

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

« 03 » апреля 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Экобиотехнология  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** 144 (4)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 19.04.01 Биотехнология  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Биотехнология в освоении экономики замкнутого цикла  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

1. Цель дисциплины – формирование профессиональных знаний, умений и навыков в области биотехнологии очистки сточных вод, загрязнённого воздуха и почвы от токсикантов различной природы, биотехнологиям утилизации органических отходов.

1. Задачи дисциплины:

- изучение экобиотехнологических методов очистки сточных вод, загрязнённого воздуха и почвы;
- изучение методов биоутилизации твёрдых и жидких органических отходов;
- формирование навыков выбора оптимальных методов для решения практических задач в области экобиотехнологии;
- развитие умений проводить типовые расчёты основных параметров технологических процессов и оборудования для очистки сточных вод.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- биотехнологии, направленные на решение экологических задач;
- вещества, загрязняющие водные и почвенные экосистемы, воздушный бассейн, пути их биодеградации;
- технологическое оборудование, используемое в процессах биологической очистки сточной воды, загрязнённого воздуха и утилизации органических отходов.
- микроорганизмы, используемые в процессах биодеградации.

### 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
ПК-1.2	ИД-1 ПК-1.2	Знать основные методы экобиотехнологии: методы выделения, идентификации, хранения и размножения микроорганизмов деструкторов промышленных загрязнений, методы молекулярно-биологического скрининга культур микроорганизмов и направленной селекции по хозяйственно-ценным признакам	Знает методы выделения, идентификации, хранения и размножения м и кроорган измов-деструкторов промышленных загрязнений, методы молекулярно-биологического скрининга культур микроорганизмов и направленной селекции по хозяйственно-ценным признакам	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.2	ИД-2 ПК-1.2	Уметь подбирать оптимальные методы работы с культурами микроорганизмов - деструкторов промышленных загрязнений, разрабатывать оптимальные формы дозирования и способы внедрения препаратов микроорганизмов на практике, формировать коллекции штаммов полезных микроорганизмов, пригодных для биоремедиации.	Умеет использовать микробиологические методы работы с культурами микроорганизмов, разрабатывать оптимальные формы дозирования и способы внедрения препаратов микроорганизмов на практике, вести отбор и поддержание коллекции штаммов полезных микроорганизмов, пригодных для биоремедиации	Контрольная работа
ПК-1.2	ИД-3 ПК-1.2	Владеть навыками разработки экобиотехнологических способов и форм очистки почв, поверхностных и грунтовых вод от промышленных загрязнений с использованием микроорганизмов-деструкторов.	Владеет навыками разработки способов и форм использования микроорганизмов-деструкторов промышленных загрязнений для очистки почв, поверхностных и грунтовых вод, с использованием микроорганизмов-деструкторов, анализа результатов очистки	Контрольная работа
ПК-2.1	ИД-1 ПК-2.1	Знать экологические нормативы, применяемые при разработке и осуществлении экобиотехнологических проектов; способы нормирования антропогенного воздействия на окружающую среду; условия осуществления выбросов газов и сбросов сточных вод в соответствии с правовыми нормами; масштабы и последствия антропогенного загрязнения объектов окружающей среды; источники загрязнения окружающей среды	Знает технологический режим природоохранных процессов и порядок выполнения технологических операций в соответствии с технологическим регламентом биотехнологического производства	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		экоотоксикантами и отходами и закономерности их распространения и миграции; теоретические основы экобиотехнологических процессов, используемых при очистке сточной воды, загрязненного воздуха, биоремедиации почвы, утилизации органических отходов; устройство и принципы функционирования оборудования для экобиотехнологических процессов; параметры экобиотехнологических процессов, обеспечивающих их качество.		
ПК-2.1	ИД-2 ПК-2.1	Уметь применять природоохранные технологии с участием микроорганизмов-деструкторов: проводить расчёт необходимой степени очистки сбросов в водоёмы для обеспечения нормативных показателей качества воды; проводить расчёт параметров реакционной среды по данным о её составе; проводить типовые расчёты основных параметров экобиотехнологических процессов и оборудования; подбирать оптимальные условия для процессов очистки воды и воздуха, биоремедиации почвы биоутилизации отходов.	Умеет применять природоохранные технологии при очистке микроорганизмами-деструкторами почв, поверхностных и подземных вод от промышленных загрязнений, проводить лабораторные исследования. замеры. анализы, необходимые для применения технологическим процессом, применять современные информационные технологии обработки полученных данных, отражающих параметры технологического процесса, разрабатывать аппаратурно - технологические схемы производств	Контрольная работа
ПК-2.1	ИД-3 ПК-2.1	Владеть навыками управления природоохранными технологическими процессами: типовыми	Владеет навыками управления природоохранными технологическими процессами при очистке	Контрольная работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		методиками инженерных расчетов технологических параметров и оборудования экобиотехнологических процессов; способностью обеспечивать стабильность показателей качества экобиотехнологических процессов; навыками поиска и реализации новых путей интенсификации массообменных процессов в гетерогенных системах и создания ресурсо- и энергосберегающих биотехнологий.	микроорганизмами деструкторами почв, поверхностных и подземных вод от промышленных загрязнений	

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	44	44	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	24	24	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	64	64	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

#### 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
2-й семестр				
Раздел 1. Научные основы экобиотехнологических процессов	8	0	12	32
<p>Введение. Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины. Современный этап развития экобиотехнологии.</p> <p>Тема 1. Масштабы и источники антропогенного загрязнения окружающей среды. Характеристика химических веществ-загрязнителей и отходов. Масштабы антропогенного загрязнения почв, воды и воздуха, образования отходов. Источники загрязнения окружающей среды. Характеристика химических веществ-загрязнителей и отходов.</p> <p>Тема 2. Миграция и трансформация веществ-загрязнителей в природных экосистемах. Миграция веществ, загрязняющих окружающую среду. Атмосферный перенос. Водная миграция. Миграция в почвенных средах. Биогенный перенос.</p> <p>Темы 3. Возможности экобиотехнологии для снижения техногенного воздействия на природные экосистемы. Общая характеристика задач, решаемых с использованием экобиотехнологии: очистка сточных вод и восстановление водных экосистем, биоремедиация почвы, удаление загрязнений из воздушных потоков, утилизация органических отходов.</p> <p>Тема 4. Теоретические основы экобиотехнологических процессов. Термодинамика биологических процессов. Стехиометрические уравнения. Кинетика биохимических процессов. Влияние внешних факторов на кинетику ферментативных реакций.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Раздел 2. Основы практической реализации процессов экобиотехнологии	10	0	12	32
<p>Тема 5. Аэробные процессы очистки воды с использованием активного ила и биоплёнок, биологических прудов, полей фильтрации и орошения. Биологический состав активного ила и биоплёнки. Очистка сточных вод в аэротенках: технологические схемы очистки, конструкции аэротенков, системы аэрации в аэротенках, расчёт аэротенков. Очистка сточных вод в биологических фильтрах: биофильтры с объёмной загрузкой, биофильтры с плоской загрузкой, погружные биофильтры, расчёт биофильтров.</p> <p>Тема 6. Удаление соединений азота и фосфора из сточных вод. Процесс нитрификации: химизм процесса, нитрифицирующие бактерии, нитрификация с использованием активного ила и биоплёнки. Процесс денитрификации: химизм процесса, енитрифицирующие бактерии, денитрификация с использованием активного ила и биоплёнки. Удаление соединений фосфора: потребление фосфора биомассой, осаждение фосфатов.</p> <p>Тема 7. Анаэробная биологическая очистка воды. Использование анаэробных процессов в биологической очистке сточных вод. Химия и микробиология анаэробной очистки сточной воды. Реакторы, используемые для анаэробной очистки сточных вод.</p> <p>Тема 8. Биотехнологические процессы дезодорирования и удаления вредных примесей из воздуха. Процессы очистки воздуха с использованием биофильтров: конструкции биофильтров, типы насадок, область применения биофильтров, преимущества и недостатки биофильтров. Процессы очистки воздуха с использованием биоскрубберов: конструкции биоскрубберов, область применения биоскрубберов, преимущества и недостатки биоскрубберов.</p> <p>Тема 9. Биоремедиация загрязнённой почвы. Процессы биодеградации и биотрансформации ксенобиотиков. Микробиологическая трансформация ксенобиотиков: окисление, восстановление, деградация, конъюгация, дегалогенирование. Микроорганизмы-деструкторы. Технологии биоремедиации почвенных экосистем: биостимулирование и биоаугментация.</p> <p>Тема 10. Компостирование органических отходов.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Характеристика органических отходов, утилизируемых компостированием. Химизм процесса компостирования. Микроорганизмы, участвующие в процессе компостирования. Факторы, влияющие на скорость аэробного разложения органических отходов.</p> <p>Тема 11. Анаэробная переработка органических отходов. Характеристика органических отходов, утилизируемых анаэробным сбраживанием. Химизм и микробиология анаэробного сбраживания. Факторы, влияющие на скорость анаэробного разложения органических отходов.</p> <p>Заключение.</p> <p>Состояние и перспективы развития экобиотехнологии – общие выводы на основе теоретического материала лекций, материала практических занятий и информации, полученной в ходе самостоятельной работы студентов</p>				
ИТОГО по 2-му семестру	18	0	24	64
ИТОГО по дисциплине	18	0	24	64

#### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Оценка предотвращённого экологического ущерба при внедрении технологий очистки и утилизации вредных выбросов и отходов
2	Особенности миграции органических загрязнителей, тяжёлых металлов и радионуклидов
3	Взаимосвязь химической структуры органических веществ и их биохимического окисления
4	Методы расчета сооружений аэробной биологической очистки сточных вод
5	Методы расчета процессов нитрификации и денитрификации
6	Биохимические и физиологические характеристики метаногенных сообществ микроорганизмов
7	Определение массообменных характеристик биоскрубберов
8	Разработка, производство и применение бакпрепаратов для восстановления почвенных экосистем
9	Методы интенсификации компостирования органических отходов
10	Расчет метантенков



## 5. Организационно-педагогические условия

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

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

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.

### 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 лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 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	Нетрусов А. И. Введение в биотехнологию : учебник для вузов. 2-е изд., стер. Москва : Академия, 2015. 281 с. 18,0 усл. печ. л.	5
2	Прикладная экобиотехнология. Т. 1. Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2012. 629 с. 51,35 усл. печ. л.	2
3	Прикладная экобиотехнология. Т. 2. Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2012. 485 с. 39,65 усл. печ. л.	2
4	Чхенкели В. А. Биотехнология : учебное пособие. Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2014. 335 с. 21 усл. печ. л.	4
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Кузнецов А.Е., Градова Н.Б. Научные основы экобиотехнологии : учебное пособие для вузов. М. : Мир, 2006. 503 с.	65

<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Биотехнология : теоретический и научно-практический журнал. - Москва: , Академия биотехнологии, , 1985 - . 2019, т. 35, № 1.	1
2	Микробиология : журнал. - Москва: , Наука, , 1932 - . 2019, т. 88, № 1	1
3	Микробиология : журнал. - Москва: , Наука, , 1932 - . 2019, т. 88, № 2	1
4	Прикладная биохимия и микробиология : журнал. - Москва: , Наука, , 1965 - . 2015, т. 51, № 1.	1
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Экологическая биотехнология: учебное пособие для студентов	<a href="https://elib.belstu.by/handle/">https://elib.belstu.by/handle/</a>	сеть Интернет; свободный 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.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

## 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>
База данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
База данных Springer Nature e-books	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a> <a href="http://jwww.springerprotocols.com/">http://jwww.springerprotocols.com/</a> <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a> <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a> <a href="http://npg.com/">http://npg.com/</a>

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Web of Science	<a href="http://www.webofscience.com/">http://www.webofscience.com/</a>
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</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>
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	Мультимедийный класс. Проектор потолочного крепления Panasonic	1
Практическое занятие	Компьютерный класс. Персональные компьютеры "Декада"	5

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

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

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
**«Экобиотехнология»**  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	19.04.01 Биотехнология
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	Биотехнология в освоении экономики замкнутого цикла
<b>Квалификация выпускника:</b>	«Магистр»
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Химии и биотехнологии
<b>Форма обучения:</b>	Очная

**Курс:** 1

**Семестр:** 1

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану:	4	ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144	ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен: 2 семестр

Пермь 2023

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

## 1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (2-го семестра учебного плана) и разбито на 2 раздела. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР		Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>3.1</b> Знать основные методы экобиотехнологии: методы выделения, идентификации, хранения и размножения микроорганизмов деструкторов промышленных загрязнений, методы молекулярнобиологического скрининга культур микроорганизмов и направленной селекции по хозяйственно-ценным признакам	С1	ТО1 ТО2 ТО3		КР1		ТВ
<b>3.2</b> Знать экологические нормативы, применяемые при разработке и осуществлении экобиотехнологических проектов; способы нормирования антропогенного воздействия на окружающую среду; условия осуществления выбросов газов и сбросов сточных вод в соответствии с правовыми нормами; масштабы и последствия антропогенного загрязнения объектов окружающей среды; источники загрязнения окружающей среды экотоксикантами	С2	ТО4 ТО5 ТО6		КР1 КР2		ТВ

и отходами и закономерности их распространения и миграции; теоретические основы экобиотехнологических процессов, используемых при очистке сточной воды, загрязненного воздуха, биоремедиации почвы, утилизации органических отходов; устройство и принципы функционирования оборудования для экобиотехнологических процессов; параметры экобиотехнологических процессов, обеспечивающих их качество						
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.1</b> Уметь подбирать оптимальные методы работы с культурами микроорганизмов - деструкторов промышленных загрязнений, разрабатывать оптимальные формы дозирования и способы внедрения препаратов микроорганизмов на практике, формировать коллекции штаммов полезных микроорганизмов, пригодных для биоремедиации				КР1		ПЗ
<b>У.2</b> Уметь применять природоохранные технологии с участием микроорганизмов-деструкторов: проводить расчёт необходимой степени очистки сбросов в водоёмы для обеспечения нормативных показателей качества воды; проводить расчёт параметров реакционной среды по данным о её составе; проводить типовые расчёты основных параметров экобиотехнологических процессов и оборудования; подбирать оптимальные условия для процессов очистки воды и воздуха, биоремедиации почвы биоутилизации отходов.				КР1 КР2		ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1</b> Владеет навыками разработки экобиотехнологических способов и форм очистки почв, поверхностных и грунтовых вод от промышленных загрязнений с использованием микроорганизмов-деструкторов.				КР1		КЗ
<b>В.2</b> Владеть навыками управления природоохранными технологическими процессами: типовыми методиками инженерных расчетов технологических параметров и оборудования экобиотехнологических процессов; способностью обеспечивать стабильность показателей качества экобиотехнологических процессов; навыками поиска и реализации новых путей интенсификации массообменных процессов в гетерогенных системах и создания ресурсо- и энергосберегающих биотехнологий.				КР2		КЗ

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится, в форме защиты рубежных контрольных работ (после изучения каждого раздела учебной дисциплины).

#### **2.2.1. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных разделов дисциплины. Первая КР по разделу 1 «Научные основы экобиотехнологических процессов», вторая КР – по разделу 2 «Основы практической реализации процессов экобиотехнологии».

### **Типовые задания первой КР:**

1. Факторы, влияющие на миграцию загрязняющих веществ в почве.
2. Хлорорганические соединения как загрязнители окружающей среды.

### **Типовые задания второй КР:**

1. Основные показатели загрязнения сточных вод.
2. Биопленки. Особенности существования микроорганизмов в составе биопленки.

### **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

#### **2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине**

##### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Утилизация избыточного активного ила биологических очистных сооружений.
2. Биодegradация полициклических ароматических углеводородов, углеводородов нефти; фенолов, поверхностно-активных веществ, пестицидов, галогенированных углеводородов.
3. Влияние внешних факторов на биодоступность и скорость биодegradации ксенобиотиков. Стадии процессов биодegradации: транспорт к клетке, транспорт в клетку, первичная атака, центральный метаболизм, транспорт продуктов из клетки.
4. Миграция веществ - загрязнителей в окружающей среде. Абиотическая трансформация загрязнителей в окружающей среде.

##### **Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. С применением уравнения Моно проанализируйте, какие параметры влияют на скорость биодegradации нетоксичных органических веществ.
2. Проанализируйте параметры, влияющие на растворимость кислорода в водной среде.
3. Обоснуйте выбор условий для стабильного и эффективного протекания процесса нитрификации при очистке сточной воды.

##### **Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Проведите расчёт коэффициента смешения нормативно очищенной в ходе биологической очистки сточной воды с водой в водотоке реки. Параметры для расчёта: фоновое содержание загрязняющего вещества в реке 0,11 мг/л; расход воды в водотоке реки 56 м<sup>3</sup>/с; концентрация загрязняющего вещества в нормативно



очищенной сточной воде 2,5 мг/л; расход сточной воды 0,44 м<sup>3</sup>/с; предельно допустимая концентрация (ПДК) данного загрязняющего вещества 0,28 мг/л.

2. Определите основные технологические параметры капельного биофильтра для очистки городских сточных вод по следующим исходным данным: суточный расход сточных вод  $Q_w = 780$  м<sup>3</sup>/сут; БПК<sub>полн</sub> поступающей сточной воды  $L_{en} = 185$  мг/л; БПК<sub>полн</sub> очищенной сточной воды  $L_{ex} = 15$  мг/л; среднезимняя температура сточной воды  $T_w = 13^\circ\text{C}$ ; количество БПК<sub>полн</sub> в сточной воде на одного жителя в сутки  $a = 40$  г/(чел×сут).

3. Рассчитайте прирост активного ила в ходе биологической очистки сточной воды для аэротенка – смесителя по следующим данным: концентрация взвешенных веществ в поступающей на очистку сточной воде  $C_{cdp} = 120$  мг/л; коэффициент прироста биомассы активного ила  $K_g = 0,3$ ; БПК<sub>полн</sub> поступающей на очистку сточной воды  $L_{en} = 135$  мг/л (*контроль умений и владений*).

### **2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины*.

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

Оценочный лист по дисциплине «Экобиотехнология»

№ п/п	Фамилия. И.О.	Оценка				Экзамен по дисципли не
		Знания (ТВ)	Умения (ПЗ; КР)	Владения (КЗ; КР)	Среднее арифметическое	

Критерии выведения итоговой оценки промежуточной аттестации:

«Отлично» – средняя оценка  $> 4,5$ .

«Хорошо» – средняя оценка  $> 3,7$  и  $< 4,5$ .

«Удовлетворительно» – средняя оценка  $> 3,0$  и  $< 3,7$  при отсутствии хотя бы одной неудовлетворительной оценки за компоненты компетенций.

«Неудовлетворительно» – средняя оценка  $< 3,0$  или присутствует хотя бы одна неудовлетворительная оценка за компоненты компетенций.