

**Приложение 1 к РПД**  
**Биологический мониторинг**  
**состояния окружающей среды**  
**05.03.06 Экология и природопользование**  
**Направленность (профиль)**  
**Экологическая безопасность**  
**Форма обучения – очная**  
**Год набора – 2021**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ**  
**ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1.	Кафедра	Естественных наук
2.	Направление подготовки	05.03.06 Экология и природопользование
3.	Направленность (профиль)	Экологическая безопасность
4.	Дисциплина (модуль)	Биологический мониторинг состояния окружающей среды
5.	Форма обучения	очная
6.	Год набора	2021

**I. Методические рекомендации**

Дисциплина предполагает следующие формы работы со студентами: лекционные и практические занятия (выполнение практических заданий, обсуждение вопросов на семинарах, проведение дискуссии, подготовку и обсуждение докладов).

Освоение каждого раздела дисциплины предполагает определенную степень самостоятельности: выполнение заданий, обсуждение презентационных лекционных материалов, доклады студентов.

Итоговая оценка по дисциплине выставляется по совокупности набранных студентом баллов. При этом учитывается активность студентов на занятиях, выполнение практических работ, активная самостоятельная работа с литературными источниками, творческий подход к заданиям (в соответствии с технологической картой дисциплины).

**1.1. Методические рекомендации по организации работы студентов во время проведения лекционных занятий**

Приступая к изучению дисциплины, студенту необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий. Самостоятельная работа студента предполагает работу с научной и учебной литературой. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях и изучения рекомендованной литературы.

При изучении дисциплины студенты выполняют следующие задания:

- изучают рекомендованную литературу;
- выполняют задания, предусмотренные для самостоятельной работы.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на практическое занятие и указания на самостоятельную работу.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает с использованием технологической карты дисциплины, размещенной на сайте МАГУ.

## **1.2 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям**

Приступая к изучению дисциплины, студенту следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий. Самостоятельная работа студента предполагает работу с научной и учебной литературой.

Практические занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

Практическое занятие предполагает свободный обмен мнениями по избранной тематике. Он начинается со вступительного слова преподавателя, формулирующего цель занятия и характеризующего его основную проблематику. Затем, как правило, заслушиваются сообщения студентов. Обсуждение сообщения совмещается с рассмотрением намеченных вопросов. Сообщения, предполагающие анализ публикаций по отдельным вопросам практического занятия, заслушиваются обычно в середине занятия. Поощряется выдвижение и обсуждение альтернативных мнений. В заключительном слове преподаватель подводит итоги обсуждения и объявляет оценки выступавшим студентам. В целях контроля подготовленности студентов и привития им навыков краткого письменного изложения своих мыслей преподаватель в ходе практического занятия может осуществлять текущий контроль знаний в виде тестовых заданий.

При подготовке к практическому занятию студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя. Кроме указанных тем студенты вправе, по согласованию с преподавателем, избирать и другие интересующие их темы.

Алгоритм подготовки к выступлению на семинаре:

- 1 этап – определение темы выступления
- 2 этап – определение цели выступления
- 3 этап – подробное раскрытие информации
- 4 этап – формулирование основных тезисов и выводов.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает с использованием технологической карты дисциплины, размещенной на сайте МАГУ.

## **1.3 Методические рекомендации по подготовке к сдаче зачета**

Основным источником подготовки к зачету является рекомендуемая литература и конспекты лекций. Следует точно запоминать термины и категории, поскольку в их определениях содержатся признаки, позволяющие уяснить их сущность и отличить эти понятия от других.

Зачет предусматривает ответ студента на два вопроса, которые охватывают пройденный материал. По окончании ответа преподаватель, принимающий зачет, может задать студенту дополнительные и уточняющие вопросы.

При подготовке к ответу на зачете студенту рекомендуется составить план ответа на каждый вопрос. Положительным также будет стремление студента изложить различные точки зрения на рассматриваемую проблему, выразить свое отношение к ней.

## **II. Планы практических занятий**

### **Практическое занятие 1.**

#### **Живые организмы как объекты биологического мониторинга состояния окружающей среды (семинарское занятие)**

План работы: подготовить конспект предложенных вопросов, подробное сообщение по одному вопросу на выбор, принять участие в обсуждении вопросов.

Вопросы для коллективного обсуждения:

1. Общая характеристика состояния окружающей среды и деятельности человека.
2. Биологический мониторинг и его роль в системе глобального мониторинга биосферы. Принципы организации биологического мониторинга.
3. Области применения живых организмов в мониторинге состояния окружающей среды.
4. Саморегуляция живых систем и их устойчивость к воздействиям окружающей среды. Понятие гомеостаза.
5. Понятие о реакционной способности организма (норма реакции).
6. Стресс-реакции живых организмов как ответ на раздражение со стороны внешней среды. Теория Г. Селье.
7. Адаптационные возможности организма. Зона оптимума и пессимума. Стено- и эврибионтные организмы и их потенциал для биологического мониторинга состояния окружающей среды.
8. Оценка накопления токсичных веществ в живых организмах. Типы ответной реакции живых организмов на действие загрязняющих веществ.
9. Материальная и функциональная кумуляция, кумулятивные биоиндикаторы. Особенности накопления загрязняющих веществ в живых организмах.

Литература: [5, С. 175-180].

## **Практическое занятие 2.**

### **Биологические методы анализа качества окружающей среды: биоиндикация (семинарское занятие)**

План работы: подготовить конспект предложенных вопросов, подробное сообщение по одному вопросу на выбор, принять участие в обсуждении вопросов, связанных с биоиндикацией и биотестированием различных сред.

Вопросы для коллективного обсуждения:

1. Понятие о биоиндикации. Основные требования к биоиндикаторам. Общие принципы использования биоиндикаторов.
2. Неспецифическая и специфическая, прямая и косвенная биоиндикация.
3. Уровни биоиндикационных исследований.
4. Методики проведения биоиндикационных исследований с использованием растений.
5. Методики проведения биоиндикационных исследований с использованием животных.
6. Методики проведения биоиндикационных исследований с использованием микроорганизмов.
7. Симбиотические методы в биоиндикации. Понятие о симбионтах и их потенциал для биоиндикационных исследований.

Литература: [3, С. 6-9; 5, С. 173-185].

Задания для самостоятельной работы студента:

1. Ответьте на предложенные вопросы:  
- Чем отличаются биоиндикаторы уровней загрязнения и биоиндикаторы состояния экосистем?

- Перечислите основные преимущества живых биоиндикаторов перед химическими методами оценки состояния окружающей среды.
- Назовите основные уровни биоиндикационных исследований.
- Каким требованиям должен удовлетворять организм, чтобы использоваться в целях биоиндикации?
  - На каких уровнях (отдельный организм, популяция, сообщество, экосистема, биосфера) возможно проведение биоиндикационных исследований? Объясните почему.
  - Что понимают под терминами «редкие» и «исчезающие» виды. Какова роль данных видов при проведении биоиндикационных исследований?
  - Какие деформации у растений могут выступать индикаторными признаками?
  - В чем заключается основное преимущество использования позвоночных животных в качестве биоиндикаторов?
  - Как называется степень сопряженности индикатора с объектом индикации?
  - Какую информацию позволяет получить расчет индекса Жаккара при проведении биоиндикационных исследований?
  - Какие виды симбиологических биоиндикационных исследований Вам известны?
  - Для каких сред может быть рассчитан олигохетный индекс?
  - Приведите примеры флористических, физиологических, морфологических, фитоценологических индикаторных признаков у растений.

2. Заполните таблицу «Возможности использования растений в качестве биоиндикаторов»:

Показатель загрязнения среды	Растения-индикаторы
Общее загрязнение	
Тяжелые металлы	
Диоксид серы	
Фтористый водород	
Хлористый водород	
Аммиак	
Сероводород	
Фотосмог	
Полициклические ароматические углеводороды	
Повышенная кислотность почв	

3. Впишите пропущенные термины: \_\_\_ «Существует две формы отклика живых организмов, используемых в целях биоиндикации: 1) одинаковые реакции организма могут быть вызваны различными факторами среды (..... биоиндикация); 2) изменения реакции четко связаны с изменением конкретного фактора (..... биоиндикация). В зависимости от типа ответной реакции биоиндикаторы подразделяются на ..... (реагируют на стресс значительным отклонением от жизненных норм) и ..... (накапливают антропогенное воздействие)».

### **Практическое занятие 3. Биологические методы анализа качества окружающей среды: биотестирование (семинарское занятие)**

План работы: подготовить конспект предложенных вопросов, подробное сообщение по одному вопросу на выбор, принять участие в обсуждении вопросов, связанных с биоиндикацией и биотестированием различных сред.

Вопросы для коллективного обсуждения:

1. Задачи и приемы биотестирования окружающей среды.

2. Понятие о биотестах. Тест-функция. Виды биотестирования.
3. Достоинства и недостатки биотестирования.
4. Биохимический подход в биотестировании.
5. Генетический подход в биотестировании.
6. Морфологический подход в биотестировании.
7. Физиологический подход в биотестировании.
8. Биофизический подход в биотестировании.
9. Иммунологический подход в биотестировании.
10. Возможности для использования различных групп организмов для проведения биотестирования. Понятие о БИОСОТ.

Литература: [3, С. 8-11; 4, С. 140-141; 5, С. 171-173].

Задания для самостоятельной работы студента:

1. Ответьте на предложенные вопросы:
  - Для чего необходим расчет «балла интегральной токсичности (БИТ)»?
  - Как называется параметр организма, который изменяется при проведении процедуры биотестирования?
  - Что представляет собой люменометр? Для чего он используется?
2. Впишите пропущенные термины: «Постоянное присутствие вредных веществ в окружающей среде, даже в весьма малых ..... (в том числе ниже ПДК) и только потенциально опасных, всегда создает некоторую степень ..... для ..... человека».
3. Обсуждение результатов расчета: Определение степени закисленности воды по изменению видового состава модельной водной экосистемы.
4. Обсуждение результатов расчета: Определение степени нарушенности модельной наземной экосистемы по коэффициентам размножения индикаторных видов.
5. Выберите из предложенного списка наиболее удобный тест-объект для анализа качества природных вод: дафнии (*Daphnia magna*), форель радужная (*Salmo gairdneri*), кресс-салат (*Lepidium sativum*), мидии (*Mytilus edulis*), водоросли (*Chlorella vulgaris*). Обоснуйте свой выбор.

#### **Практическое занятие 4. Оценка состояния древостоя (расчетные задания)**

План работы: выполнить расчет основных показателей, используя предложенные методические указания и табличные данные, выданные преподавателем на занятии.

Методические указания для студента:

Цель работы: ознакомиться с методикой оценки состояния древесной растительности.

Материалы: табличные и фотоматериалы (информация о древостое, собранная во время полевой практики).

Порядок выполнения работы:

1. С помощью шкалы визуальной оценки деревьев по внешним признакам (таблица 1) определяются баллы состояния отдельных деревьев каждого вида –  $b_1, b_2, b_3$  и т.д.
2. Вычисляется средний балл состояния для каждого вида деревьев по формуле 1:

$$K_i = \frac{\sum b_i}{N_i} \quad (1),$$

где:

- $K_i$  – коэффициент состояния  $i$ -го вида деревьев;
- $b_i$  – баллы состояния отдельных деревьев;
- $N_i$  – общее число учтенных деревьев  $i$ -го вида.

## Шкала визуальной оценки деревьев по внешним признакам

Балл	Характеристика состояния
1	Здоровые деревья, без внешних признаков повреждения, величина прироста соответствует норме.
2	Ослабленные деревья. Крона слабо ажурная, отдельные ветви усохли. Листья и хвоя часто с желтым оттенком. У хвойных деревьев на стволе сильное смолотечение и отмирание коры на отдельных участках.
3	Сильно ослабленные деревья. Крона изрежена, со значительным усыханием ветвей, сухая вершина. Листья светло-зеленые, хвоя с бурым оттенком и держится 1-2 года. Листья мелкие, но бывают и увеличены. Прирост уменьшен или отсутствует. Смолотечение сильное. Значительные участки коры отмерли.
4	Усыхающие деревья. Усыхание ветвей по всей кроне. Листья мелкие, недоразвитые, бледно-зеленые с желтым оттенком, отмечается ранний листопад. Хвоя повреждена на 60% от общего количества. Прирост отсутствует. На стволах признаки заселения короедками, усачами, златками (буровая муха, отверстие на коре и древесине).
5	Сухие деревья. Крона сухая. Листьев нет, хвоя желтая или бурая, осыпается или осыпалась. Кора на стволах отслаивается или полностью опала. Стволы заселены ксилофагами (потребители древесины).

3. Коэффициент состояния лесного древостоя в целом ( $K$ ) определялся как среднее арифметическое средних баллов состояния различных деревьев на пробной площадке.

$$K = \frac{\sum K_i}{R} \quad (2),$$

где:

$K_i$  – коэффициент состояния  $i$ -го вида;

$R$  – число видов деревьев.

4. Состояние древостоя оценивается по следующим критериям:

$K < 1,5$  – здоровый древостой (I);

$K = 1,6-2,5$  – ослабленный древостой (II);

$K = 2,6-3,5$  – сильно ослабленный лес (III);

$K = 3,6-4,5$  – усыхающий лес (IV);

$K > 4,6$  – погибший лес (V).

### Практическое занятие 5. Биологическая оценка качества атмосферного воздуха (анализ методик, расчетные задания)

План работы: проанализировать предлагаемые методики, получить у преподавателя карточки с заданиями, подобрать необходимые методики к каждому из заданий и выполнить расчет основных показателей, используя предложенные методические указания из учебного пособия, принять участие в обсуждении полученных результатов.

Вопросы для коллективного обсуждения:

1. Биоиндикация загрязнения атмосферного воздуха с помощью лишайников (3, С. 59).
2. Сосна в качестве тест-объекта в радио- и общеэкологических исследованиях (3, С. 69).
3. Флуктуирующая асимметрия древесных и травянистых форм растений как тест-система оценки качества среды (3, С. 74).
4. Использование флуктуирующей асимметрии животных для оценки качества среды (3, С. 80).

Литература: [3, С. 59-80].

### **Практическое занятие 6-7. Биологическая оценка качества водных объектов и почвенного покрова (анализ методик, расчетные задания)**

План работы: проанализировать предлагаемые методики, получить у преподавателя карточки с заданиями, подобрать необходимые методики к каждому из заданий и выполнить расчет основных показателей, используя предложенные методические указания из учебного пособия, принять участие в обсуждении полученных результатов.

Вопросы для коллективного обсуждения:

1. Определение общего микробного числа в водоеме (3, С. 85).
2. Биологический контроль водоема методом сапробности (3, С. 89).
3. Биологический анализ активного ила (3, С. 96).
4. Оценка трофических свойств водоема с использованием высших растений (3, С. 106).
5. Определение качества воды в пресноводном водоеме по видовому разнообразию макрофитов (3, С. 113).
6. Определение качества воды в пресноводном водоеме по видовому разнообразию зообентоса (3, С. 118).
7. Характеристика качества почвы с помощью растений-индикаторов (3, С. 122).
8. Лихеноиндикация рекреационной нагрузки на пригородные биоценозы (3, С. 133).

Литература: [3, С. 85-138].

### **Практическое занятие 8. Оценка качества среды методами биотестирования: биохимический и генетический подходы (анализ методик, расчетные задания)**

План работы: проанализировать предлагаемые методики, получить у преподавателя карточки с заданиями, подобрать необходимые методики к каждому из заданий и выполнить расчет основных показателей, используя предложенные методические указания из учебного пособия, принять участие в обсуждении полученных результатов.

Вопросы для коллективного обсуждения:

1. Биохимический подход. Лизоцимный микробиологический метод оценки состояния водных биоценозов (3, С. 139).
2. Метод привитой сополимеризации с использованием в качестве тест-объекта дафнии магна (3, С. 142).
3. Исследование нарушений развития эмбрионов водных животных с применением метаболического критерия (3, С. 146).
4. Биодиагностика почв по ферментативной активности (3, С. 149).
5. Биотестирование водоемов по уровню белков-металлотионеинов в мягких тканях двустворчатых моллюсков (3, С. 156).
6. Генетический подход. Тест-система Эймса для анализа мутагенной и канцерогенной активности химических соединений в окружающей среде (3, С. 159).
7. Аберрации хромосом в клетках корневой меристемы растений под действием мутагенов (3, С. 167).
8. Использование традесканции для оценки мутагенного и токсического действия факторов окружающей среды (3, С. 174).
9. Частота хромосомных аберраций в лимфоцитах периферической крови человека (3, С. 182).

10. Частота бинуклеарных клеток с микроядрами в культуре лимфоцитов человека после у-облучения (3, С. 185).

Литература: [3, С. 139-187].

### **Практическое занятие 9. Оценка качества среды методами биотестирования: морфологический и физиологический подходы (анализ методик, расчетные задания)**

План работы: проанализировать предлагаемые методики, получить у преподавателя карточки с заданиями, подобрать необходимые методики к каждому из заданий и выполнить расчет основных показателей, используя предложенные методические указания из учебного пособия, принять участие в обсуждении полученных результатов.

Вопросы для коллективного обсуждения:

1. Морфологический подход. Биотестирование загрязнения воды с помощью ряски малой (*Lemna minor* L.) (3, С. 188).
2. Нарушение эмбрионального морфогенеза амфибий в условиях техногенного загрязнения среды (3, С. 199).
3. Физиологический подход. Определение качества воды по изменению биомассы хлореллы (3, С. 202).
4. Влияние токсикантов на кислородную продуктивность водорослей (3, С. 209).
5. Определение загрязнения среды тяжелыми металлами по ростовым свойствам отрезков колеоптилей (3, С. 213).
6. Изменение спонтанной двигательной активности инфузории спиростомы под влиянием антропогенных факторов (3, С. 216).
7. Проведение токсикологических исследований на дафниях (3, С. 220).
8. Биотестирование с использованием рыб (3, С. 227).
9. Сперматозоиды костистых рыб как тест-объект в эколого-эмбриологических исследованиях (3, С. 230).
10. Газохроматографический анализ биологической активности почв (3, С. 237).

Литература: [3, С. 188-239].

### **Практическое занятие 10. Оценка качества среды методами биотестирования: биофизический и иммунологический подходы (анализ методик, расчетные задания)**

План работы: проанализировать предлагаемые методики, получить у преподавателя карточки с заданиями, подобрать необходимые методики к каждому из заданий и выполнить расчет основных показателей, используя предложенные методические указания из учебного пособия, принять участие в обсуждении полученных результатов.

Вопросы для коллективного обсуждения:

1. Биофизический подход. Оценка потенциальной опасности химических веществ по их способности снижать фильтрационную активность гидробионтов (3, С. 240).
2. Оценка качества среды инструментальными методами с использованием фототрофных организмов (3, С. 243).
3. Измерение биoluminesцентной активности исследуемых образцов с использованием биосенсоров (3, С. 246).
4. Люминесцентный мониторинг древесных пород в условиях антропогенного стресса (3, С. 250).
5. Оценка токсичности воды по фильтрационной активности дафний, регистрируемой с помощью флуоресценции хлорофилла микроводорослей (3, С. 253).

6. Иммунологический подход. Исследование параметров врожденного иммунитета беспозвоночных животных в ответ на неблагоприятное воздействие. Реакция гемагглютинации (3, С. 256).
7. Исследование гуморальных факторов врожденного иммунитета беспозвоночных и позвоночных гидробионтов методом электрофореза (3, С. 261).
8. Определение концентрации белка в биологических жидкостях гидробионтов в ответ на изменение среды обитания (3, С. 266).
9. Определение концентрации лизоцима в биологических жидкостях гидробионтов в ответ на изменение среды обитания (3, С. 270).

Литература: [3, С. 240-271].

### **Практическое занятие 11. Итоговая контрольная работа.**

#### **III. Методические рекомендации по выполнению курсовых работ**

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены.

#### **IV. Методические рекомендации по подготовке доклада к практическим занятиям:**

Алгоритм создания доклада:

- 1 этап – определение темы доклада
- 2 этап – определение цели доклада
- 3 этап – подробное раскрытие информации
- 4 этап – формулирование основных тезисов и выводов.