

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.03**

Биоиндикация и биотестирование

Учебный план: \_\_\_\_\_ ФГОС3++z180302-23\_23-15.plx

Кафедра:  Охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов

Направление подготовки:  
(специальность) 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки:  
(специализация) Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации	
	Лекции	Практ. занятия					
2	УП	6	8	90	4	3	Зачет
	РПД	6	8	90	4	3	
Итого	УП	6	8	90	4	3	
	РПД	6	8	90	4	3	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, утверждённым приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 923

Составитель (и):

Кандидат биологических наук, доцент

Ляшенко О.А.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов

Шанова О.А.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Шанова О.А.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области формирования навыков оценки уровня загрязнения природных экосистем и токсичности отходов по реакциям живых организмов.

**1.2 Задачи дисциплины:**

- Рассмотреть основы представлений о состоянии живых организмов и их сообществ в качестве показателя качества среды их обитания.
- Привить навыки оценки природных экосистем по состоянию их биоты на различных уровнях её организации.

**1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Экология

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ПК-3: Способен осуществлять экологическую оценку состояния поднадзорных территорий (в том числе на основе природоохранных биотехнологий)**

**Знать:** основные виды негативного антропогенного воздействия на экосистемы, иметь представление о теоретических основах и методах биоиндикации и биотестирования

**Уметь:** планировать и проводить работы по биотестированию веществ, материалов, отходов и природных сред; проводить обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для мониторинга природных сред методом биоиндикации

**Владеть:** методами оценки класса опасности веществ и комплексной оценки качества окружающей среды на основе биотестирования ; методами комплексной биоиндикационной оценки качества окружающей среды

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Антропогенная трансформация экосистем и проблема оценки их загрязнения	2				
Тема 1. Проблемы оценки загрязнения окружающей среды. Антропогенное воздействие на природные объекты. Загрязнение окружающей среды как международная проблема. Основные виды антропогенного воздействия, последствия, перспективы. Международные конвенции и соглашения по охране окружающей среды.		1		12	
Тема 2. Виды загрязнений природных сред. Приоритетные токсиканты. Основные виды загрязнения: физическое, химическое, механическое, биологическое и особенности их воздействия на природные объекты. Критерии выделения приоритетных токсикантов, их перечень и характеристика				12	
Тема 3. Применение биологических методов для оценки качества среды Предмет и задачи биотестирования Сравнительная характеристика химико-аналитических и биологических методов оценки состояния окружающей среды. Преимущества биологических методов Пассивная и активная биоиндикация. История развития методов биотестирования, основные понятия и термины, цели и области применения.		1		8	

<p>Тема 4. Применение биологических методов для оценки качества среды. Предмет и задачи биотестирования. Сравнительная характеристика химико-аналитических и биологических методов оценки состояния окружающей среды. Преимущества биологических методов. Пассивная и активная биоиндикация. История развития методов биотестирования, основные понятия и термины, цели и области применения. Воздействие токсикантов на живые организмы: основные типы, критерии оценки, зависимость «доза-эффект». Основные показатели, используемые для оценки степени токсичного воздействия. Биотест как система: основные компоненты. Оценка возможности и перспектив создания стандартных биотестов. Использование различных систематических групп организмов для биотестирования. Выбор оптимального набора тест-организмов для определения токсичности. Стратегия выбора тест-объектов и тест-функций. Критерии оценки результатов биотестирования. Мировой опыт развития методов биотестирования. Унификация применяемых методов, использование стандартных тест-объектов. Проблема сопоставимости результатов биотестов.</p>				6	
---	--	--	--	---	--

<p>Тема 5. Экологические основы биоиндикации. Специфическая и неспецифическая биоиндикация. Учение о стрессе и его значение для биоиндикации. Критерии выбора биоиндикаторов. Типы индикаторов. Использование различных таксономических и экологических групп растений и животных для биоиндикации. Оценка состояния экосистем по индикаторным видам. Обмен веществ, состав и активность ферментов, энергетический баланс, пигменты, фотосинтез, биомембраны, химический состав клетки как биоиндикационные показатели. Использование результатов генетических исследований для оценки мутагенности и канцерогенности окружающей среды. Использование в качестве индикаторов анатомо-морфологических структур растений, животных, изменений биоритмов животных и растений. Биоиндикация по этологическим показателям. Формы использования данных изучения популяций животных для биоиндикации. Микробиологические параметры как индикаторы загрязнения. Параметры структуры фито- и зооценозов (доминирование, видовое разнообразие, изменения продуктивности), как индикаторы антропогенного воздействия.</p>	1		4	ГД
<p>Раздел 2. Биотестирование в решении практических производственных и природоохранных задач</p>				
<p>Тема 6. Биотестирование природных сред и сточных вод. Особенности использования различных тест-объектов и методических подходов к биотестированию природных и сточных вод. Традиционные и экспресс-методы биотестирования: сравнительный анализ. Приборы с использованием биологических тест-объектов</p>		1	8	
<p>Тема 7. Биотестирование как основа метода разработки нормативов содержания токсичных веществ. Методология разработки ПДК. Основные тест-характеристики и тест-объекты, используемые при установлении ПДК. Санитарный и рыбохозяйственные критерии оценки качества вод.</p>	1	1	10	

Тема 8. Биотестирование отходов и определение их класса опасности Отходы производства как фактор отрицательного воздействия на природные экосистемы. Критерии отнесения отходов к определённому классу опасности для окружающей среды. Классификация отходов. Методы определения класса опасности отходов.		2	6	ГД
Раздел 3. Биоиндикация состояния различных природных сред				
Тема 9. Биоиндикация загрязнения атмосферного воздуха Основные загрязнители воздушной среды. Растения как основные индикаторы загрязнения воздуха. Оценка уровня загрязнения воздуха по биоиндикационным показателям. Лихеноиндикация как метод оценки загрязнения воздуха.	1	1	8	
Тема 10. Биоиндикация загрязнения почв Почва и её основные характеристики. Растения как основные индикаторы состояния почв. Оценка загрязнения почв по составу и активности микроорганизмов.	1	1	8	
Тема 11. Биоиндикация загрязнения водных объектов. Особенности водных экосистем как объектов загрязнения. Основные проблемы, связанные с антропогенным воздействием на водные объекты. Эвтрофитование и его индикаторные показатели. Загрязнение органическими веществами. Система сапробности Химическое загрязнение, основные биоиндикаторные показатели. Ацидификация водоёмов и её индикаторные признаки. Комплексная оценка качества вод.		2	8	ГД
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	6	8	90	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)	0,25			
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	14,25		90	

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-3	<p>Делает обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для мониторинга природных сред и оценки класса опасности токсичных веществ.</p> <p>Применяет методы оценки класса опасности веществ и комплексной оценки качества окружающей среды на основе анализа опытов по биотестированию.</p> <p>Проводит комплексную биоиндикационную оценку качества окружающей среды на основе анализа информации об абиотических и биотических показателях состояния экосистем.</p> <p>Формулирует основные виды негативного антропогенного воздействия на экосистемы, имеет представление о теоретических основах и методах биотестирования.</p> <p>Владеет основными методами проведения опытов по биотестированию, биоиндикации и способами их интерпретации</p>	<p>Вопросы устного собеседования</p> <p>Практико-ориентированные задания</p>

### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	<p>Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных закономерностей, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой.</p>	<p>Правильно подобрал алгоритм решения предлагаемой задачи, провел необходимые вычисления, корректно интерпретировал результаты.</p>
Не зачтено	<p>Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные закономерности дисциплины; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.</p>	<p>Не смог решить предложенную задачу, не может воспользоваться предложенными формулами, не в состоянии устранить помарки даже под руководством преподавателя</p>

## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Курс 2	
1	Антропогенное воздействие на биосферу: виды, последствия, перспективы
2	Основные виды загрязнения и особенности их воздействия на природные объекты
3	Приоритетные загрязняющие вещества: критерии выделения и воздействие на живые организмы
4	Основные подходы к оценке загрязнения окружающей среды. Биологические методы и их преимущества
5	Биотестирование как метод оценки токсичности веществ, материалов и природных сред. Основные термины и понятия
6	Зависимость доза-эффект как основа интерпретации методов биотестирования. Основные показатели, используемые для оценки степени токсичного воздействия
7	Условия проведения опытов по биотестированию и требования, предъявляемые к отбору и хранению тестируемых объектов
8	Использование различных систематических групп организмов для биотестирования. Выбор оптимального набора тест-объектов для объективной оценки токсичности
9	Острые и хронические опыты по биотестированию, условия проведения, примеры тестов
10	Тест объекты: критерии выбора, предъявляемые требования, условия содержания.
11	Критерии выбора тест-функций
12	Методы биотестирования в мировой практике: проблемы интерпретации результатов.



13	Традиционные и экспресс-методы биотестирования. Преимущества и недостатки
14	Биотестирование природных вод. Выбор станций отбора для объективной токсикологической оценки состояния водного объекта
15	Биотестирование почв и донных отложений
16	Биотестирование сточных вод, определение кратности разбавления.
17	Биотестирование в оценке качества вод в системе хозяйственно-питьевого водоснабжения
18	Применение методов биотестирования в оценке качества очистки сточных вод
19	Использование биотестирования для оценки токсичности веществ и материалов, планируемых к использованию в промышленном производстве
20	Биотестирование как основа разработки нормативов содержания загрязняющих веществ
21	Гигиенические и рыбохозяйственные нормативы. Основные тест-характеристики и тест-объекты, используемые при их установлении
22	Отходы производства и их воздействие на природные экосистемы. Классификация отходов
23	Методы определения класса опасности отходов (расчётный и экспериментальный)
24	Сокращённая схема экспериментального метода оценки класса опасности отходов.
25	Расширенная схема экспериментального метода оценки класса опасности отходов.
26	Определение биоиндикации, история возникновения биоиндикационных подходов
27	Химико-аналитические и биологические методы оценки загрязнения окружающей среды: преимущества и недостатки.
28	Основные источники и виды антропогенного загрязнения биосферы.
29	Учение о стрессе и его значение для биоиндикации
30	Экологические основы биоиндикации
31	Специфическая и неспецифическая биоиндикация. Типы индикаторов.
32	Биоиндикаторы и критерии их выбора. Сопряжённость индикатора с объектом индикации
33	Использование различных таксономических и экологических групп живых организмов для биоиндикации
34	Биоиндикация на молекулярном уровне. Использование биохимических и физиологических параметров в качестве биологических индикаторов
35	Использование результатов генетических исследований в качестве биоиндикационных показателей
36	Особенности биоиндикации на организменном уровне
37	Анатомо-морфологические особенности растений и животных как индикаторы качества среды
38	Основные популяционные и видовые показатели, используемые в биоиндикации
39	Использование данных изучения популяций животных и растений для биоиндикации
40	Характеристики экосистем, используемые для биоиндикации. Структура фито- и зооценоза как индикатор антропогенного воздействия
41	Модельные экосистемы как источники получения информации об изменениях параметров экосистем под воздействием определённых факторов
42	Биоиндикация загрязнения атмосферного воздуха. Основные факторы загрязнения и их биоиндикаторы
43	Фито - и лишеноиндикация загрязнения атмосферного воздуха
44	Характеристика почв и уровня их загрязнения по биоиндикационным показателям
45	Растения как основные индикаторы состояния почв
46	Биоиндикация загрязнения водных объектов. Основные показатели
47	Эвтрофирование водных объектов и его индикаторные показатели
48	Загрязнение водных объектов органическими веществами и его оценка с помощью система сапробности
49	Основные биоиндикационные показатели токсического воздействия на водные объекты
50	Ацидификация водоёмов и её индикаторные признаки

## 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

## 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Задача 1.

Результаты хронического биотестирования (20 суток) пробы донных отложений озера на *Daphnia magna* представлены в таблице.

Критерий Стьюдента рассчитан для определения тест-функции «плодовитость» по количеству выметанной молоди на одну самку для трёх повторностей. Дать оценку хронической токсичности тестируемой пробы по тест-функциям «выживаемость» и «плодовитость»

студенту выдаются таблицы с натурными данными по количеству особей.

Задача 2.

Определён видовой состав пробы зообентоса реки. С помощью биотического индекса Вудивисса оценить уровень загрязнения донных отложений органическим веществом.

Виды

Олигохеты

*Limnodrillus hoffmeisteri*

*Limnodrillus udekemianus*

*Tubifex newaensis*

*Tubifex tubifex*

Хирономиды

*Procladius ferrugineus*

*Thalassomyia fraunfeldi*

Пиявки

*Microchironomus tener*

*Procladius ferrugineus*

*Stictochironomus histrio*

*Probezzia seminigra* (Panzer, 1798)

Ручейники

*Polymitarcys virgo* (Oliver, 1791)

Моллюски

*Viviparus viviparus* (Linnaeus, 1758)

*Valvata ambigua* (Westerlund, 1873)

*Acroloxus lacustris*

*Bithynia tentaculata* (Linne, 1758)

*Henslawiana henslowana* (Leach, 1823)

*Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771)

*Euglessa acuminata*

*Anodonta minima* (Millet, 1883)

*Sphaerium westerlundii* (Clessin, 1873)

## 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная

+

Письменная

+

Компьютерное тестирование

Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

На подготовку дается не более 25 минут.

Преподаватель, для уточнения глубины овладения материалом, вправе задать дополнительный вопрос по пройденному за семестр курсу.

В течение семестра выполняются контрольные работы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				

О.А. Ляшенко	Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды [Текст]: учеб. пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. - СПб.: СПбГТУРП	2012	<a href="http://nizrp.narod.ru/bioindikaziya.htm">http://nizrp.narod.ru/bioindikaziya.htm</a>
Стадницкий, Г. В.	Экология	Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ	2020	<a href="http://www.iprbookshop.ru/97814.html">http://www.iprbookshop.ru/97814.html</a>
Саблина О.А.	Экология и охрана окружающей среды. Учебное пособие	Москва: Флинта	2018	<a href="https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=358821">https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=358821</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Н.Л. Измайлова, О.А. Ляшенко, И.В. Антонов	Биотестирование и биоиндикация состояния водных объектов [Текст]: учебно-методическое пособие к лабораторным работам по прохождению учебной (ознакомительной) практики	Министерство образования и науки РФ, СПбГТУРП. - СПб.: СПбГТУРП	2014	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafoxrokrsr/4.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafoxrokrsr/4.pdf</a>
Мороз, М. Д., Липинская, Т. П.	Каталог поденок (Ephemeroptera), веснянок (Plecoptera) и ручейников (Trichoptera) Беларуси	Минск: Белорусская наука	2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/29580.html">http://www.iprbookshop.ru/29580.html</a>
Бабкин, В. Ф., Яценко, В. Н., Евсеев, Е. П.	Химия воды и микробиология	Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ	2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/60719.html">http://www.iprbookshop.ru/60719.html</a>

## 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>  
 Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>  
 Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>  
 Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Раздел. Информатика и информационные технологии» [Электронный ресурс]. URL: [http://window.edu.ru/catalog/?p\\_rubr=2.2.75.6](http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.6)

## 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

## 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска
А-100	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.