


ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»  
Инженерный факультет

Утверждено:  
на заседании кафедры ТХиМ  
протокол № 9 от «21» февраля 2022 г.

Согласовано:  
Председатель УМК факультета

Зав. кафедрой  /Мухамедзянова А.А.

 /Баннова А.В.

Рабочая программа дисциплины  
**Методы биотестирования материалов и объектов**

Вариативная часть

Программа бакалавриата

Направление подготовки

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии  
и биотехнологии

Направленность (профиль) подготовки

Рациональное использование материальных ресурсов и химической технологии природ-  
ного сырья

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения


Очная, очно-заочная, заочная


Разработчик  
к.х.н., доц

 Ямансарова Э.Т.

Для приема 2022 г.

Уфа, 2022 г.

Составитель: к.х.н., доц. Ямансарова Э.Т.   
Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры технической химии и материаловедения, протокол № 9 от «21» февраля 2022 г

Заведующий кафедрой ТХиМ  А.А. Мухамедзянова

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_

—

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_

—

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О./

### Список документов и материалов

|  |  |
|--|--|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы  |  |
| 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы   |  |
| 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)  |  |
| 4. Фонд оценочных средств по дисциплине  |  |
| 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания  |  |
| 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций |  |
| 4.3. Рейтинг план дисциплины   |  |
| 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины   |  |
| 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины  |  |
| 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины  |  |
| 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине   |  |

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

ПК-3

| <b>Категория (группа) компетенций<sup>1</sup> (при наличии ОПК)</b>  | <b>Формируемая компетенция (с указанием кода)</b>  | <b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>   | <b>Результаты обучения по дисциплине</b>  |
|--|--|---|---|
| <p>планирование и проведение экспериментальных исследований по энерго- и ресурсосбережению, обеспечению экологической безопасности при реализации технологического процесса и анализ их результатов;</p> <p>участие в проведении мероприятий по защите объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок как коммерческой тайны предприятия.</p> | <p>ПК-3 способность планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты</p> | <p>Знает теоретические и экспериментальные методы научных исследований, принципы организации научно-исследовательской деятельности, способы и методы планирования, подготовки и выполнения экспериментальных исследований, модели и способы представления экспериментальных данных, основные этапы статистической обработки экспериментальных данных;</p> | <p>Знать типовые основы использования нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа и практической деятельности</p> <p>- основные этапы статистической обработки экспериментальных данных;</p> |
|  |  | <p>Умеет использовать возможности современных теоретических и экспериментальных подходов для решения сложных задач современного материаловедения, корректно интерпретировать экспериментальные данные для решения различных задач в сфере профессиональной деятельности, применять современные методы исследования, проводить технические</p>             | <p><i>Уметь</i> применять типовые основы к использованию нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа и практической деятельности</p>   |

<sup>1</sup> Указывается только для УК и ОПК (при наличии).

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
|  |  | <p>испытания и научные эксперименты, оценивать результаты выполненной работы, использовать современные достижения науки и передовых технологий в научно-исследовательских работах, организовывать проведение научно-исследовательской работы, систематизировать данные экспериментальных и научных исследований, применять современные подходы для решения задач по выбранной теме научно-исследовательской работы</p> |   |
|  |  | <p>Владеет базовыми навыками использования полученных знаний в планировании экспериментальной работы, обработки результатов исследования, при подготовке и защите ВКР, организации процесса освоения нового знания в выбранной отрасли наук, критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач</p>                             | <p><i>Владеть</i> типовыми основами использования нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа и практической деятельности.</p> |

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы:

Дисциплина «Методы биотестирования материалов и объектов» входит в вариативную часть Основной образовательной программы подготовки бакалавра по направлению «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и

биотехнологии» по профилю подготовки «Рациональное использование возобновляемого и невозобновляемого сырья».

Она находится в логической взаимосвязи с другими частями ОП. Используется приобретенная в результате освоения дисциплин, входящих в базовую часть ОП способность к обобщению научных результатов, к обработке данных эксперимента, работе с отечественными и зарубежными научными источниками. Навыки в информатике, владение математическим инструментом применяются при решении научно-исследовательских задач.

Для качественного усвоения дисциплины обучающийся также должен обладать базовой теоретической подготовкой в области общей, неорганической и органической химии, основ химии живых систем, химии окружающей среды, экологического мониторинга.

**Целью** преподавания дисциплины «Методы биотестирования материалов и объектов» является ознакомить студентов с принципами и методологическими основами биологического мониторинга и биотестирования состояния окружающей среды, с основными методами биотестирования природных и антропогенно трансформированных экосистем.

В задачи курса входит:

- освоить методы биотестирования природных и антропогенно трансформированных экосистем;
- изучение закономерностей поведения биологических объектов в ответ на стрессовые воздействия, используемые для биологического мониторинга
- окружающей среды;
- овладение методами биотестирования и биоиндикации.

Содержание курса направлено на изучение и последующее применение студентами теоретических основ биотестирования, преимуществ биотестирования и биомониторинга, принципов организации биологического мониторинга, методов биоиндикации окружающей среды как системы наблюдений за состоянием окружающей среды, видов биоиндикаторов, их систематику, особенностей использования растений, животных, микроорганизмов в биоиндикации, требований к организмам-индикаторам. При изучении дисциплины рассматриваются: механизмы действия химических веществ на биоиндикаторы.

Курс также предусматривает формирование у студентов общего естественнонаучного, природоохранного и экологического мировоззрения.

### **3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

#### **3.1. Объем учебной дисциплины**

Очная форма обучения  
Трудоемкость (ЗЕТ/час) – 3/108  
Контактных часов -  
лекций – 36  
лабораторных – 18  
Практических -  
контроль –  
Зачет – 7 сем.  
СРС – 54,7

Заочная форма обучения

Очная форма обучения  
Трудоемкость (ЗЕТ/час) – 3/108  
Контактных часов -  
лекций – 12  
лабораторных – 6  
Практических -  
контроль –  
Зачет – 5 курс  
СРС – 85,8

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

#### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

ПК-3 способность планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)   | Критерии оценивания результатов обучения   |  |
|-------------------------------------|---|--|--|
|                                     |   | Не зачтено   | Зачтено  |
| Первый этап (уровень)               | Знает теоретические и экспериментальные методы научных исследований, принципы организации научно-исследовательской деятельности, способы и методы планирования, подготовки и выполнения экспериментальных исследований, модели и способы представления экспериментальных данных, основные этапы статистической обработки экспериментальных данных;  | Не знает теоретические и экспериментальные методы научных исследований, принципы организации научно-исследовательской деятельности, способы и методы планирования, подготовки и выполнения экспериментальных исследований, модели и способы представления экспериментальных данных, основные этапы статистической обработки экспериментальных данных;  | Имеет прочные знания методов теоретического и экспериментального исследования в области химической технологии, нефтехимии и биотехнологии; оптимальные и рациональные технологические режимы культивирования объектов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, работы химического, нефтехимического и биотехнологического оборудования; методы анализа свойств сырья и готовой продукции               |
| Второй этап (уровень)               | Умеет использовать возможности современных теоретических и экспериментальных подходов для решения сложных задач современного материаловедения, корректно интерпретировать экспериментальные данные для решения различных задач в сфере профессиональной деятельности, применять современные методы исследования, проводить технические испытания и научные эксперименты, оценивать результаты выполненной работы, использовать современные достижения науки и пере- | Затрудняется в анализе химических, нефтехимических и биотехнологических подходов для решения сложных задач современного материаловедения, корректно интерпретировать экспериментальные данные для решения различных задач в сфере профессиональной деятельности, применять современные методы исследования, проводить технические испытания и научные эксперименты, оценивать результаты выполненной работы, использовать современные достижения науки и пере- | Умеет анализировать химические, нефтехимические и биотехнологические подходы для решения сложных задач современного материаловедения, корректно интерпретировать экспериментальные данные для решения различных задач в сфере профессиональной деятельности, применять современные методы исследования, проводить технические испытания и научные эксперименты, оценивать результаты выполненной работы, исполь- |



|                              |   |   |   |
|------------------------------|---|---|---|
|                              | <p>нические испытания и научные эксперименты, оценивать результаты выполненной работы, использовать современные достижения науки и передовых технологий в научно-исследовательских работах, организовывать проведение научно-исследовательской работы, систематизировать данные экспериментальных и научных исследований, применять современные подходы для решения задач по выбранной теме научно-исследовательской работы</p> | <p>довых технологий в научно-исследовательских работах, организовывать проведение научно-исследовательской работы, систематизировать данные экспериментальных и научных исследований, применять современные подходы для решения задач по выбранной теме научно-исследовательской работы</p> | <p>зовать современные достижения науки и передовых технологий в научно-исследовательских работах, организовывать проведение научно-исследовательской работы, систематизировать данные экспериментальных и научных исследований, применять современные подходы для решения задач по выбранной теме научно-исследовательской работы</p> |
| <p>Третий этап (уровень)</p> | <p>Владеет базовыми навыками использования полученных знаний в планировании экспериментальной работы, обработки результатов исследования, при подготовке и защите ВКР, организации процесса освоения нового знания в выбранной отрасли наук, критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач</p>                                      | <p>Не владеет современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования</p>   | <p>Владеет современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования</p>  |

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

**5 семестр, зачет**

| Результаты обучения |   | Формируемая компетенция (с указанием кода)  | Оценочные средства   |
|---------------------|---|---|--|
| Знания              | Знает теоретические и экспериментальные методы научных исследований, принципы организации научно-исследовательской деятельности, способы и методы планирования, подготовки и выполнения экспериментальных исследований, модели и способы представления экспериментальных данных, основные этапы статистической обработки экспериментальных данных;  | ПК-3 способность планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты | Проверочная работа<br>Контрольная работа<br>Лабораторная работа<br>Отчет |
| Умения              | Умеет использовать возможности современных теоретических и экспериментальных подходов для решения сложных задач современного материаловедения, корректно интерпретировать экспериментальные данные для решения различных задач в сфере профессиональной деятельности, применять современные методы исследования, проводить технические испытания и научные эксперименты, оценивать результаты выполненной работы, использовать современные достижения науки и передовых технологий в научно-исследовательских работах, организовывать проведение научно-исследовательской работы, систематизировать | ПК-3 способность планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты | Проверочная работа<br>Контрольная работа<br>Лабораторная работа<br>Отчет |

|                                       |   |   |  |
|---------------------------------------|---|---|--|
|                                       | данные экспериментальных и научных исследований, применять современные подходы для решения задач по выбранной теме научно-исследовательской работы  |   |  |
| Владения (навыки / опыт деятельности) | Владеет базовыми навыками использования полученных знаний в планировании экспериментальной работы, обработки результатов исследования, при подготовке и защите ВКР, организации процесса освоения нового знания в выбранной отрасли наук, критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач | ПК-3 способность планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты | Проверочная работа<br>Контрольная работа<br>Лабораторная работа<br>Отчет |

#### 4.3. Рейтинг-план дисциплины

##### Рейтинг план дисциплины

##### Методы биотестирования материалов и объектов

Направление «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

| Виды учебной деятельности студентов   | Балл за конкретное задание | Число заданий за семестр | Баллы       |              |
|---|----------------------------|--------------------------|-------------|--------------|
|   |                            |                          | Минимальный | Максимальный |
| <b>Модуль 1: теоретические основы оценки воздействия на окружающую среду методами биотестирования и биоиндикаторы</b> |                            |                          |             |              |
| <b>Текущий контроль: 25</b>   |                            |                          |             |              |
| 1. Лабораторная работа №1   | 1                          | 10                       | 1           | 10           |
| 2. Тестовый контроль: коллоквиум  | 10                         | 1                        | 0           | 10           |
| 3. Выполнение домашних заданий  | 5                          | 1                        | 1           | 5            |
| <b>Рубежный контроль: 25</b>  |                            |                          |             |              |
| 1. Письменная контрольная работа  | 5                          | 5                        | 0           | 25           |
| <b>Модуль 2: морфологический и биофизический подходы в биотестировании</b>  |                            |                          |             |              |
| <b>Текущий контроль: 25</b>   |                            |                          |             |              |
| 1. Лабораторная работа №2   | 1                          | 10                       | 1           | 10           |
| 2. Тестовый контроль: коллоквиум  | 10                         | 1                        | 0           | 10           |
| 3. Выполнение домашних заданий  | 5                          | 1                        | 1           | 5            |

|                                    |           |   |   |            |
|------------------------------------|-----------|---|---|------------|
| <b>Рубежный контроль: 25</b>       |           |   |   |            |
| 1. Письменная контрольная работа   | <b>10</b> | 1 | 0 | 10         |
| 2. Реферат                         | <b>15</b> |   |   | 15         |
| <b>Итоговый контроль:</b>          |           |   |   |            |
| 1. Зачет                           |           |   | 0 |            |
| <b>Поощрительные баллы:</b>        |           |   |   |            |
| 1. Рефераты/ Работа со школьниками |           |   | 0 | 10         |
| <b>Всего:</b>                      |           |   |   | <b>110</b> |

### Вопросы зачета

1. Введение. Принципы организации биологического мониторинга.
2. Биоиндикация окружающей среды. Принципы использования и виды биоиндикаторов. Оценка качества воздуха, воды и почвы. Биологические индексы и коэффициенты в биомониторинге.
3. Биотестирование окружающей среды. Цели, задачи и подходы метода биотестирования. Назначение и области применения метода, государственные стандарты и нормативная база. Основные подходы и методы биотестирования.
4. Биохимический подход в биотестировании. Генетический подход в биотестировании. Морфологический подход в биотестировании. Физиологический подход в биотестировании. Биофизический подход в биотестировании. Иммунологический подход в биотестировании.
5. Тест-объекты: водоросли, инфузории и ракообразные. Экология, строение тест-объектов. Изучение особенностей физиологии и репродукции тестобъектов, являющихся критериями оценки токсичности проб.
6. Отбор проб природных и сточных морских и пресноводных вод, донных отложений и почвенных вытяжек. Хранение и подготовка проб.
7. Критерии адекватного выбора тест-объектов для оценки токсичности разных видов сред. Методики культивирования различных тест-объектов в лабораторных условиях.
8. Методика биотестирования по снижению уровня флуоресценции хлорофилла и темпа роста клеток водоросли *Chlorella sp.*: принцип методики, характеристики погрешностей измерений, средства измерений, оборудование и материалы, условия выполнения, подготовка и выполнение биотестирования, обработка и оценка результатов, контроль воспроизводимости результатов определения токсичности.
9. Методика биотестирования по снижению прироста количества и смертности инфузорий *Tetrachymena pyriformis* и *Stylonychia sp.*: принцип методики, характеристики погрешностей измерений, средства измерений, оборудование и материалы, условия выполнения, подготовка и выполнение биотестирования, обработка и оценка результатов, контроль воспроизводимости результатов определения токсичности.
10. Методика биотестирования по снижению темпов роста и гибели ракообразных *Daphnia magna*: принцип методики, характеристики погрешностей измерений, средства измерений, оборудование и материалы, условия выполнения, подготовка и выполнение биотестирования, обработка и оценка результатов, контроль воспроизводимости результатов определения токсичности.

### Критерии оценки (в баллах):

## Задания для самостоятельных работ

### Описание задания:

Самостоятельные (проверочные) работы проводятся после каждого практического занятия по определенной тематике с целью оценить степень усвоения лекционного материала и способность студента применять его при решении задач разного уровня, для закрепления пройденного материала в качестве текущего контроля. Программа дисциплины разбита на 4 крупных темы, которые, в свою очередь на более мелкие подтемы. В течение семестра проводится 8 самостоятельных (проверочных) работ, которые распределены по модулям дисциплины. Каждый из 14 вариантов проверочной работы содержит 4-5 задач. Обязательно каждый вариант содержит задания на номенклатуру соединений, методы синтеза, химические свойства, цепочки превращений.

## Задания для контрольной работы

### Описание контрольной работы:

Контрольные работы проводятся с целью оценить степень усвоения лекционного материала и способность студента применять его при решении задач разного уровня, для закрепления пройденного материала в качестве рубежного контроля. При изучении дисциплины в течение семестра проводится 4 контрольных работы, которые распределены равномерно по модулям дисциплины. Каждый из 14 вариантов контрольной работы содержит 8 задач. Обязательно каждый вариант содержит задания на номенклатуру соединений, методы синтеза, химические свойства, цепочки превращений и спектральную задачу.

Что такое биотестирование?

Для чего используется биотестирование?

Что такое тест-объекты?

Какие тест-объекты используются для биотестирования?

Что служит основанием для выбора тест-объекта при проведении биотестирования?

Что такое токсит (ТОХКИТ)?

Что такое тест-функция (test function)?

Как долго длится биотестирование?

Что такое токсический эффект?

Что такое токсичность среды и как она определяется?

Какая разница между острой и хронической токсичностью?

Что такое интегральная токсичность и как она определяется?

Что такое толерантность организма?

Что такое токсикорезистентность организма?

Что такое токсобность среды?

Что такое токсикометрия?

Что такое биомаркеры?

Что такое биоиндикация?

Что такое биоиндикаторы?

Как правильно выбрать биоиндикаторы?

Что такое биотический индекс?

Существуют ли количественные меры токсичности веществ для живых организмов?

Можно ли содержать тест-объекты в домашних условиях?

Можно ли использовать биотестирование вместо химического анализа на содержание загрязняющих веществ?

Можно ли по реакции тест-объектов обнаружить зоны экологического бедствия или источники загрязнения?

Существуют ли специфические реакции тест-объектов на специфические виды загрязнения?

Можно ли методами биотестирования оценить токсичность питьевой воды?

Если в водоеме есть ракообразные или одноклеточные водоросли, значит ли это, что вода не токсична?

Можно ли, используя методы биотестирования, определить, загрязнена ли почва?

Можно ли, основываясь на данных биотестирования, предъявить штрафные санкции за ущерб окружающей среде?

Как сохранить пробы воды и образцы грунтов или донных осадков, предназначенных для биотестирования?

Как долго можно хранить образцы до проведения исследований их токсичности?

Можно ли использовать массовые виды организмов, собранных в природе, в качестве тест-объектов?

Где можно получить лабораторные культуры тест-объектов и консультацию по методам биотестирования?

Где можно провести исследования токсичности природных сред с использованием методов биотестирования?

Было бы интересно узнать, какие новые разработки появились в области морского биотестирования?

Какие культуры водорослей, кроме *Phaeodactylum tricornutum*, еще можно использовать для биотестирования водной среды?

Где можно приобрести культуры тест-объектов вместе с методическими рекомендациями?

Кого из эндемиков или вселенцев растительного планктона или зоопланктона Каспийского моря можно использовать для биотестирования?

Существуют ли стандартные культуры бентосных организмов для биотестирования морских вод и донных отложений?

Можно ли использовать эндемиков Каспийского моря для проведения биотестирования?

Порекомендуйте литературу, регламентирующую четкие требования к организации работ по определению токсичности сточных вод методами биотестирования, требования к помещениям, вентиляции и т.д.

Помогите, пожалуйста, написать диплом по биотестированию.

Можно ли проверять на токсичность фуражное зерно и на основе биотестирования выдавать заключения? И требуется ли аттестация специалиста лаборатории?

Кем разработан тест на цериодафниях?

Почему тест-функцией при биотестировании является только гибель объектов, а измерение параметров движения не используется?

Характеристики движения объектов не являются тест-функцией или не используются из-за отсутствия средств для измерения?

Надо ли фильтровать биогенезированную воду или ее только отстаивают?

#### Описание методики оценивания:

Критерии оценки (в баллах):

- 80-100 баллов выставляется студенту, если полностью решены 6-8 заданий, в том числе в обязательном порядке задача на установление структуры;
- 50-79 баллов выставляется студенту, если решены не менее 50 % заданий, в том числе цепочки превращений, спектральная задача решена, но имеются недочеты;
- 30-49 баллов выставляется студенту, если решены не менее 30 % заданий и имеются существенные ошибки в решении задач, но общая тенденция правильная;
- 0-29 баллов выставляется студенту, если имеются грубые ошибки в выполнении заданий.

Затем эти баллы пропорционально переводятся в баллы рейтинга за конкретную контрольную работу

### Задания для коллоквиума

Описание заданий для коллоквиума:

Коллоквиумы проводятся в виде собеседования в устно-письменной форме с целью оценить степень усвоения лекционного материала и способность студента применять его при решении задач разного уровня, для закрепления пройденного материала в качестве текущего контроля. При изучении дисциплины в течение семестра проводится 7 коллоквиумов, которые распределены по модулям дисциплины. Каждый студент в подгруппе обязан решить письменно один из 14 вариантов, который содержит 6-8 задач. Обязательно каждый вариант содержит задания на номенклатуру соединений, методы синтеза, химические свойства, цепочки превращений и спектральную задачу. Далее следует собеседование с преподавателем по двум теоретическим вопросам. При необходимости преподаватель задает дополнительные вопросы для возможности объективного оценивания.

Вопросы к 1 рейтинг-контролю:

1. Принципы организации биологического мониторинга. Значение биоиндикации и биотестирования в системе наблюдений за состоянием окружающей среды.
2. Биоиндикация окружающей среды. Оценка качества воздуха.
3. Биоиндикация окружающей среды. Оценка качества воды.
4. Биоиндикация окружающей среды. Оценка качества почвы.
5. Принципы использования биоиндикаторов. Виды биоиндикаторов, их систематическое положение.
6. Особенности использования растений в биоиндикации.
7. Особенности использования животных в биоиндикации.
8. Особенности использования микроорганизмов в биоиндикации.
9. Комплексный подход к биоиндикации при использовании симбиотических комплексов.
10. Лихеноиндикация. Виды лишайников Средней полосы России.
11. Биологические индексы и коэффициенты в биомониторинге.
12. Биотестирование окружающей среды. Задачи и виды биотестирования.
13. Основные подходы и методы биотестирования. Требования к методам биотестирования.
14. Биохимический подход в биотестировании. Изменение содержания терпеноидов и других веществ стрессового метаболизма.
15. Биохимическая характеристика адаптационного стресса. Анализ пероксидазы и каталазы.
16. Изменение содержания свободных радикалов в клетках и тканях. Изменение ферментативной активности почвенного биоценоза.

Вопросы к 2 рейтинг-контролю:

1. Генетический подход в биотестировании. Влияние ксенобиотиков на проявление мутационного процесса.
2. Краткосрочные генетические тесты. Использование бактерий в качестве тест-систем. Тест Эймса.
3. Морфологический подход в биотестировании. Использование эмбрионов гидробионтов для биологического мониторинга.
4. Метод флуктуирующей асимметрии. Листовая диагностика. Изменение выпуклости листовой пластинки в ответ на запыление воздуха.
5. Оценка физиологического состояния деревьев по побегообразовательной способности и пробудимости почек.
6. Листовая диагностика недостатка минерального питания растений.
7. Использование ряски малой при оценке загрязнения водоёмов.
8. Биологический контроль водоёма методом сапробности.

9. Анализ активного ила водоёмов.
  10. Использование дафнии магна в биологической токсикологии
  11. Метод привитой сополимеризации с использованием дафнии магна.
  12. Влияние ксенобиотиков на кислородную продуктивность и биомассу водорослей.
  13. Люминесцентный мониторинг состояния деревьев.
  14. Влияние тяжёлых металлов на удлинение колеоптилей растений.
  15. Оценка трофности водоёма с помощью высших растений.
  16. Оценка качества воды пресноводного водоёма по биоразнообразию макрофитов.
- Вопросы к 3 рейтинг-контролю:
1. Физиологический подход в биотестировании. Количество потребления кислорода тестсистемами.
  2. Изменение скорости роста и развития организмов при загрязнении среды. Гидробионты как тестсистемы.
  3. Использование дафний в качестве тест-систем.
  4. Биофизический подход в биотестировании. Изменение электрофизиологии живых систем.
  5. Измерение фотосинтетической активности при разных видах стресса.
  6. Флуоресцентные и биолюминесцентные методы анализа в биотестировании.
  7. Иммунологический подход в биотестировании. Изменение иммунологического статуса организмов при внешних воздействиях.
  8. Флуктуирующая асимметрия животных в биоиндикации.
  9. Видовое разнообразие пресноводных водоёмов как тест-система качества их воды.
  10. Биологическое разнообразие пресноводного зообентоса как тест-система качества воды.
  11. Биологическое разнообразие морского зообентоса как тест-система качества воды.
  12. Виды лишайников Средней полосы России.
  13. Циклы развития гидробионтов и их нарушения в ответ на загрязнение ксенобиотиками.
  14. Виды мутаций и их проявление при различных стрессовых воздействиях.
  15. Морфологические изменения половых клеток костных рыб при загрязнении среды.
  16. Нарушение эмбриогенеза амфибий при экологическом стрессе.
- Вопросы к зачёту с оценкой по дисциплине «Биоиндикация и биотестирование»:
17. Принципы организации биологического мониторинга. Значение биоиндикации и биотестирования в системе наблюдений за состоянием окружающей среды.
  18. Биоиндикация окружающей среды. Оценка качества воздуха.
  19. Биоиндикация окружающей среды. Оценка качества воды.
  20. Биоиндикация окружающей среды. Оценка качества почвы.
  21. Принципы использования биоиндикаторов. Виды биоиндикаторов, их систематическое положение.
  22. Особенности использования растений в биоиндикации.
  23. Особенности использования животных в биоиндикации.
  24. Особенности использования микроорганизмов в биоиндикации.
  25. Комплексный подход к биоиндикации при использовании симбиотических комплексов.
  26. Лихеноиндикация. Виды лишайников Средней полосы России.
  27. Биологические индексы и коэффициенты в биомониторинге.
  28. Биотестирование окружающей среды. Задачи и виды биотестирования.
  29. Основные подходы и методы биотестирования. Требования к методам биотестирования.
  30. Биохимический подход в биотестировании. Изменение содержания терпеноидов и других веществ стрессового метаболизма.
  31. Биохимическая характеристика адаптационного стресса. Анализ пероксидазы и каталазы.
  32. Изменение содержания свободных радикалов в клетках и тканях. Изменение ферментативной активности почвенного биоценоза.
  33. Генетический подход в биотестировании. Влияние ксенобиотиков на проявление мутационного



процесса.

34. Краткосрочные генетические тесты. Использование бактерий в качестве тест-систем. Тест Эймса.
35. Морфологический подход в биотестировании. Использование эмбрионов гидробионтов для биологического мониторинга.
36. Метод флуктуирующей асимметрии. Листовая диагностика. Изменение выпуклости листовой пластинки в ответ на запыление воздуха.
37. Физиологический подход в биотестировании. Количество потребления кислорода тестсистемами.
38. Изменение скорости роста и развития организмов при загрязнении среды. Гидробионты как тестсистемы.
39. Использование дафний в качестве тест-систем.
40. Биофизический подход в биотестировании. Изменение электрофизиологии живых систем.
41. Измерение фотосинтетической активности при разных видах стресса.
42. Флуоресцентные и биOLUMИнесцентные методы анализа в биотестировании.
43. Иммунологический подход в биотестировании. Изменение иммунологического статуса организмов при внешних воздействиях.
44. Флуктуирующая асимметрия животных в биоиндикации.
45. Видовое разнообразие пресноводных водоёмов как тест-система качества их воды.
46. Биологическое разнообразие пресноводного зообентоса как тест-система качества воды.
47. Биологическое разнообразие морского зообентоса как тест-система качества воды.
48. Виды лишайников Средней полосы России.
49. Циклы развития гидробионтов и их нарушения в ответ на загрязнение ксенобиотиками.
50. Виды мутаций и их проявление при различных стрессовых воздействиях.
51. Морфологические изменения половых клеток костных рыб при загрязнении среды.
52. Нарушение эмбриогенеза амфибий при экологическом стрессе.
53. Оценка физиологического состояния деревьев по побегообразовательной способности и пробудимости почек.
54. Листовая диагностика недостатка минерального питания растений.
55. Использование ряски малой при оценке загрязнения водоёмов.
56. Биологический контроль водоёма методом сапробности.
57. Анализ активного ила водоёмов.
58. Использование дафнии магна в биологической токсикологии
59. Метод привитой сополимеризации с использованием дафнии магна.
60. Влияние ксенобиотиков на кислородную продуктивность и биомассу водорослей.
61. Люминесцентный мониторинг состояния деревьев.
62. Влияние тяжёлых металлов на удлинение coleoptилей растений.
63. Оценка трофности водоёма с помощью высших растений.
64. Оценка качества воды пресноводного водоёма по биоразнообразию макрофитов

Критерии оценки (в баллах):

- 80-100 баллов выставляется студенту, если полностью решены 6-8 заданий, в том числе в обязательном порядке задача на установление структуры, и даны исчерпывающие ответы на теоретические вопросы;
- 50-79 баллов выставляется студенту, если решены не менее 50 % заданий, в том числе цепочки превращений, спектральная задача решена, даны ответы на теоретические вопросы но имеются недочеты;
- 30-49 баллов выставляется студенту, если решены не менее 30 % заданий и имеются существенные ошибки в решении задачи изложения теоретического материала, но общая тенденция правильная;
- 0-29 баллов выставляется студенту, если имеются грубые ошибки

## ПРИМЕРНЫЙ СПИСОК ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Оценка токсичности продуктов методом биотестирования
2. Проведение биотестирования на дафниях (*Daphnia magna*)
3. Оценка токсичности поллютантов, содержащихся в сточных водах, донных отложениях, твердых отходах, почвах, по прорастанию семян кресс-салата

### Пример описания методики выполнения эксперимента в лабораторной работе

#### Характеристика тест-объекта

Тест на прорастание семян кресс-салата хорошо разработан и в настоящее время широко используется для оценки токсичности различных поллютантов в объектах окружающей среды.

Кресс-салат – однолетнее овощное растение, обладающие повышенной чувствительностью к загрязнению природных объектов, сточных вод и твердых промышленных отходов тяжелыми металлами, пестицидами, а также к загрязнению воздуха газообразными выбросами автотранспорта. Этот тест-организм отличается быстрым прорастанием семян и почти стопроцентной всхожестью, которая заметно уменьшается в присутствии загрязнителей. Кроме того, побеги и корни этого растения под действием загрязнителей подвергаются заметным морфологическим изменениям (задержка роста и искривление побегов, уменьшение длины и массы корней, а также общей массы растения).

Кресс-салат как тест-объект удобен еще и тем, что действие стрессоров можно изучать одновременно на большом числе растений при небольшой площади исследуемой почвы (чашки Петри, кюветы, поддон и т.п.). Семена кресс-салата прорастают уже на третий – четвертый день, и на большинство поставленных вопросов исследования можно получить ответ в течение 15 – 20 дней (например при изучении хронического действия).

#### Подготовка семян к биотестированию

Для биотестирования рекомендуют использовать свежие семена, так как при длительном хранении семян на их поверхности развивается сапрофитная микрофлора и при прорастании в условиях влажных камер они могут загнить и выбыть из опыта. Во избежание этого рекомендуется перед закладкой опытов провести протравливание семян. Для этого сухие семена погружают в 1%-ный раствор перманганата калия ( $KMnO_4$ ) на 30 мин, затем промывают их дистиллированной водой, используя два слоя марли или фильтровальную бумагу. После этого семена переносят на сухую фильтровальную бумагу и обсушивают на воздухе.

Каждую партию семян, предназначенных для биотестирования, предварительно проверяют на всхожесть. Для этого семена проращивают в чашках Петри, в которые насыпают промытый речной песок слоем в 1 см. Сверху песок накрывают фильтровальной бумагой. Песок и бумагу увлажняют отстоянной водопроводной или дистиллированной водой до полного насыщения. На фильтровальную бумагу раскладывают определенное количество семян (20 или 50) на одинаковом расстоянии друг от друга. Проращивание ведут в лаборатории или в термостате при температуре 23 – 25 °С в течение 3 – 4 сут. Нормой считается прорастание 90 – 95 % семян. Процент проросших семян от числа посеянных называют всхожестью.

#### Определение фитотоксичности почв

Перед биотестированием почвы высушивают до воздушно-сухого состояния, удаляют из нее посторонние включения и остатки растений, растирают в фарфоровой чашке и просеивают через сито с отверстиями размером 2 мм. В каждую чашку Петри переносят одинаковые массы подготовленной контролируемой почвы. Предварительно массу почвы устанавливают экспериментально. Толщина слоя почвы в чашках Петри должна быть равна 1 см. Почву в чашках накрывают фильтровальной бумагой. Перед раскладкой семян почву и бумагу увлажняют дистиллированной или отстоянной водопроводной водой до полного насыщения. Объем воды определяется в предварительных опытах, и добавляют воду в одинаковых количествах во все

пробы. Семена кресс-салата по 20 – 50 штук раскладывают в чашках на одинаковом расстоянии друг от друга. Чашки Петри помещают в термостат и выдерживают при температуре 23 – 25 °С в течение 3 – 4 сут. Каждый опыт проводят в трех повторностях. Параллельно в трех повторностях проводят опыт с чистым субстратом (либо с дистиллированной или отстоянной водопроводной водой).

При длительных экспериментах чашки Петри из термостата переносят в лабораторию либо климатостат и продолжают наблюдения за ростом и развитием проростков. При длительных опытах в чашки Петри помещают не более 20 семян. При этом следует учитывать, что большое влияние на всхожесть семян, рост и качество проростков оказывают водно-воздушный и световой режимы и плодородие субстрата. В гумусированной, хорошо аэрированной почве (черноземе, верхнем горизонте серой лесной почвы) всхожесть и качество проростков всегда лучше, чем в тяжелой глинистой почве. Поэтому в качестве субстрата для контроля следует брать почву того же типа, что и для опытов.

Кроме загрязнения почвы, на кресс-салат оказывает влияние состояние воздушной среды, поэтому нельзя проводить опыты в химических лабораториях, воздух которых загрязнен парами кислот, аммиака, оксидами азота, серы и другими токсическими веществами.

Для обработки результатов биотестирования можно выбрать любой параметр, описанный в п. 2.2.

Для качественной оценки токсичности почв по всхожести используются следующие уровни загрязнения.

#### 1. Загрязнение отсутствует

Всхожесть семян достигает 90 – 100 %, всходы дружные, проростки крепкие, ровные. Эти признаки, как правило, характерны для контроля, с которым следует сравнивать результаты, полученные с тестируемыми почвами.

#### 2. Слабое загрязнение

Всхожесть 60 – 90 %. Проростки ровные, почти нормальной длины.

#### 3. Среднее загрязнение

Всхожесть 30 – 60 %. Проростки по сравнению с контролем короче и тоньше. Некоторые проростки имеют уродства.

#### 4. Сильное загрязнение

Всхожесть семян менее 20 %. Проростки мелкие и уродливые.

Исследование фитотоксичности сточных и загрязненных природных вод, снега и промышленных отходов

При изучении фитотоксичности сточных и загрязненных природных вод и снега рекомендуется проводить длительные опыты с проростками двух или трех видов растений из различных семейств (злаковые, крестоцветные, бобовые). С семенами каждого растения опыты проводят в трех повторностях.

Для проведения исследований получают проростки, средний размер которых не превышает 1,0 – 1,5 см. Необходимое время проращивания устанавливается при проведении предварительных пробных опытов. Выращивание проростков проводят в прямоугольных пластиковых емкостях (в дальнейшем называемых кюветами) из-под творога, сыра или других продуктов. Перед использованием их моют с питьевой содой или хозяйственным мылом и тщательно ополаскивают дистиллированной водой.

В качестве субстрата для выращивания проростков целесообразно использовать одинаковое количество промытого и прокаленного речного песка или чистую почву с известными агрохимическими показателями (кислотность, гумусированность, фракционный состав и т.п.).

В подготовленные кюветы насыпают одинаковые количества соответствующего субстрата и увлажняют его исследуемой водой (в контроле дистиллированной или отстоянной водопроводной водой) до полной влагоемкости и высаживают в каждую кювету по десять одинаковых по размерам проростков тест-растения. Субстрат в каждой кювете поливают по мере необходимости равными объемами воды. Наблюдения проводят три недели, регистрируя скорость роста надземной части через каждые 2 – 3 дня. В конце опыта осторожно выкапывают

проростки, промывают, обсушивают фильтровальной бумагой, измеряют и взвешивают отдельно надземную часть и корни. Данные обрабатывают статистически и выражают в процентах к контролю. По полученным данным строят гистограммы, оценивают токсичность исследованных вод и делают выводы о чувствительности использованных тест-объектов.

При оценке токсичности неочищенных сточных вод проводят краткосрочные тесты на всхожесть.

Подготовленные к опытам семена тест-растений замачивают в течение суток в исследуемой воде, затем переносят в чашки Петри на слой ваты и два слоя фильтровальной бумаги, смоченных тестируемой водой. Чашки Петри помещают в термостат, где их выдерживают при температуре 23 °С в течение 3 – 5 сут. Оценку токсичности проводят по проценту всхожести семян или средней длине проростков по сравнению с контролем. Каждый вариант опыта проводят в трех повторностях.

#### Определение фитотоксичности снежного покрова

Основная территория Российской Федерации находится в северных широтах и в осенне-зимний период на несколько месяцев покрывается постоянным снежным покровом, который играет роль планшета – накопителя загрязняющих веществ – и является индикатором загрязнения атмосферы. Токсичность снежного покрова позволяет оценить антропогенную нагрузку на окружающую среду в этот сезон и последующие загрязнения вод и почв.

При образовании и выпадении снега в результате процессов сухого и влажного вымывания концентрация загрязняющих веществ в нем оказывается обычно на 2 – 3 порядка выше, чем в атмосферном воздухе.

Отбор проб снега для анализа проводят перед началом его таяния специальными полихлорированными пробоотборниками с участков нетронутого снежного покрова на всю его толщину, не доходя 5 см до почвы во избежание загрязнения пробы грунтом. Каждую пробу снега отбирают из пяти выемок (метод «конверта») на площади 1 м<sup>2</sup>. Частота отбора – одна проба приблизительно на 1 км<sup>2</sup>. Отобранные пробы снега помещают в полиэтиленовые пакетики для пищевых продуктов, они могут длительное время храниться в морозильнике. Снег анализируют на фитотоксичность в зонах влияния стационарных источников загрязнения и основных автомагистралей города, а также в фоновых участках. Пробы снега перед биотестированием оттаивают при комнатной температуре в химических стаканах вместимостью 500 мл. Температура талой воды перед тестированием не должна быть ниже комнатной.

Определение фитотоксичности снеговой воды проводят по одному из вариантов биотестирования, используемых для оценки токсичности сточных и природных вод.

#### Определение фитотоксичности промышленных отходов

В целях реализации статьи 14 Федерального закона «Об отходах производства и потребления» Министерство природных ресурсов утвердило критерии отнесения отходов к классу опасности для окружающей природной среды (ОПС), издав приказ № 511 от 15.06.01.

В соответствии с этим приказом отнесение отходов к классу опасности для ОПС может осуществляться расчетными (по концентрациям) или экспериментальными методами (по биотестированию). При использовании расчетного метода необходимо экспериментальное подтверждение методом биотестирования.

Приказ № 511 предписывает применять не менее двух методов биотестирования и устанавливает, какие методы должны применяться. Так, если в данной лаборатории используется метод, основанный на смертности цериодафний, то парным к нему должен быть метод, основанный на подавлении роста микроводорослей.

При проведении исследований различных отходов и их гигиенической оценки в качестве дополнительного часто используется метод определения фитотоксичности. Применение этого метода особенно целесообразно при использовании отходов в сельском хозяйстве в качестве мелиорантов, удобрений и т.п. В соответствии с рекомендуемой методикой биотестирования получают водные вытяжки из отходов. Для этого 10 г пробы измельченной и просеянной золы смешивают в химическом стакане в соотношении 1:10. После суточного отстаивания и механического встряхивания на ротаторе в течение 2 ч жидкую фазу отделяют путем фильтрования

через обеззоленный фильтр в коническую колбу вместимостью 250 мл, колбу закрывают каучуковой пробкой и водную вытяжку используют для биотестирования.

Определение фитотоксичности проводят по одной из вышеописанных методик для сточных и природных вод. В первую очередь целесообразно оценить фитотоксичность водных вытяжек по ингибированию прорастания семян тест-растений. При обнаружении сильной токсичности опыты продолжают при разбавлении полученных водных вытяжек дистиллированной или отстоянной водопроводной водой в соотношениях 1:2, 1:3, 1:4, 1:5 и 1:10.

По результатам биотестирования и информации о химическом составе отходов делают выводы о потенциальной опасности отходов для ОПС и возможности их использования в сельском хозяйстве, в качестве сырья для получения строительных материалов, в дорожном строительстве и т.п.

Оборудование и реактивы

1. Термостат.
2. Весы теххимические.
3. Фарфоровые чашки или ступки.
4. Чашки Петри.
5. Почвенное сито с отверстиями диаметром 2 мм.
6. Пинцеты.
7. Трубочки для полива.
8. Пластиковые кюветы для выращивания проростков.
9. Линейка или штангенциркуль.
10. Градуированные пипетки вместимостью 10 и 25 мл.
11. Бумага фильтровальная.
12. Калька.
13. Воронка стеклянная диаметром 7 – 10 см.
14. Х химические стаканы вместимостью 500 мл.
- 70
15. Конические колбы вместимостью 250 мл.
16. Образец эталонной почвы или речной песок.
17. Семена различных растений.
18. Полихлорвиниловые пробоотборники снега.
19. Пакеты полиэтиленовые.
20. Ротатор.
21. Магнитная мешалка.
22. Раствор перманганата калия 1%-ный.

### Реферат по дисциплине

Написание реферата имеет целью формирование умений и навыков применения теоретических знаний и экспериментальной работы по заданной теме. Курсовая работа подытоживает все разделы, включающие фундаментальную органическую химию и специальные главы органической химии. Работа выполняется на кафедре или в научно-исследовательских институтах Уфимского научного центра. Для заочного отделения возможно выполнение курсовой работы в виде обработки литературных данных и написания теоретической курсовой работы.

Защита курсовой работы проходит публично с представлением презентации и доклада на 5-7 минут, после чего студенту задаются вопросы по теме курсовой работы или по разделам, близким к ней.

Примерные темы рефератов:

1. Особенности биоиндикационных характеристик органов и тканей организма.
2. Организменный уровень биоиндикационной чувствительности.
3. Поведение насекомых – основа экологического биотестирования.
4. Биоиндикационные реакции позвоночных животных.
5. Биоценотический уровень индикации.

6. Особенности ландшафтной индикации.
7. Области применения биоиндикаторов.
8. Использование растений для оценки почвенного плодородия.
9. Использование почвенной мезофауны для индикации загрязнения почв.
10. Использование почвенной альгофлоры для индикации загрязнения почв.
11. Позвоночные животные как объекты биоиндикации.
12. Использование беспозвоночных животных для биоиндикации.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **Основная литература:**

1. Годымчук, А. Ю. Экология наноматериалов : учебное пособие / А. Ю. Годымчук, Г. Г. Савельева, А. П. Зыкова ; под редакцией Л. Н. Патрикеева и А. А. Ревинной. — 3-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 275 с. ЭБС издательство «Лань»: <https://e.lanbook.com/book/135540>.
2. Другов, Ю. С. Мониторинг органических загрязнений природной среды. 500 методик : руководство / Ю. С. Другов, А. А. Родин. — 5-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 896 с. ЭБС Издательство «Лань», <https://e.lanbook.com/book/135506>
3. Другов, Ю. С. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов / Ю. С. Другов, А. А. Родин. — 4-е изд. (эл.). — Москва : Лаборатория знаний, 2015. — 472 с. ЭБС Издательство «Лань», <https://e.lanbook.com/book/70699>

#### **Дополнительная литература:**

1. Артеменко, С.В. Практикум по профилю: биотестирование загрязненных сред: учебно-методический комплекс. Методические рекомендации для студентов направления 06.03.01. «Биология», профиль подготовки «Биоэкология», очной формы обучения : С.В. Артеменко, Ю.М. Квашнина ; Тюменский государственный университет. – Тюмень: Тюменский государственный университет, 2015. – 35 с. – ЭБС «Университетская библиотека On-line»: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=571843>
2. Колесников, Е. Ю. Оценка воздействия на окружающую среду. Экспертиза безопасности: учебник и практикум для вузов / Е. Ю. Колесников, Т. М. Колесникова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 469 с. ЭБС Юрайт: <https://urait.ru/bcode/450562>
3. Шарипова, М.Н. Практикум по ноксологии : учебное пособие / М.Н. Шарипова ; Оренбургский государственный университет. – Оренбург : Изд-во ОГУ, 2014. – 202 с.: табл. – ЭБС «Университетская библиотека On-line»: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270266>

### **5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины**

1. <http://chemistry-chemists.com/chemister/chemie.htm>
2. <http://xumuk.ru/>
3. <http://chemister.da.ru/>
4. <http://chemistry.narod.ru/>
5. <http://www.chemport.ru/books/index.php>
6. <http://www.newlibrary.ru/book/>

**6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

| <i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>   | <i>Вид занятий</i>  | <i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>  |
|--|---|---|
| <i>1</i>   | <i>2</i>  | <i>3</i>  |
| <i>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория № 402 (корпус ИФ)</i>  | Лекции<br>Практические занятия                            | Учебная мебель, доска.<br><b>Аудитория № 201 (корпус ИФ)</b><br>PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь<br>ПК в компл. Фермо Intel<br>Intel<br>PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь<br><b>Аудитория № 201 (главный корпус)</b><br>PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь -50 шт.<br>ПК в компл. Фермо Intel. Фермо Intel<br>Моноблок №1 Фермо AMD A8-5500 – 50 шт.   |
| <i>учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория № 405 (корпус ИФ)</i> | Лекционные, практические занятия<br>Защита курсовых работ | Ноутбук,<br>Мультимедиа проектор Mitsubishi EX 320U<br>Экран Dinon Electric L150*200 MW<br>доска, мел, тряпка   |
| <i>учебная аудитория для проведения лабораторных работ: аудитория № 504. Учебная лаборатория<br/><br/>аудитория № 505<br/>Учебная лаборатория (корпус ИФ)</i>                    | Лабораторный практикум, выполнение лабораторных работ     | <b>Аудитория № 504.</b><br>Лабораторная мебель, учебно-наглядные пособия, доска,<br>Шкаф вытяжной химический,<br>весы ВК-600, колба нагреватель ПЭ-4120М,<br>озонатор ТЛ-5К,<br>сушильный шкаф,<br>лабораторная посуда, лабораторные штативы<br><b>Аудитория № 505.</b><br>Лабораторная мебель, учебно-наглядные пособия, доска,<br>шкаф вытяжной химический, аквадистиллятор,<br>установки для перегонки и кристаллизации,<br>прибор для электролиза,<br>лабораторные регуляторы напряжения<br>колба нагреватели ПЭ-4120,<br>магнитная мешалка ES-6120, 14,<br>поляриметр портативный П-161 М,<br>рефрактометр ИРФ-470 (1,3-1,52),<br>ультратермостат MLW, инв. №<br>000001101042459 |



|   |   |   |
|---|---|---|
|   |   | устройство для сушки посуды ПЭ-2000,<br>лабораторная посуда, лабораторные штативы   |
| <i>помещения для самостоятельной работы:</i><br>библиотека, аудитория № 201 (корпус ИФ)<br>библиотека, аудитория № 201 (гл. корпус) | Самостоятельная подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, контрольным работам | <b>Аудитория № 201 (корпус ИФ)</b><br>PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь<br>ПК в компл. Фермо Intel<br>Intel<br>PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь<br><b>Аудитория № 201 (главный корпус)</b><br>PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь -50 шт.<br>ПК в компл. Фермо Intel. Фермо Intel<br>Моноблок №1 Фермо AMD A8-5500 – 50 шт. |

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Органическая химия на 4 семестр

Очная форма обучения

Рабочую программу осуществляют:

Лекции: доцент каф. ТХМ, к.х.н. Ямансарова Эльвира Талгатовна

Лабораторные занятия: доцент каф. ТХМ, к.х.н. Ямансарова Эльвира Талгатовна

Очная форма обучения

Трудоемкость (ЗЕТ/час) – 3/108

Контактных часов -

лекций – 36

лабораторных – 18

Практических -

контроль –

Зачет – 7 сем.

СРС – 54,7

Заочная форма обучения

Очная форма обучения

Трудоемкость (ЗЕТ/час) – 3/108

Контактных часов -

лекций – 12

лабораторных – 6

Практических -

контроль –

Зачет – 5 курс

СРС – 85,8

**Для очного отделения**

| №<br>п/п | Тема и содержание   | Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах) |        |    |     | Задания по самостоятельной работе студентов | Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.) |
|----------|---|--|--------|----|-----|---|---|
|          |   | ЛК   | ПР/СЕМ | ЛР | СРС |   |   |
| 1.       | Введение. Принципы организации биологического мониторинга. Преимущества биомониторинга, его место в системе экологического мониторинга, цели и задачи биомониторинга. Значение биоиндикации и биотестирования в системе наблюдений за состоянием окружающей среды. Биоиндикация окружающей среды. Принципы использования биоиндикаторов. Виды биоиндикаторов, их систематическое положение. Особенности использования растений, животных, микроорганизмов в биоиндикации. Требования к организм-индикаторам. Основные особенности и методы биоиндикации на разных уровнях организации живого: субклеточном и клеточном, | 7  |        | 6  | 11  | №1, с. 5-13<br>№2, с. 10-18                 | СР1<br>Кол1   |

|    |   |   |  |  |    |   |     |
|----|---|---|--|--|----|---|-----|
|    | <p>тканевом, организменном, популяционно-видовом, биоценотическом, экосистемном, биосферном. Классификация биоиндикаторов загрязнения среды.</p> <p>Комплексный подход к биоиндикации при использовании симбиотических комплексов. Лишеноиндикация.</p> <p>Биологические индексы и коэффициенты в биомониторинге. Биотестирование окружающей среды. Задачи и виды биотестирования. Основные подходы и методы биотестирования. Требования к методам биотестирования. Биохимический подход в биотестировании.</p> |   |  |  |    |   |     |
| 2. | <p>Изменение содержания терпеноидов и других веществ стрессового метаболизма. Биохимическая характеристика адаптационного стресса. Анализ пероксидазы и каталазы. Изменение содержания свободных радикалов в клетках и</p>  | 7 |  |  | 11 | <p>№1, с. 48-50<br/> №2, с.7-165<br/> Дополнительная литература<br/> ра<br/> №6, с. 151-160</p> | CP2 |

|    |   |   |  |   |    |   |  |
|----|---|---|--|---|----|---|--|
|    | <p>тканях. Изменение ферментативной активности почвенного биоценоза. Генетический подход в биотестировании. Влияние ксенобиотиков на проявление мутационного процесса. Краткосрочные генетические тесты. Использование бактерий в качестве тест-систем. Тест Эймса.</p>   |   |  |   |    |   |  |
| 3. | <p>Морфологический подход в биотестировании. Использование эмбрионов гидробионтов для биологического мониторинга. Метод флуктуирующей асимметрии. Листовая диагностика. Изменение выпуклости листовой пластинки в ответ на опыление воздуха. Физиологический подход в биотестировании. Количество потребления кислорода тест-системами. Изменение скорости роста и развития организмов при загрязнении среды. Гидробионты как тест-системы. Использо-</p> | 7 |  | 6 | 11 | <p>№1, с. 64-106<br/>Дополнительная литература<br/>№5, с. 7-20<br/>№6, с. 565-572</p> | <p>СР3<br/>Кол2<br/>Ауд КР№1 (по пп.2-3 программы)<br/>ДКР 1</p> |

|    |   |   |  |   |      |   |                                |
|----|---|---|--|---|------|---|--------------------------------|
|    | ние дафний в качестве тест-систем.  |   |  |   |      |   |                                |
| 4. | Оценка физиологического состояния деревьев по побегообразовательной способности и пробудимости почек. Биофизический подход в биотестировании. Изменение электрофизиологии живых систем. Измерение фотосинтетической активности при разных видах стресса. Флуоресцентные и биолюминесцентные методы анализа в биотестировании. Иммунологический подход в биотестировании. Изменение иммунологического статуса организмов при внешних воздействиях. | 7 |  | 6 | 11   | №1, с. 106-117<br>Дополнительная литература<br>№5, с. 20-50<br>№6, с. 112-117 | CP4                            |
| 5  | Организменный уровень биоиндикационной чувствительности. Поведение насекомых – основа экологического биотестирования. Биоиндикационные реакции позвоночных животных. Нарушения в онтогенезе животных. Популяци-   | 8 |  |   | 10,8 | №1, с. 209-218<br>Дополнительная литература<br>№5, с. 126-131                 | CP5<br>Кол3<br>АКР №2 (пп.4-5) |

|  |   |    |  |    |      |  |  |
|--|---|----|--|----|------|--|--|
|  | <p>онно-видовой уровень индикации. Клетка как биоиндикационная система. Микроорганизмы-биоиндикаторы состояния окружающей среды. Простейшие как тест-объект биоиндикации. Биоценотический уровень индикации. Исторический аспект изучения. Роль биоаккумуляционного эффекта. Особенности ландшафтной индикации. Области применения биоиндикаторов. Оценка качества воздуха, воды, почв. Биологические индексы и коэффициенты, используемые при индикационных исследованиях. Практическое применение метода биотестирования.</p> |    |  |    |      |  |  |
|  | Подготовка реферата   |    |  |    |      |  |  |
|  | <b>Всего часов:144</b>  | 36 |  | 18 | 54,8 |  |  |

Принятые сокращения: лекция – ЛК, лабораторные занятия – ЛР, коллоквиум – КЛ, самостоятельные работы – СР, КР- контрольная работа, решение задач – З.

### Заочная форма обучения

| № п/п | Тема и содержание   | Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах) |        |    |     | Задания по самостоятельной работе студентов | Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.) |
|-------|---|--|--------|----|-----|---|---|
|       |   | ЛК   | ПР/СЕМ | ЛР | СРС |   |   |
| 1.    | Введение. Принципы организации биологического мониторинга. Преимущества биомониторинга, его место в системе экологического мониторинга, цели и задачи биомониторинга. Значение биоиндикации и биотестирования в системе наблюдений за состоянием окружающей среды. Биоиндикация окружающей среды. Принципы использования биоиндикаторов. Виды биоиндикаторов, их систематическое положение. Особенности использования растений, животных, микроорганизмов в биоиндикации. Требования к организмам-индикаторам. Основные особенности и методы биоиндикации | 3  |        | 6  | 17  | №1, с. 5-13<br>№2, с. 10-18                 | СР1<br>Кол1   |



|    |  |   |  |  |    |   |     |
|----|--|---|--|--|----|---|-----|
|    | <p>на разных уровнях организации живого: субклеточном и клеточном, тканевом, организменном, популяционно-видовом, биоценоотическом, экосистемном, биосферном. Классификация биоиндикаторов загрязнения среды.</p> <p>Комплексный подход к биоиндикации при использовании симбиотических комплексов. Лишеноиндикация.</p> <p>Биологические индексы и коэффициенты в биомониторинге. Биотестирование окружающей среды. Задачи и виды биотестирования. Основные подходы и методы биотестирования. Требования к методам биотестирования. Биохимический подход в биотестировании.</p> |   |  |  |    |   |     |
| 2. | Изменение содержания терпеноидов и других веществ стрессового метаболизма. Биохимическая характеристика адаптационного стресса.  | 2 |  |  | 17 | <p>№1, с. 48-50</p> <p>№2, с.7-165</p> <p>Дополнительная литература</p> <p>№6, с. 151-160</p> | CP2 |

|    |  |   |  |  |    |   |  |
|----|--|---|--|--|----|---|--|
|    | Анализ пероксидазы и каталазы. Изменение содержания свободных радикалов в клетках и тканях. Изменение ферментативной активности почвенного биоценоза. Генетический подход в биотестировании. Влияние ксенобиотиков на проявление мутационного процесса. Краткосрочные генетические тесты. Использование бактерий в качестве тест-систем. Тест Эймса. |   |  |  |    |   |  |
| 3. | Морфологический подход в биотестировании. Использование эмбрионов гидробионтов для биологического мониторинга. Метод флуктуирующей асимметрии. Листовая диагностика. Изменение выпуклости листовой пластинки в ответ на опыление воздухом. Физиологический подход в биотестировании. Количество потребления кислорода тест-системами. Изме-          | 3 |  |  | 17 | №1, с. 64-106<br>Дополнительная литература<br>№5, с. 7-20<br>№6, с. 565-572 | СР3<br>Кол2<br>Ауд КР№1 (по пп.2-3 программы)<br>ДКР 1 |

|    |   |   |  |  |      |   |                                |
|----|---|---|--|--|------|---|--------------------------------|
|    | нение скорости роста и развития организмов при загрязнении среды. Гидробиионты как тест-системы. Использование дафний в качестве тест-систем.   |   |  |  |      |   |                                |
| 4. | Оценка физиологического состояния деревьев по побегообразовательной способности и пробудимости почек. Биофизический подход в биотестировании. Изменение электрофизиологии живых систем. Измерение фотосинтетической активности при разных видах стресса. Флуоресцентные и биоломинесцентные методы анализа в биотестировании. Иммунологический подход в биотестировании. Изменение иммунологического статуса организмов при внешних воздействиях. | 2 |  |  | 17   | №1, с. 106-117<br>Дополнительная литература<br>№5, с. 20-50<br>№6, с. 112-117 | CP4                            |
| 5  | Организменный уровень биоиндикационной чувствительности. Поведение насекомых –  | 2 |  |  | 17,8 | №1, с. 209-218<br>Дополнительная литература<br>№5, с. 126-131                 | CP5<br>Кол3<br>АКР №2 (пп.4-5) |

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  | <p>основа экологического биотестирования. Биоиндикационные реакции позвоночных животных. Нарушения в онтогенезе животных. Популяционно-видовой уровень индикации. Клетка как биоиндикационная система. Микроорганизмы-биоиндикаторы состояния окружающей среды. Простейшие как тест-объект биоиндикации. Биоценотический уровень индикации. Исторический аспект изучения. Роль биоаккумуляционного эффекта. Особенности ландшафтной индикации. Области применения биоиндикаторов. Оценка качества воздуха, воды, почв. Биологические индексы и коэффициенты, используемые при индикационных исследованиях. Практическое применение метода биотестирования.</p> |  |  |  |  |  |
|  | Подготовка реферата  |  |  |  |  |  |

|  |                        |   |  |   |      |  |  |
|--|------------------------|---|--|---|------|--|--|
|  |                        |   |  |   |      |  |  |
|  | <b>Всего часов:144</b> | 4 |  | 4 | 85,8 |  |  |

Принятые сокращения: лекция – ЛК, лабораторные занятия – ЛР, коллоквиум – КЛ, самостоятельные работы – СР, КР- контрольная работа, решение задач – З

