

Образовательно-научный институт  
физико-химических технологий и материаловедения (ИФХТиМ)

“16” мая 2023 г.

## 1

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 19.04.01 «Биотехнология», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 10 августа 2021 г. № 737 на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ протокол от 18.05.2023 г. № 21.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 11.05.2023 г. № 7.

Зав. кафедрой: к.х.н., доцент Калинина А.А.

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИФХТиМ, протокол от 16.05.2023 № 9.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 19.04.01-6-14

Начальник МО

\_\_\_\_\_/Н.Р. Булгакова/  
(подпись)

Заведующая отделом комплектования НТБ

\_\_\_\_\_/Н.И. Кабанина/  
(подпись)

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1. Цель и задачи освоения дисциплины .....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины .....	5
4. Структура и содержание дисциплины.....	13
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	19
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	28
7. Информационное обеспечение дисциплины .....	29
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	31
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	32
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	33
11.Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	36

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**1.1. Целью освоения дисциплины «Экологическая биотехнология»** является формирование у студентов основных понятий, знаний и навыков при проведении научных исследований, решение задач прикладного применения методов и технологий в рассматриваемой области. Экобиотехнология представляет собой область междисциплинарных знаний химии, биохимии, микробиологии, физиологии, популяционной генетики и инженерно-технологических дисциплин. С одной стороны, дисциплина обеспечивает будущих инженеров-биотехнологов знанием фундаментальных вопросов использования методов для очистки окружающей среды от техногенных загрязнений. С другой стороны, она рассматривает различные методы защиты промышленных материалов от биоповреждений.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины:**

- дать представление о современном состоянии проблемы биоповреждений материалов в России и за рубежом;
- сформировать у студентов основные принципы рационального использования природных ресурсов;
- изучить основные закономерности в возникновении и защите от биоповреждений;
- рассмотреть механизмы действия биоцидов на метаболизм микроорганизмов – возбудителей биоповреждений;
- развить самостоятельность в приобретении научных знаний и опыта экспериментальной работы.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

**2.1. Учебная дисциплина «Экологическая биотехнология»** включена в вариативную часть образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 19.04.01 «Биотехнология», направленности (профиля) «промышленная биотехнология и биоинженерия». Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП по данному направлению подготовки.

— В ходе освоения данной дисциплины необходимы базовые знания, которые студенты получили в ходе обучения по программе бакалавриата по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология», где освоены такие дисциплины как «Общая биология и микробиология», «Основы биотехнологии», «Теоретические основы биотехнологии», «Методы получения промышленных штаммов микроорганизмов», либо схожие по содержанию дисциплины, и навыки, полученные на соответствующих лабораторных практикумах.

Для успешного усвоения дисциплины студент должен владеть правилами безопасной работы в микробиологической лаборатории; методами работы с микроорганизмами в лабораторных и промышленных условиях; основами составления питательных сред для культивирования микроорганизмов; приемами микроскопии для идентификации микроорганизмов; навыками самостоятельной работы с учебными пособиями и монографической литературой, в том числе на английском языке, уметь создавать презентации в редакторе Microsoft Office PowerPoint.

Результаты освоения дисциплины «Экологическая биотехнология» лежат в основе для изучения дисциплин «Биотехнологические методы ликвидации техногенных отходов», при прохождении производственных практик, а также при подготовке,

выполнении и защите курсовых и выпускной квалификационной работ, при решении научно-исследовательских задач в будущей профессиональной деятельности.

Связь данной дисциплины со специализацией обучающегося реализуется при формировании у студентов знаний и умений в сфере потенциала, методологии и компетенций современной биотехнологии, новейших технологиях получения и использования биотехнологических процессов и систем для охраны окружающей среды, и рационального природопользования. Курс предполагает знакомство с существующими и разрабатываемыми промышленными биотехнологическими процессами различного уровня, ориентированными на обезвреживание и утилизацию промышленных и бытовых отходов, деградацию ксенобиотиков, биомониторинг и биоиндикацию для контроля текущих изменений в биосфере, а также с новейшими экологически чистыми биологическими процессами воспроизводства пищи, энергоносителей, минеральных ресурсов, биоудобрений и биогербицидов.

Особенностью дисциплины является проведение лабораторного практикума, что позволяет привить студентам навыки работы с микроорганизмами-деструкторами различных материалов, изучит их морфологию и физиологические свойства, а также освоить методы микробиологического исследования объектов окружающей среды, техногенных потоков и продуктов. Основное внимание уделено оценке воздействия токсичных веществ на рост и развитие тест-культур микроорганизмов.

Для повышения познавательной активности студентов и приобретения ими навыков научного исследования, в лабораторные работы введены элементы научного исследования. В качестве объектов исследования используются культуры микроорганизмов, выделенные студентами из различных природных сред, участвующих в биогеохимических циклах превращения веществ в биосфере. У данных тест-культур исследуется антагонистическая активность к конкретным видам фитопатогенов, что является актуальной задачей в поиске агентов для биологической защиты растений.

К активным методам обучения относится подготовка и защита реферата по темам дисциплины. Учащийся вступает в диалог с преподавателем в ходе обсуждения реферата. Написание реферата требует самостоятельности и творческого подхода. Основной целью работы является раскрытие одной из тем, предложенных преподавателем или выбранных самим студентом, по согласованию с преподавателем. Основа реферата выполняется с использованием учебной и научной литературы и обязательно подкрепляется материалами из научных статей журналов, которые доступны на сайтах научных баз данных, поисковых систем, издательств.

Рабочая программа дисциплины «Экологическая биотехнология» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Процесс изучения дисциплины (модуля) «Экологическая биотехнология» направлен на:

- формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ОП ВО по направлению подготовки (специальности) 19.04.01 «Биотехнология»:

- а) профессиональных (ПК): ПК – 1;  
 б) специальных профессиональных (СПК): СПК – 4, 5.

**Таблица 1 - Формирование компетенций дисциплинами**

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования компетенций дисциплинами			
	1	2	3	4
<b>ПК-1</b>				
<b>Экологическая биотехнология (Б1.В.ОД.7.3)</b>			✓	
Ферментативное производство водорода (Б1.В.ДВ.1.1)			✓	
Биокоррозия (Б1.В.ДВ.1.2)			✓	
Биотехнологические методы ликвидации техногенных отходов (ФТД.1)			✓	
Научно-исследовательская работа (Б2.П.1)	✓	✓	✓	
Научно-исследовательская работа (Б2.П.2)				✓
Технологическая практика (Б2.П.3)				✓
Преддипломная практика (Б2.П.4)				✓
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (Б3.Д.1)				✓
<b>СПК-4</b>				
Современные проблемы биохимии и биотехнологии (Б1.В.ОД.7.1)	✓			
Молекулярная биотехнология (Б1.В.ОД.7.2)		✓		
<b>Экологическая биотехнология (Б1.В.ОД.7.3)</b>			✓	
Ферментативное производство водорода (Б1.В.ДВ.1.1)			✓	
Научно-исследовательская работа (Б2.П.1)	✓	✓	✓	
Научно-исследовательская работа (Б2.П.2)				✓
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (Б3.Д.1)				✓
<b>СПК-5</b>				
Методологические основы исследований в биотехнологии (Б1.Б.4)		✓		
Иммунологические препараты (Б1.В.ОД.1)			✓	
Комплексная переработка биомассы (Б1.В.ОД.2)		✓		
Научные основы и технологии функционального питания			✓	

<i>Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно</i>	<i>Семестры, формирования компетенций дисциплинами</i>			
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
(Б1.В.ОД.3)				
Разработка лекарственных препаратов (Б1.В.ОД.6)	✓			
Современные проблемы биохимии и биотехнологии (Б1.В.ОД.7.1)	✓			
Молекулярная биотехнология (Б1.В.ОД.7.2)		✓		
<b>Экологическая биотехнология (Б1.В.ОД.7.3)</b>			✓	
Ферментативное производство водорода (Б1.В.ДВ.1.1)			✓	
Биокоррозия (Б1.В.ДВ.1.2)			✓	
Биотехнологические методы ликвидации техногенных отходов (ФТД.1)			✓	
Педагогическая практика (Б2.У.1)		✓		
Научно-исследовательская работа (Б2.П.1)	✓	✓	✓	
Научно-исследовательская работа (Б2.П.2)				✓
Технологическая практика (Б2.П.3)				✓
Преддипломная практика (Б2.П.4)				✓
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (Б3.Д.1)				✓

**ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С  
ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП**

*Таблица 2 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения*

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПК-1. Способен к разработке технологии биологических процессов и промышленного применения биологических агентов для ограничения антропогенного воздействия на окружающую среду	Тип профессиональной деятельности: производственно-технологический, научно-исследовательский Трудовая функция: С/01.7 (ПС 26.008) Разработка технологии глубокой переработки отходов пищевой промышленности с использованием биотехнологий					
	ИПК-1.1. Умеет проводить экологический и микробиологический мониторинг почвы, воды и воздуха, разрабатывать оптимальные формы, дозировки и способы внесения препаратов биологических агентов на практике	ЗНАТЬ: - методы культивирования, идентификации и жизнедеятельности биологических агентов – продуцентов биоводорода	УМЕТЬ: - проводить различные микробиологические и экологические исследования, включая мониторинг почвы, воды и воздуха, с целью выделения новых продуцентов с большей эффективностью.	ВЛАДЕТЬ: - методами культивирования, идентификации и жизнедеятельности биологических агентов – продуцентов биоводорода.	- Контрольные вопросы к отчетам по лабораторным работам; - вопросы к рефератам	Вопросы для проведения устного зачета с оценкой



Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
	<i>ИПК-1.2. Применяет основные принципы рационального использования природных ресурсов, защиты окружающей среды и экологической чистоты при производстве биотехнологической продукции</i>	<b>ЗНАТЬ:</b> - основные принципы рационального использования природных ресурсов, защиты окружающей среды и экологической чистоты при производстве биоводорода.	<b>УМЕТЬ:</b> - применять основные принципы рационального использования природных ресурсов, защиты окружающей среды и экологической чистоты при производстве биоводорода.	<b>ВЛАДЕТЬ:</b> - основными принципами рационального использования природных ресурсов, защиты окружающей среды и экологической чистоты при производстве биоводорода.	- Контрольные вопросы к отчетам по лабораторным работам; - вопросы к рефератам	

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
	<i>ИПК-1.3. Способен использовать методы молекулярно-биологического скрининга культур микроорганизмов, вести отбор и поддержание коллекций штаммов микроорганизмов, пригодных для осуществления биоремедиации, для получения новых биологических агентов, разрабатывать предложения по оптимизации наиболее значимых параметров биотехнологических процессов</i>	<b>ЗНАТЬ:</b> - вести скрининг наиболее продуктивных к ферментативному производству водорода микроорганизмов; - разработка технологии ферментативного производства водорода.	<b>УМЕТЬ:</b> - использовать методы молекулярно-биологического скрининга культур микроорганизмов, вести отбор и поддержание коллекций штаммов микроорганизмов, пригодных для осуществления биоремедиации, для получения новых биологических агентов, разрабатывать предложения по оптимизации наиболее значимых параметров биотехнологических процессов.	<b>ВЛАДЕТЬ:</b> - способами моделирования технологий ферментативного производства водорода путем глубокой переработки отходов других отраслей промышленности с использованием микроорганизмов; - навыками подбора аппаратурно-технологических схем производства биоводорода.	- Контрольные вопросы к отчетам по лабораторным работам; - вопросы к рефератам	

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
СПК-4. Способен критически мыслить, сопоставлять процессы в области генетических технологий и определять их особенности использования в промышленных биотехнологиях для генерации новых решений в своей профессиональной деятельности		<p><b>ЗНАТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- зависимость применения биогидрометаллургических процессов от особенностей целевых компонентов; различные гидрометаллургические методы (жидкостная экстракция, цементация, осаждение сульфидом).</li> </ul>	<p><b>УМЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять особенности лабораторного и промышленного регламента;</li> <li>- анализировать сходства и различия метаболизма различных организмов и принципиальные возможности метаболических прививок;</li> <li>- объяснить роль построения различных метаболических моделей организмов в современной биоинженерии и синтетической биологии;</li> <li>- охарактеризовать различные типы реакторов;</li> <li>- выделять важнейшие факторы, влияющие на микробную активность и протекание биогеохимических процессов.</li> </ul>	<p><b>ВЛАДЕТЬ НАВЫКАМИ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сравнения технологии биоремедиации, применяемой для защиты окружающей среды, с традиционным методом очистки, выполняющим аналогичную задачу;</li> <li>- сопоставления полученных результатов лабораторного исследования с теоретическими знаниями описания параметров, по которым различаются биопрепараты для биоремедиации почв и водоемов.</li> </ul> <p><b>ДЕМОНСТРИРУЕТ ГОТОВНОСТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- к генерации новых решений в свой профессиональной деятельности в соответствии с особенностями использования процессов генетических технологий в промышленных биотехнологиях;</li> <li>- сопоставлять, анализировать, определять особенности технологий и процессов для наиболее эффективной реализации своей профессиональной деятельности</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Контрольные вопросы к отчетам по лабораторным работам;</li> <li>- вопросы к рефератам</li> </ul>	

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
СПК-5. Способен понимать современные проблемы в сфере промышленных биотехнологий и использовать фундаментальные теоретические знания и практические навыки для постановки и решения задач		<b>ЗНАТЬ:</b> - процесс биотехнологических производств; - направления и примеры использования биотехнологий в различных отраслях; - направления развития отраслей биоэкономики; - критерии и индикаторы устойчивого развития; - процесс совершенствования химических процессов в соответствии с сокращением негативного влияния на окружающую среду; - основные микробиологические процессы и микробные консорциумы, используемых в биогеотехнологиях и технологиях защиты окружающей среды; - роль биотехнологий в влиянии на актуальные проблемы экологии; - перспективы развития новых направлений в биогидрометаллургии и внедрения новых биогидрометаллургических технологий; - роль биотехнологии для решения природоохранных проблем в горно-металлургическом комплексе; новые тренды в анаэробном сбраживании	<b>УМЕТЬ:</b> - анализировать перспективы развития и внедрения новых биогеотехнологий; - определять возможности использования природных и генно модифицированных штаммов микроорганизмов в биотехнологических процессах получения фармацевтических субстанций и лекарственных препаратов; - определять возможности использования мутантных и генно модифицированных штаммов для биоремедиации; - определять возможности направленной модификации микробных сообществ очистных сооружений, понятие биоаугментации	<b>ВЛАДЕТЬ НАВЫКАМИ:</b> - адаптации процесса в соответствии с принципами ESG; - анализа двойного применения биотехнологий; - формулирования путей решения рисков, возникающих в процессе развития биоэкономики; - сопоставления полученных результатов практической части с теоретическими знаниями, полученными в ходе лекционной части; - оценивания преимуществ и недостатков использования биотехнологий. <b>ДЕМОНСТРИРУЕТ ГОТОВНОСТЬ:</b> - применять фундаментальные теоретические знания и практические навыки для постановки и решения практических задач; - решать современные проблемы в сфере промышленных биотехнологий	- Контрольные вопросы к отчетам по лабораторным работам; - вопросы к рефератам	Вопросы для проведения устного зачета с оценкой

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

*Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам*

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего часов	в т.ч. по семестрам
		3 сем
<b>Формат изучения дисциплины</b>	с использованием элементов электронного обучения	
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>90</b>	<b>90</b>
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>85</b>	<b>85</b>
занятия лекционного типа (Л)	<b>34</b>	<b>34</b>
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практические занятия и др)		
лабораторные работы (ЛР)	<b>51</b>	<b>51</b>
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	<b>5</b>	<b>5</b>
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>90</b>	<b>90</b>
реферат/эссе (подготовка)	<b>10</b>	<b>10</b>
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	<b>80</b>	<b>80</b>
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>		

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
3 СЕМЕСТР									
ПК-1: ИПК-1.1; ИПК-1.2; ИПК-1.3; СПК-4 СПК-5	Раздел 1 Рациональное использование природных ресурсов								
	Тема 1.1 Введение в Экологическую биотехнологию. История возникновения и современное состояние в России и за рубежом	2			5	подготовка к занятию [1.2] (с. 275-351); [1.4] (с. 7-13, 169); [2.7] (с. 7-9)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 1.2 Биологические методы очистки сточных вод. Аэробная и анаэробная стадия очистки. Аэротенки и метантенки. Активный ил. Биопленки и биообрастания	4			15	подготовка к занятию [1.1] (с.13-248); [1.2] (с. 342-348); [1.4] (с. 14-36)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 1.3 Биологическое получение водорода. Хемотрофные и фототрофные микроорганизмы, образующие водород. Пурпурные бактерии. Зеленые бактерии. Цианобактерии. Водоросли	2			10	подготовка к занятию [1.4] (с. 59-62); [2.6] (с. 52-56); [2.7] (с. 10-145)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Итого по разделу 1	8			30				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
ПК-1: ИПК-1.1; ИПК-1.2; ИПК-1.3; СПК-4 СПК-5	Раздел 2 Биоповреждения как эколого-технологическая проблема								
	Тема 2.1 Макробиологические повреждения. Источники биоповреждений: насекомые, птицы, молллюски, грызуны, млекопитающие	6			5	подготовка к занятию [1.2] (с. 171-173); [2.8] (с. 88-186)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 2.2 Микробиологические повреждения. Железобактерии, тионовые бактерии, нитрификаторы и денитрификаторы, сульфатредукторы. Грибы как агенты биоповреждений. Биоповреждения пластмасс, резин, древесины, лакокрасочных покрытий, топлива, металлоконструкций	10			15	подготовка к занятию [1.2] (с. 173-192); [1.3] (с. 10-47) [2.8] (с. 28-87)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Лабораторная работа 2.1 Оценка грибостойкости и фунгицидности материалов		9		2	подготовка к занятию [2.8] (с. 252-295); [3.1] (с. 6-9).	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Лабораторная работа 2.2 Методы изучения антагонизма у микроорганизмов		8		2	подготовка к занятию [2.4] (с. 129-132); [2.6] (с. 181-185); [3.1] (с. 10-12)	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		
	Лабораторная работа 2.3 Исследование эпифитной и внутренней микрофлоры зерна		9		2	подготовка к занятию [2.3] (с. 50-63); [2.6] (с. 44-52); [3.1] (с. 12-13); [3.2] (с. 3-17)	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		
	Лабораторная работа 2.4 Получение накопительной культуры целлюлозоразрушающих микроорганизмов		9		2	подготовка к занятию [1.4] (с. 98-103); [2.3] (с. 110-112); [2.6] (с. 148-152)	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		
	Итого по разделу 2	16	35		28				



Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
ПК-1: ИПК-1.1; ИПК-1.2; ИПК-1.3; СПК-4 СПК-5	Раздел 3 Физиолого-биохимические принципы защиты материалов от биоповреждений								
	Тема 3.1 Фото- и хемодеструкция полимерных материалов. Взаимосвязь процессов старения и биоповреждения материалов	2			6	подготовка к занятию [1.3] (с. 50-73); [2.8] (с. 252-295)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 3.2 Физические и механические методы защиты полимерных материалов (облучение, ультразвук, низкотемпературная плазма, токи высокой частоты).	2			6	подготовка к занятию [1.3] (с. 74-82); [2.8] (с. 211-251)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 3.3. Химические методы защиты промышленных материалов. Классификация биоцидов. Неорганические и органические биоциды. Антибиотики. Требования и токсикологический контроль применения биоцидов.	6			8	подготовка к занятию [1.2] (с. 193-199); [1.3] (с. 83-101); [2.8] (с. 296-336)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Лабораторная работа 3.1 Действие биоцидов на различные группы микроорганизмов		16		2	подготовка к занятию [2.3] (с. 89-90); [2.6] (с. 152-154, 78-80); [3.1] (с. 3-5)	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		
	Итого по разделу 3	10	16		22				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного курса Электронного (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
ПК-1: ИПК-1.1; ИПК-1.2; ИПК-1.3; СПК-4 СПК-5	Подготовка и защита реферата				10				
ИТОГО по дисциплине		34	51		90				

## **5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.**

Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса: тестирование по темам лекционных занятий, решение практических задач, домашние контрольные работы.

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

Вопросы и задачи представлены в методических указаниях к лабораторным занятиям и по самостоятельной работе, приведенных в п. 6.3.

### **5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

При промежуточном контроле (зачет с оценкой) успеваемость студентов оценивается по пятибалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

**Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
<b>ПК-1.</b> Способен к разработке технологии биологических процессов и промышленного применения биологических агентов для ограничения антропогенного воздействия на окружающую среду	<i>ИПК-1.1. Умеет проводить экологический и микробиологический мониторинг почвы, воды и воздуха, разрабатывать оптимальные формы, дозировки и способы внесения препаратов биологических агентов на практике</i>	Не знает методы культивирования, идентификации и жизнедеятельности биологических агентов – продуцентов биоводорода. Не умеет проводить различные микробиологические и экологические исследования, включая мониторинг почвы, воды и воздуха, с целью выделения новых продуцентов с большей эффективностью. Не владеет методами культивирования, идентификации и жизнедеятельности биологических агентов – продуцентов биоводорода.	Частично знает методы культивирования, идентификации и жизнедеятельности биологических агентов – продуцентов биоводорода. С ошибками умеет проводить различные микробиологические и экологические исследования, включая мониторинг почвы, воды и воздуха, с целью выделения новых продуцентов с большей эффективностью. Частично владеет методами культивирования, идентификации и жизнедеятельности биологических агентов – продуцентов биоводорода.	Хорошо знает методы культивирования, идентификации и жизнедеятельности биологических агентов – продуцентов биоводорода. С небольшими неточностями умеет проводить различные микробиологические и экологические исследования, включая мониторинг почвы, воды и воздуха, с целью выделения новых продуцентов с большей эффективностью. Хорошо владеет методами культивирования, идентификации и жизнедеятельности биологических агентов – продуцентов биоводорода.	В совершенстве знает методы культивирования, идентификации и жизнедеятельности биологических агентов – продуцентов биоводорода. Уверенно умеет проводить различные микробиологические и экологические исследования, включая мониторинг почвы, воды и воздуха, с целью выделения новых продуцентов с большей эффективностью. Свободно владеет методами культивирования, идентификации и жизнедеятельности биологических агентов – продуцентов биоводорода.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
	<i>ИПК-1.2. Применяет основные принципы рационального использования природных ресурсов, защиты окружающей среды и экологической чистоты при производстве биотехнологической продукции</i>	Не знает основные принципы рационального использования природных ресурсов, защиты окружающей среды и экологической чистоты при производстве биоводорода. Не умеет применять основные принципы рационального использования природных ресурсов, защиты окружающей среды и экологической чистоты при производстве биоводорода. Не владеет основными принципами рационального использования природных ресурсов, защиты окружающей среды и экологической чистоты при производстве биоводорода.	Плохо знает основные принципы рационального использования природных ресурсов, защиты окружающей среды и экологической чистоты при производстве биоводорода. С ошибками умеет применять основные принципы рационального использования природных ресурсов, защиты окружающей среды и экологической чистоты при производстве биоводорода. Частично владеет основными принципами рационального использования природных ресурсов, защиты окружающей среды и экологической чистоты при производстве биоводорода.	Хорошо знает основные принципы рационального использования природных ресурсов, защиты окружающей среды и экологической чистоты при производстве биоводорода. Достаточно хорошо и умело применяет основные принципы рационального использования природных ресурсов, защиты окружающей среды и экологической чистоты при производстве биоводорода. Хорошо владеет основными принципами рационального использования природных ресурсов, защиты окружающей среды и экологической чистоты при производстве биоводорода.	Отлично знает основные принципы рационального использования природных ресурсов, защиты окружающей среды и экологической чистоты при производстве биоводорода. Без ошибок умеет применять основные принципы рационального использования природных ресурсов, защиты окружающей среды и экологической чистоты при производстве биоводорода. Отлично владеет основными принципами рационального использования природных ресурсов, защиты окружающей среды и экологической чистоты при производстве биоводорода.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
<b>ОПК-5.</b> Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции.	<i>ИПК-1.3. Способен использовать методы молекулярно-биологического скрининга культур микроорганизмов, вести отбор и поддержание коллекций штаммов микроорганизмов, пригодных для осуществления биоремедиации, для получения новых биологических агентов, разрабатывать предложения по оптимизации наиболее значимых параметров биотехнологических процессов</i>	<p>Не знает, как вести скрининг наиболее продуктивных к ферментативному производству водорода микроорганизмов; разработку технологии ферментативного производства водорода.</p> <p>Не умеет использовать методы молекулярно-биологического скрининга культур микроорганизмов, вести отбор и поддержание коллекций штаммов микроорганизмов, пригодных для осуществления биоремедиации, для получения новых биологических агентов, разрабатывать предложения по оптимизации наиболее значимых параметров биотехнологических процессов.</p> <p>Не владеет способами моделирования технологий ферментативного производства водорода путем глубокой переработки отходов других отраслей промышленности с использованием микроорганизмов; навыками подбора аппаратурно-технологических схем производства биоводорода.</p>	<p>Частично знает, как вести скрининг наиболее продуктивных к ферментативному производству водорода микроорганизмов; разработку технологии ферментативного производства водорода.</p> <p>Частично, допуская ошибки, умеет использовать методы молекулярно-биологического скрининга культур микроорганизмов, вести отбор и поддержание коллекций штаммов микроорганизмов, пригодных для осуществления биоремедиации, для получения новых биологических агентов, разрабатывать предложения по оптимизации наиболее значимых параметров биотехнологических процессов.</p> <p>Слабо владеет способами моделирования технологий ферментативного производства водорода путем глубокой переработки отходов других отраслей промышленности с использованием микроорганизмов; навыками подбора аппаратурно-технологических схем производства биоводорода.</p>	<p>Хорошо знает, как вести скрининг наиболее продуктивных к ферментативному производству водорода микроорганизмов; разработку технологии ферментативного производства водорода.</p> <p>Хорошо умеет использовать методы молекулярно-биологического скрининга культур микроорганизмов, вести отбор и поддержание коллекций штаммов микроорганизмов, пригодных для осуществления биоремедиации, для получения новых биологических агентов, разрабатывать предложения по оптимизации наиболее значимых параметров биотехнологических процессов.</p> <p>Умело владеет способами моделирования технологий ферментативного производства водорода путем глубокой переработки отходов других отраслей промышленности с использованием микроорганизмов; навыками подбора аппаратурно-технологических схем производства биоводорода.</p>	<p>В совершенстве знает, как вести скрининг наиболее продуктивных к ферментативному производству водорода микроорганизмов; разработку технологии ферментативного производства водорода.</p> <p>Отлично умеет использовать методы молекулярно-биологического скрининга культур микроорганизмов, вести отбор и поддержание коллекций штаммов микроорганизмов, пригодных для осуществления биоремедиации, для получения новых биологических агентов, разрабатывать предложения по оптимизации наиболее значимых параметров биотехнологических процессов.</p> <p>Уверенно владеет способами моделирования технологий ферментативного производства водорода путем глубокой переработки отходов других отраслей промышленности с использованием микроорганизмов; навыками подбора аппаратурно-технологических схем производства биоводорода.</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
СПК-4. Способен критически мыслить, сопоставлять процессы в области генетических технологий и определять их особенности использования в промышленных биотехнологиях для генерации новых решений в своей профессиональной деятельности		<p>Не знает зависимость применения биогидрометаллургических процессов от особенностей целевых компонентов; различные гидрометаллургические методы (жидкостная экстракция, цементация, осаждение сульфидом).</p> <p>Не умеет определять особенности лабораторного и промышленного регламента; анализировать сходства и различия метаболизма различных организмов и принципиальные возможности метаболических прививок; объяснить роль построения различных метаболических моделей организмов в современной биоинженерии и синтетической биологии; охарактеризовать различные типы реакторов; выделять важнейшие факторы, влияющие на микробную активность и протекание биогеохимических процессов.</p>	<p>Частично знает зависимость применения биогидрометаллургических процессов от особенностей целевых компонентов; различные гидрометаллургические методы (жидкостная экстракция, цементация, осаждение сульфидом).</p> <p>Частично, допуская ошибки, умеет определять особенности лабораторного и промышленного регламента; анализировать сходства и различия метаболизма различных организмов и принципиальные возможности метаболических прививок; объяснить роль построения различных метаболических моделей организмов в современной биоинженерии и синтетической биологии; охарактеризовать различные типы реакторов; выделять важнейшие факторы, влияющие на микробную активность и протекание биогеохимических процессов</p>	<p>Хорошо знает зависимость применения биогидрометаллургических процессов от особенностей целевых компонентов; различные гидрометаллургические методы (жидкостная экстракция, цементация, осаждение сульфидом).</p> <p>Хорошо умеет определять особенности лабораторного и промышленного регламента; анализировать сходства и различия метаболизма различных организмов и принципиальные возможности метаболических прививок; объяснить роль построения различных метаболических моделей организмов в современной биоинженерии и синтетической биологии; охарактеризовать различные типы реакторов; выделять важнейшие факторы, влияющие на микробную активность и протекание биогеохимических процессов</p>	<p>В совершенстве знает зависимость применения биогидрометаллургических процессов от особенностей целевых компонентов; различные гидрометаллургические методы (жидкостная экстракция, цементация, осаждение сульфидом).</p> <p>Отлично умеет определять особенности лабораторного и промышленного регламента; анализировать сходства и различия метаболизма различных организмов и принципиальные возможности метаболических прививок; объяснить роль построения различных метаболических моделей организмов в современной биоинженерии и синтетической биологии; охарактеризовать различные типы реакторов; выделять важнейшие факторы, влияющие на микробную активность и протекание биогеохимических процессов</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
		Не владеет навыками сравнения технологии биоремедиации, применяемой для защиты окружающей среды, с традиционным методом очистки, выполняющим аналогичную задачу; сопоставления полученных результатов лабораторного исследования с теоретическими знаниями описания параметров, по которым различаются биопрепараты для биоремедиации почв и водоемов. Не способен демонстрировать готовность к генерации новых решений в своей профессиональной деятельности в соответствии с особенностями использования процессов генетических технологий в промышленных биотехнологиях; сопоставлять, анализировать, определять особенности технологий и процессов для наиболее эффективной реализации своей профессиональной деятельности.	Слабо владеет навыками сравнения технологии биоремедиации, применяемой для защиты окружающей среды, с традиционным методом очистки, выполняющим аналогичную задачу; сопоставления полученных результатов лабораторного исследования с теоретическими знаниями описания параметров, по которым различаются биопрепараты для биоремедиации почв и водоемов. Слабо способен демонстрировать готовность к генерации новых решений в своей профессиональной деятельности в соответствии с особенностями использования процессов генетических технологий в промышленных биотехнологиях; сопоставлять, анализировать, определять особенности технологий и процессов для наиболее эффективной реализации своей профессиональной деятельности.	Хорошо владеет навыками сравнения технологии биоремедиации, применяемой для защиты окружающей среды, с традиционным методом очистки, выполняющим аналогичную задачу; сопоставления полученных результатов лабораторного исследования с теоретическими знаниями описания параметров, по которым различаются биопрепараты для биоремедиации почв и водоемов. Хорошо способен демонстрировать готовность к генерации новых решений в своей профессиональной деятельности в соответствии с особенностями использования процессов генетических технологий в промышленных биотехнологиях; сопоставлять, анализировать, определять особенности технологий и процессов для наиболее эффективной реализации своей профессиональной деятельности.	Отлично владеет навыками сравнения технологии биоремедиации, применяемой для защиты окружающей среды, с традиционным методом очистки, выполняющим аналогичную задачу; сопоставления полученных результатов лабораторного исследования с теоретическими знаниями описания параметров, по которым различаются биопрепараты для биоремедиации почв и водоемов. Успешно способен демонстрировать готовность к генерации новых решений в своей профессиональной деятельности в соответствии с особенностями использования процессов генетических технологий в промышленных биотехнологиях; сопоставлять, анализировать, определять особенности технологий и процессов для наиболее эффективной реализации своей профессиональной деятельности.



Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
СПК-5. Способен понимать современные проблемы в сфере промышленных биотехнологий и использовать фундаментальные теоретические знания и практические навыки для постановки и решения задач		Не знает процесс биотехнологических производств; направления и примеры использования биотехнологий в различных отраслях; направления развития отраслей биоэкономики; критерии и индикаторы устойчивого развития; процесс совершенствования химических процессов в соответствии с сокращением негативного влияния на окружающую среду; основные микробиологические процессы и микробные консорциумы, используемых в биогеотехнологиях и технологиях защиты окружающей среды; роль биотехнологий в влиянии на актуальные проблемы экологии; перспективы развития новых направлений в биогидрометаллургии и внедрения новых биогидрометаллургических технологий; роль биотехнологии для решения природоохранных проблем в горно-металлургическом комплексе; новые тренды в анаэробном сбраживании.	Частично знает процесс биотехнологических производств; направления и примеры использования биотехнологий в различных отраслях; направления развития отраслей биоэкономики; критерии и индикаторы устойчивого развития; процесс совершенствования химических процессов в соответствии с сокращением негативного влияния на окружающую среду; основные микробиологические процессы и микробные консорциумы, используемых в биогеотехнологиях и технологиях защиты окружающей среды; роль биотехнологий в влиянии на актуальные проблемы экологии; перспективы развития новых направлений в биогидрометаллургии и внедрения новых биогидрометаллургических технологий; роль биотехнологии для решения природоохранных проблем в горно-металлургическом комплексе; новые тренды в анаэробном сбраживании.	Хорошо знает процесс биотехнологических производств; направления и примеры использования биотехнологий в различных отраслях; направления развития отраслей биоэкономики; критерии и индикаторы устойчивого развития; процесс совершенствования химических процессов в соответствии с сокращением негативного влияния на окружающую среду; основные микробиологические процессы и микробные консорциумы, используемых в биогеотехнологиях и технологиях защиты окружающей среды; роль биотехнологий в влиянии на актуальные проблемы экологии; перспективы развития новых направлений в биогидрометаллургии и внедрения новых биогидрометаллургических технологий; роль биотехнологии для решения природоохранных проблем в горно-металлургическом комплексе; новые тренды в анаэробном сбраживании.	В совершенстве знает процесс биотехнологических производств; направления и примеры использования биотехнологий в различных отраслях; направления развития отраслей биоэкономики; критерии и индикаторы устойчивого развития; процесс совершенствования химических процессов в соответствии с сокращением негативного влияния на окружающую среду; основные микробиологические процессы и микробные консорциумы, используемых в биогеотехнологиях и технологиях защиты окружающей среды; роль биотехнологий в влиянии на актуальные проблемы экологии; перспективы развития новых направлений в биогидрометаллургии и внедрения новых биогидрометаллургических технологий; роль биотехнологии для решения природоохранных проблем в горно-металлургическом комплексе; новые тренды в анаэробном сбраживании.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
		Не умеет анализировать перспективы развития и внедрения новых биотехнологий; определять возможности использования природных и генно модифицированных штаммов микроорганизмов в биотехнологических процессах получения фармацевтических субстанций и лекарственных препаратов; определять возможности использования мутантных и генно модифицированных штаммов для биоремедиации; определять возможности направленной модификации микробных сообществ очистных сооружений, понятие биоаугментации.	Частично, допуская ошибки, умеет анализировать перспективы развития и внедрения новых биотехнологий; определять возможности использования природных и генно модифицированных штаммов микроорганизмов в биотехнологических процессах получения фармацевтических субстанций и лекарственных препаратов; определять возможности использования мутантных и генно модифицированных штаммов для биоремедиации; определять возможности направленной модификации микробных сообществ очистных сооружений, понятие биоаугментации.	Хорошо умеет анализировать перспективы развития и внедрения новых биотехнологий; определять возможности использования природных и генно модифицированных штаммов микроорганизмов в биотехнологических процессах получения фармацевтических субстанций и лекарственных препаратов; определять возможности использования мутантных и генно модифицированных штаммов для биоремедиации; определять возможности направленной модификации микробных сообществ очистных сооружений, понятие биоаугментации.	Отлично умеет анализировать перспективы развития и внедрения новых биотехнологий; определять возможности использования природных и генно модифицированных штаммов микроорганизмов в биотехнологических процессах получения фармацевтических субстанций и лекарственных препаратов; определять возможности использования мутантных и генно модифицированных штаммов для биоремедиации; определять возможности направленной модификации микробных сообществ очистных сооружений, понятие биоаугментации.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
		Не владеет навыками адаптации процесса в соответствии с принципами ESG; анализа двойного применения биотехнологий; формулирования путей решения рисков, возникающих в процессе развития биоэкономики; сопоставления полученных результатов практической части с теоретическими знаниями, полученными в ходе лекционной части; оценивания преимуществ и недостатков использования биотехнологий. Не способен демонстрировать готовность применять фундаментальные теоретические знания и практические навыки для постановки и решения практических задач; решать современные проблемы в сфере промышленных биотехнологий.	Слабо владеет навыками адаптации процесса в соответствии с принципами ESG; анализа двойного применения биотехнологий; формулирования путей решения рисков, возникающих в процессе развития биоэкономики; сопоставления полученных результатов практической части с теоретическими знаниями, полученными в ходе лекционной части; оценивания преимуществ и недостатков использования биотехнологий. Слабо способен демонстрировать готовность применять фундаментальные теоретические знания и практические навыки для постановки и решения практических задач; решать современные проблемы в сфере промышленных биотехнологий.	Хорошо владеет навыками адаптации процесса в соответствии с принципами ESG; анализа двойного применения биотехнологий; формулирования путей решения рисков, возникающих в процессе развития биоэкономики; сопоставления полученных результатов практической части с теоретическими знаниями, полученными в ходе лекционной части; оценивания преимуществ и недостатков использования биотехнологий. Хорошо способен демонстрировать готовность применять фундаментальные теоретические знания и практические навыки для постановки и решения практических задач; решать современные проблемы в сфере промышленных биотехнологий.	Отлично владеет навыками адаптации процесса в соответствии с принципами ESG; анализа двойного применения биотехнологий; формулирования путей решения рисков, возникающих в процессе развития биоэкономики; сопоставления полученных результатов практической части с теоретическими знаниями, полученными в ходе лекционной части; оценивания преимуществ и недостатков использования биотехнологий. Успешно способен демонстрировать готовность применять фундаментальные теоретические знания и практические навыки для постановки и решения практических задач; решать современные проблемы в сфере промышленных биотехнологий.

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда**

Библиотечный фонд имеет электронный доступ или укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

1.1. Кузнецов А.Е., Градова Н.Б., Лушников С.В. Прикладная экобиотехнология: учебное пособие. - М.: БИНОМ. Лаб-я знаний. - Т.1. - 2012. - 629 с.

1.2. Кузнецов А.Е., Градова Н.Б., Лушников С.В. Прикладная экобиотехнология: учебное пособие. - М.: БИНОМ. Лаб-я знаний. - Т.2. - 2012. - 567 с.

1.3. Смирнов В.Ф., Стручкова И.В., Смирнова О.Н., Аникина Н.А. Физиолого-биохимические основы микробной деградации промышленных материалов: учебное пособие. – Н. Новгород: Нижегородский гос. ун-т им. Н. И. Лобачевского, 2021. - 103 с.

1.4 Бурова, Т.Е., Иванченко О.Б. Экологическая биотехнология: учебное пособие. – Санкт-Петербург: Гиорд, 2018. – 176 с.

### **6.2. Справочно-библиографическая литература**

2.1 Емцев В.Т., Мишустин Е.Н. Микробиология: Учебник для бакалавров / Под ред. В.Т. Емцева, Е.Н. Мишустина. - 8-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2012. - 446 с.

2.2 Воробьев А.А., Быков А.С., Пашков Е.П., Несвижский Ю.В., Бойченко М.Н. Основы микробиологии, вирусологии, иммунологии: Учебник / Под ред. А.А. Воробьева, В.В. Зверева. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Академия, 2009. - 283 с.

2.3 Жарикова Г.Г., Леонова И.Б. Основы микробиологии. Практикум: Учеб. пособие / Под ред. Г.Г. Жариковой, И.Б. Леоновой. - М.: Академия, 2008. - 137 с.

2.4 Нетрусов А.И., Егорова М.А., Захарчук Л.М., Колотилова Н.Н., Котова И.Б. Практикум по микробиологии: Учеб. пособие / Под ред. А.И. Нетрусова. - М.: Академия, 2005. - 608 с.

2.5 Нетрусов А.И., Бонч-Осмоловская Е.А., Горленко В.М., Иванов М.В., Каравайко Г.И. Экология микроорганизмов: Учебник / Под ред. А.И. Нетрусова. - М.: Академия, 2004. - 272 с.

2.6 Лабораторный практикум по общей микробиологии для биотехнологов: Учеб. пособие / Под ред. Н.Б. Градовой. – М.: ТД ДеЛи, 2023. – 195 с.

2.7 Кондратьева Е.Н., Гоготов И.Н. Молекулярный водород в метаболизме микроорганизмов. - М.: Наука, 1981. - 342 с.

2.8 Ильичев В.Д., Бочаров Б.В., Анисимов А.А. Биоповреждения: Учеб. пособие / Под ред. В.Д. Ильичева. – М.: Высшая школа, 1987. - 352 с.

### **6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

В список «Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям» включаются методические указания и рекомендации по проведению лабораторных учебных занятий и самостоятельной работы по данной дисциплине:

#### **6.3.1 Методические указания, разработанные преподавателями:**

3.1. Кузина О.В., Смирнов В.Ф. Экологическая биотехнология: учебно-метод. пособие для студентов. - Н. Новгород: НГТУ, 2016, 20 с. (электронный вариант).

### **6.3.2 Методические указания, разработанные НГТУ**

3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:

[http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/met\\_rekom\\_aydit\\_rab.pdf?20](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_aydit_rab.pdf?20).

Дата обращения 23.09.2015.

3.2 Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: [http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/met\\_rekom\\_organiz\\_samost\\_rab.pdf?20](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samost_rab.pdf?20).

3.3 Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес: [http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf).

## **7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### **7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

1. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
2. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
3. [Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса](http://elib.tolgas.ru/) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
4. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
5. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
6. *Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД)* [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
7. *Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам* [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
8. *Университетская информационная система Россия* [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

## 7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

**Таблица 7 - Перечень электронных библиотечных систем**

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>

**Таблица 8 - Перечень программного обеспечения**

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
Visual Studio 2008 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	
Microsoft Office (лицензия № 43178972)	
Windows XP лиц. № 65609340	
Office 2007 лиц. № 43178971	
Microsoft Windows XP Professional (лицензия № 43178980)	
MicrosoftOffice 2007 (лицензия № 44804588)	
1С предприятие 8.1 (лицензионное соглашение №800908353 с ЗАО «1С»)	
Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135)	
Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.23)	
КонсультантПлюс (Договор № 28-13/16-313 от 27.12.16)	
Техэксперт (Договор №100/860 от 22.12.2016)	

В табл. 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

**Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
2	Электронная база избранных статей по философии	<a href="http://www.philosophy.ru/">http://www.philosophy.ru/</a>

<b>№</b>	<b>Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы</b>	<b>Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)</b>
<b>3</b>	Единый архив экономических и социологических данных	<a href="http://sophist.hse.ru/data_access.shtml">http://sophist.hse.ru/data_access.shtml</a>
<b>4</b>	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	<a href="http://www.ncva.ru">http://www.ncva.ru</a>
<b>5</b>	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
<b>6</b>	Информационно-справочная система «Техксперт»	доступ из локальной сети

## **8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ**

В табл. 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nttu.ru/sveden/accenv/>

**Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ**

<b>№</b>	<b>Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ</b>	<b>Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования</b>
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в данном разделе.

**Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине**

№	Наименование аудиторий и помещений для учебной и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающе-го документа
1	<b>1221</b> Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	1. Доска меловая -1 шт. 2. Рабочее место студента на 50 чел.; 3. Рабочее место преподавателя – 1 шт.; 4. Переносное мультимедийное оборудование (мультимедийный проектор, экран, ноутбук)	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web (с/н H365-W77K-B5HP-N346 от 31.05.2023)
2	<b>1342</b> Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	1. Рабочее место преподавателя, 2. Рабочее место студента на 22 чел. 3. Переносное мультимедийное оборудование (мультимедийный проектор, экран)	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web (с/н H365-W77K-B5HP-N346 от 31.05.2023)
2	<b>1331</b> Лаборатория микробиологии (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	1. Лабораторные столы (12 посадочных мест) 2. Лабораторное оборудование для проведения лабораторного практикума: - микробиологическое оборудование для работы с культурами разных видов микроорганизмов; - стерилизатор паровой ВК-75; - термостат суховоздушный ТС–80М–2; - шкаф вытяжной 3 шт; - микробиологические боксы, снабженные УФ-лампами для стерилизации; - плита электрическая; -центрифуга лабораторная; - аквадистиллятор ДЭ–4–02–"ЭМО"; - весы электронные лабораторные;	



№	Наименование аудиторий и помещений для учебной и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающе-го документа
		- биологические микроскопы различных модификаций и стран-производителей; - перемешивающее устройство ПЭ – 6410; - фотоэлектроколориметр КФК–2МП. 3. Химическая посуда: чашки Петри, колбы качалочные -750мл, колбы Эрленмейера (100-500мл), химические стаканы (50-1000мл), мерные колбы (25мл, 50 мл, 100 мл, 250 мл), мерные цилиндры (50 мл, 100 мл, 500 мл), пробирки, бюретки 4. Химические реактивы для проведения лабораторных работ	

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Обучение по дисциплине «Экологическая биотехнология» осуществляется в следующих формах:

1. Аудиторные занятия (лекции, лабораторные занятия).
2. Самостоятельная работа студента (подготовка к лекциям, лабораторным занятиям, доклады с презентациями, индивидуальная консультация с преподавателем).

Учебный материал структурирован и изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Каждому лабораторному занятию и самостоятельному изучению материала предшествует лекция по данной теме. Обучающиеся самостоятельно проводят предварительную подготовку к занятию, принимают активное и творческое участие в обсуждении теоретических вопросов, разборе проблемных ситуаций и поисков путей их решения.

Описание последовательности действий обучающегося:

При изучении курса следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. После окончания учебных занятий для закрепления материала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры (10- 15 минут).
2. При подготовке к лекции следующего дня повторить текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть следующая тема (10-15 минут).
3. В течение недели выбрать время для работы с литературой в электронной библиотечной системе (по 1 часу).
4. При подготовке к лабораторному занятию повторить основные понятия по теме, изучить примеры. Решая конкретную ситуацию, – предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить 1-2 задачи.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии с набранными за семестр баллами. Студенты, выполнившие все обязательные виды запланированных учебных занятий к прохождению промежуточной аттестации (экзамен).

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

## **10.2. Методические указания для занятий лекционного типа**

Студентам, чтобы хорошо овладеть учебным материалом, необходимо выработать навыки правильной и планомерной работы. Перед началом лекционных занятий надо просмотреть все, что было сделано в предыдущий раз. Это позволит сосредоточить внимание и восстановить в памяти уже имеющиеся знания по данному предмету. Кроме того, такой метод поможет лучше запомнить, как старое, так и новое, углубит понимание того и другого, так как при этом устанавливаются связи нового со старым, что является не только обязательным, но и основным условием глубокого овладения материалом. Чем детальнее изучаемое ассоциируется с известным ранее, тем прочнее сохраняется в памяти и быстрее вспомнить, когда требуется.

Приступая к изучению нового материала, необходимо сосредоточиться, т.е. сконцентрировать внимание и не отвлекаться от выполняемой работы, помня, что желание запомнить является гарантией успешной работы, отсутствие же воли к запоминанию снижает эффект восприятия.

Следует помнить о том, что через лекцию передается не только систематизированный теоретический материал, но и постигается методика научного исследования и умение самостоятельно работать, анализировать различного рода явления.

Записывать на лекции необходимо главное, не стремясь зафиксировать все слово в слово. Выбрать же главное без понимания предмета невозможно. Наличие собственного конспекта лекций позволяет еще раз ознакомиться, продумать, разобраться в новом материале, так как недостаточно хорошо понятые во время лекции положения могут быть восстановлены в памяти, сопоставлены с другими, додуманы, дополнены, уяснены и расширены с помощью учебной литературы. Записи являются пособиями для повторения, дают возможность охватить содержание лекции и всего курса в целом.

При этом хорошо овладеть содержанием лекции – это:

- знать тему;
  - понимать значение и важность ее в данном курсе;
  - четко представлять план; - уметь выделить основное, главное;
  - усвоить значение примеров и иллюстраций; -
- связать вновь полученные сведения о предмете или явлении с уже имеющимися;
- представлять возможность и необходимость применения полученных сведений.
- Существует несколько общих правил работы на лекции:
- лекции по каждому предмету записывать удобнее в отдельных тетрадях, оставляя широкие поля для пометок;
  - к прослушиванию лекций следует готовиться, что позволит в процессе лекции отделить главное от второстепенного;
  - лекции необходимо записывать с самого начала, так как оно часто бывает ключом ко всей теме;
  - так как дословно записать лекцию невозможно, то необходимо в конспекте отражать: формулы, определения, схемы, трудные места, мысли, примеры, факты и положения от которых зависит понимание главного, новое и неизвестное, неопубликованные данные, материал отсутствующий в учебниках и т.п.;
  - записывать надо сжато;
  - во время лекции важно непрерывно сохранять рабочую установку, умственную активность.

Изучение теоретического материала в данном курсе не ограничивается подготовкой к лекциям и работой на данном виде занятий. Лекционная часть курса органически взаимосвязана с иными видами работ: написанием курсовой работы, участием в лабораторных работах, подготовкой и сдачей зачета/экзамена по дисциплине, в структуре которых также большое значение имеет самостоятельная работа студента.

### **10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных занятиях.**

Лабораторные работы позволяют приобрести студентам умения работать с химическими реагентами, посудой и приборами, осуществлять химический эксперимент и проводить первичные научные исследования. В лабораторные работы введены элементы, повышающие интерес студентов к ним и их познавательную активность. Для повышения познавательной активности студентов и приобретения ими первичных навыков научного исследования, в эти классические лабораторные работы введены элементы научного исследования, как-то:

- а) выбрать один из предложенных реактивов для проведения реакции и оценить результат;
- б) объяснить протекание одной реакции и не протекание другой, на первый взгляд подобной, реакции;
- в) предсказать практическое значение той или иной реакции, сопровождающейся необычным эффектом, и т.д.

На лабораторных занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к лабораторному занятию:

1. Ознакомиться с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы.
2. Проработать конспект лекций.
3. Прочитать основную и дополнительную литературу.

В процессе подготовки к лабораторным занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов отношение к конкретной проблеме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

1. Ответить на вопросы плана лабораторного занятия.
2. Выполнить домашнее задание.
3. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы, выступать и участвовать в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильно выполнять практические задания, которые даются в фонде оценочных средств дисциплины.

#### **10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

Темы, предназначенные для самостоятельного изучения, и контрольные вопросы к ним представлены в методических указаниях подраздела 6.3.1

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях библиотеки вуза. В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

### **11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости**

*Примеры типовых заданий:*

**11.1.1. Типовые вопросы для группового/индивидуального обсуждения на лабораторных занятиях**

**Лабораторное занятие № 1**

**Оценка грибостойкости и фунгицидности материалов**

Назовите грибостойкие и фунгицидные свойства материалов. Какие микроорганизмы можно отнести к группе технофилов. Сущность методов лабораторных

испытаний полимерных материалов по ГОСТ 9.049-91 «Материалы полимерные и их компоненты». основные правила, обеспечивающие стерильность в работе сотрудников лаборатории. Каковы правила необходимо соблюдать при работе с микроскопическими грибами. Состав и техника приготовления среды Чапека-Докса. Правила приготовления суспензии спор грибов. Использование камеры Горяева для подсчета спор грибов. Различные техники посева грибов. Бальная оценка грибостойкости и фунгицидности материала.

## **Лабораторная работа №2**

### **Методы изучения антагонизма у микроорганизмов**

Назовите типы взаимоотношений между микроорганизмами в микробиоценозах. Чем вызывается антагонистическое воздействие одного микроорганизма на другой. Когда можно говорить о наличии антагонизма. Назовите наиболее активных продуцентов антибиотических веществ. Техника посева бактерий и грибов для выявления антагонизма. Состав питательных сред для проведения эксперимента. Оценка скорости роста и расчет показателя ингибирования тест-культур микроорганизмов.

## **Лабораторная работа №3**

### **Исследование эпифитной и внутренней микрофлоры зерна**

Какие микроорганизмы относятся к эпифитной микрофлоре зерна. Каким образом происходит заражение микроорганизмами наземных органов растений (зерна) и их внутренних тканей. Выделение микрофлоры с внутренних тканей зерна. Метод влажных камер. Посев эпифитных микроорганизмов глубинным способом. Схема приготовления разведенной суспензии микроорганизмов. Какие признаки грибов называются культуральными. Как размножаются грибы. Какие типы спор бывают у грибов. Чем различается строение конидиеносцев у разных плесневых грибов. Как приготовить препарат плесневых грибов. Как определить род плесневых грибов, используя ключ Никитинского-Алеева.

## **Лабораторная работа №4**

### **Получение накопительной культуры целлюлозоразрушающих микроорганизмов**

Назовите бактерий, сбраживающий целлюлозу. Морфологические и физиологические особенности этих бактерий. Написать схему брожения целлюлозы. Как приготовить препарат анаэробных целлюлозоразлагающих бактерий для микроскопирования. Назвать микроорганизмы, вызывающие окисление клетчатки. Написать схему окисления клетчатки. Как провести опыт по окислению клетчатки. Состав питательных сред для аэробного и анаэробного разложения целлюлозы.

## **Лабораторная работа №5**

### **Действие биоцидов на различные группы микроорганизмов**

На какие классы делятся биоциды по биологическому действию, по техническому назначению и по химическому составу. Методы оценки бактерицидного и фунгицидного действия химических веществ. Правила приготовления бактериальной суспензии с помощью стандарта мутности. Правила приготовления суспензии спор грибов с помощью камеры Горяева. Различные варианты внесения биоцида в питательную среду. Как проводится оценка активности биоцидного соединения.

## **11.1.2. Типовые вопросы для группового/индивидуального обсуждения на лекциях**

1. История возникновения биотехнологии как отрасли знаний.
2. Основные особенности, специфика, этапы развития биотехнологии.

3. Объект и методы исследований биотехнологии.
4. Современное состояние проблемы биоповреждений материалов в России и за рубежом.
5. Причины возникновения и двойственная природа биоповреждений.
6. Эколого-технологическая концепция биоповреждений.
7. Биоповреждения – как экологическое явление.
8. Экологические аналоги биоповреждений и их использование в качестве средств защиты.
9. Принцип экологического подобия.
10. Природные прототипы.
11. Имитация природного ориентира.
12. Основные закономерности в возникновении и защите от биоповреждений.
13. Принципы мозаичности.
14. Биоповреждающая ситуация.
15. Эколого-географические и популяционно-биоценотические факторы в возникновении и развитии биоповреждающего процесса.
16. Участники и партнеры биоповреждающего процесса.
17. Насекомые – вредители изделий и материалов. Связи насекомых с материалами.
18. Гилобионты и гилофаги.
19. Насекомые кератофаги: жуки-кожееды, моли-кератофаги.
20. Насекомые – ксилофиты: жуки – точильщики, термиты.
21. Биомеханика повреждения материалов насекомыми на примере термитов.
22. Стойкость материалов к повреждению насекомыми.
23. Особенности защиты материалов, изделий и сооружений от повреждений насекомыми.
24. Источники биоповреждений – птицы и млекопитающие.
25. Птицы. Общие характеристики класса птиц. Систематический статус повреждающих групп. Отряд ржанкообразные. Отряд голубеобразные.
26. Повреждаемые птицами объекты.
27. Повреждение пушно-мехового сырья, повреждение энергетических установок, повреждение промышленных сооружений.
28. Повреждение памятников культуры, архитектуры и транспортных средств.
29. Основные направления в защите от биоповреждений, вызываемых птицами: акустические средства, оптические средства, химические средства, механические средства, экологические средства, комбинированные средства.
30. Млекопитающие. Систематический статус биоповреждающих групп: отряд зайцеобразных, отряд парнокопытных, отряд грызунов.
31. Повреждение грызунами материалов и сооружений.
32. Испытания стойкости материалов к повреждению грызунами.
33. Контроль численности грызунов и защита материалов от повреждения грызунами.
34. Отношение организмов внутри биоценозов в водной среде.
35. Механизм обрастания.
36. Экология и распределение обрастаний.
37. Морские сверлильщики – древоточцы.
38. Разрушение каменных сооружений и бетона камнеточцами.
39. Борьба с обрастаниями.
40. Основные группы организмов – агентов биоповреждений. Прокариоты и эукариоты.
41. Бактерии. Структурно-функциональные особенности организации бактерий.
42. Используемые микроорганизмами источники энергии и углерода. Ростовые и неростовые субстраты.
43. Кометаболизм и неростовое окисление.

44. Трансформация неростовых субстратов до продуктов. Трансформация неростовых субстратов до биомассы (дополнительный метаболизм, синтоболизм).
45. Фототрофы и хемотрофы.
46. Литотрофные бактерии.
47. Автотрофные и гетеротрофные организмы.
48. Действие экстремальных условий окружающей среды на жизнедеятельность бактерий – возбудителей биокоррозии.
49. Сульфатредуцирующие бактерии (СБР). Общая характеристика. Отдельные представители. Механизмы коррозии металлов СБР.
50. Тионовые бактерии. Общая характеристика. Отдельные представители. Участие тионовых бактерий в коррозии металлов и углеводов.
51. Железобактерии. Общая характеристика. Отдельные представители. Механизмы коррозии металлов железобактериями.
52. Нитрифицирующие бактерии. Общая характеристика. Отдельные представители. Механизмы разрушения промышленных и строительных материалов нитрифицирующими бактериями.
53. Денитрифицирующие бактерии. Общая характеристика. Отдельные представители. Роль денитрифицирующих бактерий в разрушении углеводов.
54. Органотрофные бактерии. Общая характеристика. Отдельные представители. Роль органотрофов в разрушении различных промышленных материалов, углеводов.
55. Грибы. Структурно-физиологические особенности организации грибов.
56. Общая характеристика углеродного обмена у грибов. Источники углерода в питании грибов (природные и синтетические).
57. Агрессивные метаболиты грибов (ферменты, органические кислоты).
58. Механизм секреции экзоферментов.
59. Биохимические механизмы деструкции промышленных материалов микромицетами.
60. Взаимосвязь между химическим строением субстрата и интенсивностью процесса биоповреждения.
61. Изменение физико-химических свойств материалов в процессе биоповреждений. Действие химических факторов (кислотность среды, кислород) на жизнедеятельность грибов.
62. Действие физических факторов (влажность, влагосодержание субстрата, температура, излучение) на рост и развитие грибов.
63. Реакции грибов на действие экстремальных факторов окружающей среды.
64. Механизмы действия биоцидов на метаболизм микроорганизмов – возбудителей биоповреждений.
65. Проникновение веществ в клетки бактерий и грибов.
66. Механизмы транспорта веществ через мембраны. Пассивный транспорт. Облегченная диффузия. Активный транспорт.
67. Детоксикация и метаболизация биоцидов микроорганизмами. Основные химические реакции, осуществляющие процессы деме́таболизации.
68. Факторы, увеличивающие подверженность материалов разрушающему действию микроорганизмов.
69. Адгезия микроорганизмов на поверхности материалов. Роль адсорбции микроорганизмов. Адгезины.
70. Старение полимерных материалов.
71. Фото- и хемодеструкция полимерных материалов. Взаимосвязь процессов старения и биоповреждения материалов.
72. Механические методы (фильтрация, осаждение).
73. Физические методы (облучение, ультразвук, низкотемпературная плазма, токи высокой частоты).
74. Химические методы. Классификация биоцидов.

75. Органические биоциды.
76. Металлоорганические соединения (ртуть, олово, медь, цинк, хром и мышьякорганические биоциды).
77. Неорганические биоциды.
78. Антибиотики.
79. Требования и токсикологический контроль применения биоцидов.
80. Санитарно-гигиенические рекомендации.
81. Методы исследований биоцидов.
82. Биологическая классификация: фунгициды, бактерициды, моллюскоциды, инсектициды, авициды, ротендициды.

### 11.1.5 Типовые темы рефератов

Учебным планом по дисциплине «Экологическая биотехнология» предусмотрено выполнение реферата с целью выработки у обучающихся опыта самостоятельного получения углубленных теоретических знаний, а также приобретение навыков практической реализации результатов исследования в области технологии конкретного вида продукции.

Задачи курсового проектирования:

- формирование у обучающихся навыков аналитического мышления;
- воспитание чувства ответственности за качество принятых решений;
- закрепление, углубление и обобщение знаний, полученных обучающимися ранее;
- формирование профессиональных навыков, связанных с самостоятельной деятельностью будущего бакалавра;
- развитие умения ориентироваться в источниках новой информации, навыков работы с научной, справочной литературой и нормативной документацией;
- формирование практических навыков применения норм проектирования, методик расчетов, технологических инструкций, типовых проектов, стандартов и других нормативных материалов;
- оформление материалов (четкое, ясное, технически грамотное и качественное литературное изложение пояснительной записки);
- развитие творческого мышления и умения самостоятельно принимать решения в исследуемой области.

При подготовке реферата студент должен частично использовать литературу из библиографического списка, а также заниматься самостоятельным подбором информационных источников, большое внимание, уделив периодическим изданиям.

Работа выполняется в печатном виде, оформляется титульным листом с указанием названия университета, института, кафедры, дисциплины и названия темы, а также фамилии и группы студентов.

При оформлении реферата используется стандартный формат листа А4 (297 × 210 мм) с односторонним заполнением. Страницы нумеруются арабскими цифрами в центре или правом нижнем углу. Титульный лист включается в общую нумерацию, но номер на нем не прописывается. Рекомендуется использовать текстовый редактор Microsoft Word, шрифт Times New Roman, размер шрифта 14 пт, интервал полуторный. Абзацный отступ 4 знака (1,25 см). Поля страницы: левое – 3 см, правое – 1,5, верхнее и нижнее – 2 см.

Общий объем реферата не должен превышать 20-25 страниц печатного текста.

При оформлении презентации представляются следующие требования:

Текстовая информация

- размер шрифта: 24–54 пункта (заголовки), 18–36 пунктов (обычный текст);
- цвет шрифта и цвет фона должны контрастировать (текст должен хорошо читаться), но не резать глаза;



- тип шрифта: для основного текста гладкий шрифт без засечек (Arial, Tahoma, Verdana), для заголовка можно использовать декоративный шрифт, если он хорошо читаем;
- курсив, подчеркивание, жирный шрифт, прописные буквы рекомендуется использовать только для смыслового выделения фрагмента текста.

#### Графическая информация

- рисунки, фотографии, диаграммы призваны дополнить текстовую информацию или передать ее в более наглядном виде;
- желательно избегать в презентации рисунков, не несущих смысловой нагрузки, если они не являются частью стилового оформления;
- цвет графических изображений не должен резко контрастировать с общим стиливым оформлением слайда;
- иллюстрации рекомендуется сопровождать пояснительным текстом;
- если графическое изображение используется в качестве фона, то текст на этом фоне должен быть хорошо читаем.

#### Единое стиливое оформление

- стиль может включать: определенный шрифт (гарнитура и цвет), цвет фона или фоновый рисунок, декоративный элемент небольшого размера и др.;
- не рекомендуется использовать в стиливом оформлении презентации более 3 цветов и более 3 типов шрифта;
- оформление слайда не должно отвлекать внимание слушателей от его содержательной части;
- все слайды презентации должны быть выдержаны в одном стиле;

#### Содержание и расположение информационных блоков на слайде

- информационных блоков не должно быть слишком много (3-6);
- рекомендуемый размер одного информационного блока — не более 1/2 размера слайда;
- желательно присутствие на странице блоков с разнотипной информацией (текст, графики, диаграммы, таблицы, рисунки), дополняющей друг друга;
- ключевые слова в информационном блоке необходимо выделить;
- информационные блоки лучше располагать горизонтально, связанные по смыслу блоки — слева направо;
- наиболее важную информацию следует поместить в центр слайда;
- логика предъявления информации на слайдах и в презентации должна соответствовать логике ее изложения.

Реферат выполняется в соответствии с требованиями. Представляется с устным докладом и сопровождающей доклад презентацией. Сдача рефератов осуществляется в соответствии с графиком проведения практических занятий.

#### Примерные темы рефератов:

1. Старение полимерных материалов.
2. Кометаболизм.
3. Изменение свойств материалов в процессе биоповреждений.
4. Основные направления развития проблемы биоповреждений в России и за рубежом.
5. Современные биоцидные препараты для защиты полимерных материалов.
6. Микробные антифунгальные антибиотики.
7. Биоповреждение текстильных волокон и материалов.
8. Биоповреждения нефти и нефтепродуктов.

## **11.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине**

Зачет с оценкой проводится в устной или письменной форме по всему материалу изучаемого курса «Экологическая биотехнология»

### **Перечень вопросов и заданий для подготовки к зачету с оценкой**

(ПК-1: ИПК-1.1; ИПК-1.2; ИПК-1.3; СПК-4; СПК-5):

1. Причины возникновения и двойственная природа биоповреждений.
2. Основные группы организмов – агентов биоповреждений. Прокариоты и эукариоты.
3. Бактерии. Структурно-функциональные особенности организации бактерий.
4. Действие экстремальных условий окружающей среды на жизнедеятельность бактерий – возбудителей биокоррозии.
5. Грибы. Структурно-физиологические особенности организации грибов.
6. Общая характеристика углеродного обмена у грибов. Источники углерода в питании грибов (природные и синтетические).
7. Агрессивные метаболиты грибов (ферменты, органические кислоты).
8. Механизм секреции экзоферментов.
9. Биохимические механизмы деструкции промышленных материалов микромицетами.
10. Взаимосвязь между химическим строением субстрата и интенсивностью процесса биоповреждения.
11. Изменение физико-химических свойств материалов в процессе биоповреждений. Действие химических факторов (кислотность среды, кислород) на жизнедеятельность грибов
12. Действие физических факторов (влажность, влагосодержание субстрата, температура, излучение) на рост и развитие грибов.
13. Реакции грибов на действие экстремальных факторов окружающей среды.
14. Механизмы действия биоцидов на метаболизм микроорганизмов – возбудителей биоповреждений.
15. Проникновение веществ в клетки бактерий и грибов.
16. Механизмы транспорта веществ через мембраны. Пассивный транспорт. Облегченная диффузия. Активный транспорт.
17. Детоксикация и метаболизация биоцидов микроорганизмами. Основные химические реакции, осуществляющие процессы деметаболизации.
18. Факторы, увеличивающие подверженность материалов разрушающему действию микроорганизмов.
19. Адгезия микроорганизмов на поверхности материалов. Роль адсорбции микроорганизмов. Адгезины.
20. Старение полимерных материалов.
21. Фото- и хемодеструкция полимерных материалов. Взаимосвязь процессов старения и биоповреждения материалов.
22. Механические методы (фильтрация, осаждение).
23. Физические методы (облучение, ультразвук, низкотемпературная плазма, токи высокой частоты).
24. Химические методы. Классификация биоцидов.
25. Органические биоциды.
26. Металлоорганические соединения (ртуть, олово, медь, цинк, хром и мышьякоорганические биоциды).
27. Неорганические биоциды.
28. Антибиотики.

29. Требования и токсикологический контроль применения биоцидов. Санитарно-гигиенические рекомендации.
30. Методы исследований биоцидов.
31. Биологическая классификация: фунгициды, бактерициды, моллюскоциды, инсектициды, авициды, ротендициды.