

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 30 » июня 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Биоиндикация и биотестирование  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** магистратура  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 108 (3)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 20.04.01 Техносферная безопасность  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Промышленные биотехнологии и биобезопасность  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель: формирование научных представлений о разнообразии методов биоиндикации и биотестирования; применение полученных знаний и навыков в решении профессиональных задач  
Задачи: формирование представлений об основных методах биоиндикации и биотестирования в системе биомониторинга; ознакомление с современными подходами, используемыми в биоиндикации и биотестировании

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

природные объекты (вода, почва, воздух); процессы, протекающие в окружающей среде (эрозия, дефляция, заболачивание и др.); биологические тест-системы и тест-организмы

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.4	ИД-1ПК-2.4	Знает методы биоиндикации и биотестирования для исследования свойств продовольственного сырья, пищевых макро и микроингредиентов, технологических добавок и улучшителей, выполняющих технологические функции	Знает методы исследования свойств продовольственного сырья, пищевых макро- и микроингредиентов, технологических добавок и улучшителей, выполняющих технологические функции; принципов составления технологических расчетов при проектировании новых или модернизации существующих производств и производственных участков организаций для производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности; методы математического моделирования технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на базе стандартных пакетов прикладных программ; состава производственных и непроизводственных затрат действующих и модернизируемых производств биотехнологической продукции для пищевой промышленности; показатели эффективности технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности; показатели патентоспособности технического уровня новых технологических решений, технологий и новых видов биотехнологической продукции для пищевой промышленности с целью	Собеседование

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			оформления заявок на изобретения и промышленные образцы и патентных документов по результатам разработки;	
ПК-2.4	ИД-2ПК-2.4	<p>Умеет использовать практические навыки в организации и управлении научно-исследовательскими работами, в том числе при проведении экспериментов в области биотехнологий и производства биотехнологической продукции с использованием методов биоиндикации и биотестирования; проводить исследования свойств продовольственного сырья, пищевых макро- и микроингредиентов, технологических добавок и улучшителей с помощью биоиндикации и биотестирования; применять статистические методы обработки экспериментальных данных</p>	<p>Умеет использовать практические навыки в организации и управлении научно-исследовательскими и производственно-технологическими работами, в том числе при проведении экспериментов в области прогрессивных биотехнологий и производства перспективной биотехнологической продукции для пищевой промышленности; проводить исследования свойств продовольственного сырья, пищевых макро- и микроингредиентов, технологических добавок и улучшителей для выработки готовых изделий с заданным функциональным составом и свойствами; разрабатывать математические модели для исследования и оптимизации параметров технологического процесса производства и улучшения качества биотехнологической продукции для пищевой промышленности; применять статистические методы обработки экспериментальных данных для анализа технологических процессов при производстве биотехнологической продукции для пищевой</p>	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			<p>промышленности; применять методики расчета технико-экономической эффективности производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности при выборе оптимальных технических и организационных решений; применять способы организации производства и эффективной работы трудового коллектива на основе современных методов управления производством биотехнологической продукции для пищевой промышленности; применять основные принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды при разработке прогрессивных технологий производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности; проводить патентные исследования и определение показателей технического уровня проектируемых объектов технологии и продукции с целью оформления заявок на изобретения и промышленные образцы и патентных документов по результатам разработки новых технологических решений, технологий и новых видов биотехнологической продукции для пищевой промышленности</p>	
ПК-2.4	ИД-3ПК-2.4	Владеет навыками проведения научно-	Владеет навыками проведения научно-	Отчёт по практическо

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		исследовательских работ в области биотехнологий и биотехнологической продукции в части биотестирования; исследования свойств продовольственного сырья, пищевых макро- и микроингредиентов, технологических добавок и улучшителей с использованием методов биоиндикации и биотестирования	исследовательских работ в области прогрессивных биотехнологий и новой биотехнологической продукции для пищевой промышленности с целью поиска и разработки новых эффективных путей получения биотехнологических продуктов, создания современных биотехнологий, в том числе нанобиотехнологий; исследования свойств продовольственного сырья, пищевых макро- и микроингредиентов, технологических добавок и улучшителей, выполняющих технологические функции, для придания пищевым продуктам определенных свойств, сохранения их качества и выработки готовых изделий с заданным функциональным составом и свойствами; создания математических моделей, позволяющих исследовать и оптимизировать параметры технологического процесса производства, улучшать качество биотехнологической продукции для пищевой промышленности, оценивать влияние новых технологий, новых видов сырья, технологического оборудования на конкурентоспособность и потребительские качества биотехнологической продукции; создания математических моделей, позволяющих исследовать и оптимизировать параметры	му занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			технологического процесса производства, улучшать качество биотехнологической продукции для пищевой промышленности, оценивать влияние новых технологий, новых видов сырья, технологического оборудования на конкурентоспособность и потребительские качества биотехнологической продукции; проведения патентных исследований и определение показателей технического уровня проектируемых объектов технологии и продукции с целью оформления заявок на изобретения и промышленные образцы и патентных документов по результатам разработки новых технологических решений, технологий и новых видов биотехнологической продукции для пищевой промышленности	

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	0	0	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	34	34	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
1-й семестр				
Методологические основы и принципы биоиндикации и биотестирования	0	0	4	8
Предмет, цели и задачи биоиндикации. Общие принципы биоиндикации. Основные источники и пути поступления загрязняющих веществ в экосистемы. Методы биоиндикации. Примеры биоиндикаторов и особенности их использования. Биотестирование и его основные подходы				



Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Экологические основы биоиндикации	0	0	4	8
<p>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.</p> <p>Использование результатов генетических исследований для оценки мутагенности и канцерогенности окружающей среды.</p> <p>Использование в качестве индикаторов анатомо-морфологических структур растений, животных, изменений биоритмов животных и растений.</p> <p>Биоиндикация по этологическим показателям.</p> <p>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>				
Биотестирование природных сред и сточных вод	0	0	4	8
<p>Особенности использования различных тест-объектов и методических подходов к биотестированию природных и сточных вод.</p> <p>Традиционные и экспресс-методы биотестирования: сравнительный анализ. Приборы с использованием биологических тест-объектов</p>				
Биотестирование как основа метода разработки нормативов содержания токсичных веществ	0	0	4	8
Методология разработки ПДК. Основные тест-характеристики и тест-объекты, используемые при установлении ПДК. Санитарный и рыбохозяйственный критерии оценки качества вод.				
Биотестирование отходов и определение их класса опасности	0	0	4	10
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.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
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.	0	0	4	10
Биоиндикация загрязнения почв	0	0	5	10
Почва и её основные характеристики. Растения как основные индикаторы состояния почв. Оценка загрязнения почв по составу и активности микроорганизмов; ферментативной активности.				
Биоиндикация загрязнения водных объектов	0	0	5	10
Особенности водных экосистем как объектов загрязнения. Основные проблемы, связанные с антропогенным воздействием на водные объекты. Эвтрофикация и её индикаторные показатели. Загрязнение органическими веществами. Биотический индекс Вудивиса. Индекс Майера. Система сапробности. Шкала для оценки Кольквитца и Марссона. Первоначальные понятия – сапробионты и катаробионты. Классификация сапробности Сладечека: олигосапробная, мезосапробная (?- и ?- мезосапробная), полисапробная. Биоиндикация по олигохетам. Химическое загрязнение, основные биоиндикаторные показатели. Ацидификация водоёмов и её индикаторные признаки. Комплексная оценка качества вод				
ИТОГО по 1-му семестру	0	0	34	72
ИТОГО по дисциплине	0	0	34	72

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Биоиндикация загрязнения атмосферного воздуха с помощью лишайников
2	Морфофизиология сосны как биоиндикационный показатель в экологических исследованиях
3	Биотестирование вод с использованием <i>Paramecium Caudatum</i>
4	Биоиндикация антропогенного загрязнения водоемов. Биологический контроль водоема методом сапробности
5	Биологический анализ активного ила

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на практических занятиях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Биологический контроль окружающей среды: Биоиндикация и биотестирование : учебное пособие для вузов / Мелехова О. П., Егорова Е. И., Евсеева Т. И., Глазер В. М. М. : Академия, 2007. 288 с.	9
2	Мелехова О. П., Сарапульцева Е.И., Евсеева Т.И. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование : учебное пособие для вузов. 2-е изд., испр. М. : Академия, 2008. 288 с.	2
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Разяпов А. З. Методы контроля и системы мониторинга загрязнений окружающей среды : монография. Москва : Издат. дом МИСиС, 2011. 219 с. 13,75 усл. печ. л.	1
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Экология и промышленность России : общественный научно-технический журнал. Москва : Калвис, 1996 - .	

<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
1	Карташев А. Г. Биоиндикационные методы контроля окружающей среды : учебное пособие для вузов. Москва : Юрайт, 2021. 138 с. 8,63 усл. печ. л.	1
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
1	Биоиндикация радиоактивных загрязнений : [Сб.]. М. : Наука, 1999. 384 с.	1

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Лузянин С. Л., Неверова О. А. Биоиндикация и биотестирование состояния окружающей? среды. Кемерово : КемГУ, 2020	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-162581">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-162581</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Зуева Н. В., Алексеев Д. К., Куличенко А. Ю., Примак Е. А., Зуев Ю. А., Воякина Е. Ю., Степанова А. Б. Биоиндикация и биотестирование в пресноводных экосистемах. С-Пб : РГГМУ, 2019	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-254141">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-254141</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

## 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Elsevier "Freedom Collection"	<a href="https://www.elsevier.com/">https://www.elsevier.com/</a>

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
База данных Web of Science	<a href="http://www.webofscience.com/">http://www.webofscience.com/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="https://техэксперт.сайт/">https://техэксперт.сайт/</a>

### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Компьютер, проектор	1
Практическое занятие	Компьютер, проектор, принтер	1

### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------