газоустойчивости. Детоксикация органических загрязнителей у растений.

## **Раздел 5. Фитоиндикация химического загрязнения**

### **1. Понятие о фитоиндикации**

Растения в мониторинге состояния окружающей среды. Использование грибов, водорослей, лишайников, мхов и сосудистых растений в биомониторинге.

### **2. Использование растений разных систематических групп в фитоиндикации**

Методы биомониторинга: химический анализ растений, составление карт, биологический метод

## **Раздел 6. Фиторемедиация загрязненных территорий**

### **1. Понятие о фиторемедиации**

Сравнительная характеристика способов восстановления загрязненных природных объектов

### **2. Технологии фиторемедиации**

Сравнительная характеристика технологий фиторемедиации.

## **Раздел 7. Методическое и метрологическое обеспечение фитотоксикологических исследований**

### **1. Методы исследований в области фитотоксикологии**

Современные инструментальные методы фитотоксикологических исследований. Спектроскопия, хроматография, масс-спектрометрия. Их назначение и целесообразность применения.

### **2. Метрология и статистическая обработка результатов исследований**

Метрологическое и математическое обеспечение фитотоксикологических исследований. Точность опыта, воспроизводимость, повторяемость. Дисперсионный анализ, регрессионный и корреляционный анализ.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Экология : учебник и практикум для вузов / А. В. Тотай [и др.] ; под общей редакцией А. В. Тотая, А. В. Корсакова. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 352 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01759-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт].  
<https://urait.ru/bcode/449790>

2. Устойчивость растений к химическому загрязнению: учебное пособие для студентов биологического факультета, обучающихся по магистерским программам "Физиология растений" и "Физиология и биохимия растений"/М-во образования и науки РФ, Перм. гос. ун-т.-Пермь:Пермский государственный университет,2010, ISBN 978-5-7944-1549-0.-1502.-Библиогр.: с. 145-150

### Дополнительная:

1. Загрязнение воздуха и жизнь растений/ред.: Майкл Трешоу, Т. В. Замараева, С. М. Семенов ; transl.: В. И. Егоров, И. М. Кунина.-Л.:Гидрометеоздат,1988

2. Тартаковский Д. Ф., Ястребов А. С. Метрология, стандартизация и технические средства измерений/Д. Ф. Тартаковский, А. С. Ястребов.-М.:Высшая школа,2008.-213.-Библиогр.: с. 213



## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<http://www.youtube.com/watch?v=fpP2rJbmDK4> Учебный фильм по теме "Химическое загрязнение"

<http://www.youtube.com/watch?v=Foy5Eav8cDg> Учебный фильм "Органические загрязнители"

[http://www.youtube.com/watch?v=c\\_KZT6QHA58](http://www.youtube.com/watch?v=c_KZT6QHA58) Учебный фильм "Биотестирование токсичности промышленных отходов"

[http://www.youtube.com/watch?v=w99mGLfb4\\_g](http://www.youtube.com/watch?v=w99mGLfb4_g) Учебный фильм по теме "Фиторемедиация"

<http://www.informaworld.com/smpp/subjecthome~db=ai> Банк абстрактов журнала "International Journal of Phytoremediation"

<http://www.youtube.com/watch?v=bprXQE7GxGo> Учебный фильм "технологии фиторемедиации"

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Адаптация растений к химическому загрязнению** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

презентационные материалы (слайды по темам практических занятий);

доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)

доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

1) офисный пакет приложений (текстовый процессор, программа для подготовки электронных презентаций);

2) программа демонстрации видеоматериалов (проигрыватель);

3) приложение, позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов.

Дисциплина не предусматривает использование специализированного программного обеспечения

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для проведения практических занятий необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для самостоятельной работы необходимы помещения Научной библиотеки ПГНИУ. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ, обеспечивают доступ к локальной и глобальной сетям.

Для проведения мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и

индивидуальных консультаций необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Адаптация растений к химическому загрязнению**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<b>ПК.2</b> способность творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин программы магистратуры	знает механизмы устойчивости растений к химическому загрязнению, владеет методами фитоиндикации окружающей среды	<b>Неудовлетворител</b> нет представлений по разделу. <b>Удовлетворительн</b> имеет представление о проблеме химического загрязнения. <b>Хорошо</b> знает классификацию источников загрязнения и загрязняющих веществ <b>Отлично</b> знает понятие химического загрязнения, знает классификацию источников загрязнения и загрязняющих веществ

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : 0/36/0/72 зачет

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 45 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 45 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	1. Термины и определения <b>Входное тестирование</b>	Базовые представления по физиологии растений и экологии
<b>ПК.2</b> способность творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин программы магистратуры	3. Растения - гипераккумуляторы тяжелых металлов <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Химическое загрязнение.
<b>ПК.2</b> способность творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин программы магистратуры	3. Устойчивость растений к газообразным и органическим загрязнителям <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Влияние загрязнителей на растения. Механизмы устойчивости к загрязнению.
<b>ПК.2</b> способность творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин программы магистратуры	2. Технологии фиторемедиации <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Фитоиндикация. Фиторемедиация. (Презентации и доклад)

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ПК.2</b> способность творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин программы магистратуры	2. Метрология и статистическая обработка результатов исследований <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Комплексная характеристика загрязнителя.

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### 1. Термины и определения

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Даны правильные ответы на три контрольных вопроса.	15
Даны правильные ответы на два из трех контрольных вопроса	10
Дан правильный ответ на один из трех контрольных вопроса.	7

#### 3. Растения - гипераккумуляторы тяжелых металлов

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
Имеет четкие представления о химическом загрязнении, его классификации и источниках. Умеет объяснить механизмы поступления разных классов загрязнителей в растения.	20
Имеет четкие представления по химическому загрязнению, его классификации и источниках. Умеет объяснить механизмы поступления разных некоторых классов загрязнителей в растения.	15
Имеет четкие представления по химическому загрязнению, его классификации и источниках.	9

#### 3. Устойчивость растений к газообразным и органическим загрязнителям

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы

даны правильные ответы на два контрольных вопроса.	20
Даны ответы с небольшими неточностями на оба вопроса контрольной работы.	10
Дан ответ на один вопрос билета.	9

## 2. Технологии фиторемедиации

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Презентация хорошо структурирована и проиллюстрирована. Студент хорошо владеет материалом доклада.	20
Презентация структурирована и проиллюстрирована с незначительными недочетами. Студент ориентируется в материале доклада.	15
Презентация структурирована и проиллюстрирована недочетами. Студент неуверенно ориентируется в материале доклада.	10

## 2. Метрология и статистическая обработка результатов исследований

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Студент четко характеризует загрязняющее вещество (по заданию), его источники, поведение в окружающей среде, механизмы поступления в организм растений, повреждающее действие, механизмы устойчивости к нему растения.	40
Студент с небольшими ошибками характеризует загрязняющее вещество (по заданию), его источники, поведение в окружающей среде, механизмы поступления в организм растений, повреждающее действие, механизмы устойчивости к нему растения.	30
Студент в общих чертах характеризует загрязняющее вещество (по заданию), его источники, поведение в окружающей среде, механизмы поступления в организм растений, повреждающее действие, механизмы устойчивости к нему растения.	17