

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЛП

УТВЕРЖДАЮ /М.Н. Волдаев/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

13.02.2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б.1.2.16 Биодegradация ксенобиотиков

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки  
(специальность)

19.03.01 Биотехнология

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Биотехнология

Курс 4  
Семестр 7

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	108 / 3	часов/зачетных единиц
Лекции	32	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	32	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	64	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	44	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	7	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 19.03.01 Биотехнология

Программу составили:

доцент	ЛКСиБТ	СОГЛАСОВАНО	Н.А. Иванова
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра лесных культур, селекции и биотехнологии

(наименование кафедры)		
20.01.2025	протокол №	7
(дата)		
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Д.И. Мухортов
		(И.О. Фамилия)

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими) кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Д.И. Мухортов
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	Д.И. Мухортов
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Чикилев В.А, ДДиректор ООО «Казанское»

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 17.02.2025 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-3 Способен осуществлять подготовительные работы для осуществления биотехнологического процесса с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных, продуктов их биосинтеза и биотрансформации	ПК-3.1 Знать технологии получения биологически активных веществ	<b>знания:</b> Знать технологии получения биологически активных веществ <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ПК-3.2 Знает правила работы с культурами микроорганизмов, клетками растений и животных, методы поддержания чистой культуры штамма микроорганизма-продуцента и клеточных культур растений и животных	<b>знания:</b> Знает правила работы с культурами микроорганизмов, клетками растений и животных, методы поддержания чистой культуры штамма микроорганизма-продуцента и клеточных культур растений и животных <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ПК-3.3 Знает методы приготовления питательных сред и требования к стерилизации питательных сред	<b>знания:</b> Знает методы приготовления питательных сред и требования к стерилизации питательных сред <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ПК-3.4 Умеет производить работы по стерилизации лабораторной посуды и инструментов, производить предварительную обработку сырья, используемого для приготовления питательных сред	<b>знания:</b> <b>умения:</b> Умеет производить работы по стерилизации лабораторной посуды и инструментов, производить предварительную обработку сырья, используемого для приготовления питательных сред <b>навыки:</b>

<p>ПК-3.5 Умеет производить посев биологического материала с целью получения накопительной культуры, производить пересев инокулята с целью выделения чистой культуры, проверять однородность чистой культуры по морфологическим и физиологическим признакам, производить работы по восстановлению лиофилизированной эталонной культуры и поддерживать ее жизнеспособность</p>	<p><b>знания:</b></p> <p><b>умения:</b> Умеет производить работы по стерилизации лабораторной посуды и инструментов, производить предварительную обработку сырья, используемого для приготовления питательных сред</p> <p><b>навыки:</b></p>
<p>ПК-3.6 Владеет навыками подготовки биотехнологической посуды и оборудования для проведения биотехнологического процесса, приготовления питательных сред для культивирования микроорганизмов, клеточных культур растений и животных</p>	<p><b>знания:</b></p> <p><b>умения:</b></p> <p><b>навыки:</b> Владеет навыками подготовки биотехнологической посуды и оборудования для проведения биотехнологического процесса, приготовления питательных сред для культивирования микроорганизмов, клеточных культур растений и животных</p>
<p>ПК-3.7 Владеет навыками подготовки биологических объектов и материалов для биотехнологического процесса, выделения и поддержания чистых культур микроорганизмов-продуцентов, клеточных культур</p>	<p><b>знания:</b></p> <p><b>умения:</b></p> <p><b>навыки:</b> Владеет навыками подготовки биологических объектов и материалов для биотехнологического процесса, выделения и поддержания чистых культур микроорганизмов-продуцентов, клеточных культур растений и животных</p>

	ПК-3.8 Владеет навыками оживления культур микроорганизмов, проведения посевов микроорганизмов на твердые и жидкие питательные среды	<b>знания:</b> <b>умения:</b> <b>навыки:</b> Владеет навыками подготовки биологических объектов и материалов для биотехнологического процесса, выделения и поддержания чистых культур микроорганизмов-продуцентов, клеточных культур растений и животных
2. ПК-4 Способен осуществлять биотехнологический процесс с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных, продуктов их биосинтеза и биотрансформации	ПК-4.1 Знает методы получения продукта биотехнологии, способы культивирования микроорганизмов, клеточных культур растений и животных	<b>знания:</b> Знает методы получения продукта биотехнологии, способы культивирования микроорганизмов, клеточных культур растений и животных <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ПК-4.2 Знает правила эксплуатации биотехнологического оборудования	<b>знания:</b> Знает правила эксплуатации биотехнологического оборудования <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ПК-4.3 Знает способы и методы разделения культуральной жидкости и биомассы, разрушения клеточной оболочки и выделения целевого продукта, очистки продуктов биосинтеза	<b>знания:</b> Знает способы и методы разделения культуральной жидкости и биомассы, разрушения клеточной оболочки и выделения целевого продукта, очистки продуктов биосинтеза <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ПК-4.4 Умеет производить работы по размножению и выращиванию посевного материала для биотехнологического процесса	<b>знания:</b> <b>умения:</b> Умеет производить работы по размножению и выращиванию посевного материала для биотехнологического процесса <b>навыки:</b>
	ПК-4.5 Умеет производить отбор образцов культуральной жидкости и биомассы для биохимического и микробиологического контроля	<b>знания:</b> <b>умения:</b> Умеет производить отбор образцов культуральной жидкости и биомассы для биохимического и микробиологического контроля <b>навыки:</b>

ПК-4.6 Умеет осуществлять разделение культуральной жидкости и биомассы различными методами, производить работы по разрушению клеточной оболочки и выделению целевого продукта, применять методы очистки продуктов биосинтеза, обеспечивать процессы производства готового продукта	<b>знания:</b> <b>умения:</b> Умеет осуществлять разделение культуральной жидкости и биомассы различными методами, производить работы по разрушению клеточной оболочки и выделению целевого продукта, применять методы очистки продуктов биосинтеза, обеспечивать процессы производства готового продукта <b>навыки:</b>
ПК-4.7 Владеет навыками культивирования микроорганизмов, клеточных культур растений и животных	<b>знания:</b> <b>умения:</b> <b>навыки:</b> Владеет навыками культивирования микроорганизмов, клеточных культур растений и животных
ПК-4.8 Владеет навыками сепарации культуральной жидкости и биомассы, выделения, очистки и концентрирования продуктов биосинтеза, получения готовых форм	<b>знания:</b> <b>умения:</b> <b>навыки:</b> Владеет навыками сепарации культуральной жидкости и биомассы, выделения, очистки и концентрирования продуктов биосинтеза, получения готовых форм

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к элективным дисциплинам (модулям) ОПОП.

Дисциплина является элективной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Основы биотехнологии (ПК-3), Биотехнология растений (ПК-3), Основы биотехнологии (ПК-4), Биотехнология растений (ПК-4)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Биофизика (ПК-3), Основы бионанотехнологии (ПК-3), Сельскохозяйственная биотехнология (ПК-3), Пищевая биотехнология (ПК-3), Экологическая биотехнология и биоэнергетика (ПК-3), Биотехнологические процессы в пищевой промышленности (ПК-3), Пищевая биотехнология (ПК-4), Экологическая биотехнология и биоэнергетика (ПК-4), Техническая микробиология и микробиотехнология (ПК-4), Биотехнологические процессы в пищевой промышленности (ПК-4); практиках: Преддипломная практика (ПК-3), Преддипломная практика (ПК-4); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-3), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-4)

### Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, классическая лекция, лекция с элементами мозгового штурма, лекция-провокация, проблемная лекция

### Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 7 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Введение в дисциплину</b>	<b>4</b>	ПК-3, ПК-4
Лекция. Принципы микробиологической биотрансформации веществ. Развитие исследований в области микробиологической биотрансформации. Биотехно-логические и экологические аспекты микробиологической биотрансформации веществ.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение проработка конспекта лекций; проработка основной и дополнительной литературы.	2	
<b>Типы реакций и методы микробиологической биотрансформации</b>	<b>14</b>	ПК-3, ПК-4
Лекция. Типы реакций микробиологической биотрансформации	4	
Практическое занятие. Методы микробиологической биотрансформации	2	
Практическое занятие. Преимущества микробиологической биотрансформации веществ перед химическим синтезом	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение проработка конспекта лекций; проработка основной и дополнительной литературы.	6	
<b>Микробиологическая биотрансформация ксенобиотиков</b>	<b>26</b>	ПК-3, ПК-4
Лекция. Биодоступность ксенобиотиков. Стадии взаимодействия ксенобиотиков с микробной клеткой.	4	
Практическое занятие. Генетические детерминанты деградации ксенобиотиков у микроорганизмов разных таксономических групп.	2	
Лекция. Принципы селекции и генно-инженерного конструирования микроорганизмов – деструкторов ксенобиотиков	2	
Практическое занятие. Микробиологическая биотрансформация пестицидов.	2	
Практическое занятие. Микробиологическая биотрансформация антимикробных соединений	2	
Практическое занятие. Микробиологическая деградация поверхностно-активных веществ (ПАВ).	2	
Практическое занятие. Механизмы микробиологической	2	

деградации нитрилов и цианидов.		
Практическое занятие. Особенности трансформации азокрасителей бактериями, мицелиальными грибами, консорциумами микроорганизмов.	2	
Практическое занятие. Микробиологическая деградация отравляющих и взрывчатых веществ	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение проработка конспекта лекций; проработка основной и дополнительной литературы.	6	
<b>Микробиологическая биотрансформация углеводов</b>	<b>12</b>	ПК-3, ПК-4
Лекция. Распространение углеводородокисляющих микроорганизмов в природе.	2	
Практическое занятие. Механизмы поступления углеводов в микробную клетку. Биохимические пути микробиологической биотрансформации углеводов.	2	
Лекция. Генетические особенности микроорганизмов, осуществляющих биотрансформацию углеводов.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение проработка конспекта лекций; проработка основной и дополнительной литературы.	6	
<b>Микробиологическая биотрансформация стероидов</b>	<b>16</b>	ПК-3, ПК-4
Лекция. Химическая структура стероидов и их распространение в природе. Типы реакций микробиологической биотрансформации стероидов. Биологическое значение микробиологической биотрансформации стероидов.	2	
Практическое занятие. Биотрансформация стероидов в аэробных условиях.	2	
Практическое занятие. Биотрансформация стероидов в анаэробных условиях.	2	
Лекция. Промышленное использование микробиологической биотрансформации для получения стероидных гормонов.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение проработка конспекта лекций; проработка основной и дополнительной литературы.	6	
<b>Микробиологическая биотрансформация углеводов и гетероциклических соединений</b>	<b>12</b>	ПК-3, ПК-4
Лекция. Типы реакций микробиологической биотрансформации углеводов.	4	
Практическое занятие. Микробиологическая биотрансформация гетероциклических соединений.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение проработка конспекта лекций; проработка основной и дополнительной литературы.	6	
<b>Микробиологическая биотрансформация металлов</b>	<b>14</b>	ПК-3, ПК-4
Лекция. Роль микроорганизмов в изменении подвижности и концентрировании металлов в природных средах.	4	
Практическое занятие. Бактериальное выщелачивание металлов.	2	
Практическое занятие. Микробная сорбция металлов.	2	



Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение проработка конспекта лекций; проработка основной и дополнительной литературы.	6	ПК-3, ПК-4
<b>Использование микробиологической биотрансформации в промышленности и природоохранных технологиях</b>	<b>10</b>	
Лекция. Получение биологически активных веществ с помощью микробиологической биотрансформации.	2	
Практическое занятие. Применение микробиологической биотрансформации для очистки почвы и сточных вод.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение проработка конспекта лекций; проработка основной и дополнительной литературы.	6	
Иная контактная работа:	0	

## Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности.

**Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации.

Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом практического занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины (модуля).

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе.

## Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Биодеградация токсичных соединений и утилизация биомассы [Текст] : методические указания к выполнению	25 / <a href="https://portal.volgatech.net/b">https://portal.volgatech.net/b</a>

	практических работ по направлению для студентов направления подготовки 19.03.01 «Биотехнология» / М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т"; [сост.: О. В. Малюта, Д. Н. Шамшуrow, Д. И. Мухортов]. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. - 61 с. Экземпляры: всего 25.	ooks/Maluta_biodegradacia_t iksichnix_soedinenii_utilizac ia_biomassi_2016.pdf
2.	Комов, Вадим Петрович. Биохимия [Текст] : [учеб. для вузов по направлению 655500 "Биотехнология"] / В. П. Комов, В. Н. Шведова. М.: Дрофа, 2004. - 638 с. ISBN 5-7107-5613-X. Экземпляры: всего 11.	11
3.	Фоминых, Валентина Леонидовна. Биохимия и основы биологии [Текст] : лабораторный практикум : [для студентов направления подготовки 12.03.04 (201000.62) "Биотехнические системы и технологии"] / В. Л. Фоминых, О. Н. Денисова, Е. В. Тарасенко; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015. - 131 с. ISBN 978-5-8158-1543-8. Экземпляры: всего 15.	15 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Fominix_bioximia_osnovi_biologii_2015.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Fominix_bioximia_osnovi_biologii_2015.pdf</a>
4.	Лозановская, Ирина Николаевна. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении [Текст] : Учеб. пособие для студ-ов хим., хим.-технол., биолог. спец. и направлений вузов / И. Н. Лозановская, Д. С. Орлов, Л. К. Садовникова. М.: Высшая школа, 1998. - 286 с. ISBN 5-06-002590-X. Экземпляры: всего 5.	5
5.	Биотехнология: теория и практика [Текст] : [учеб. пособие для студентов вузов по специальности 020201 "Биология"] / Н. В. Загоскина [и др.] ; под ред. Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. М.: ОНИКС, 2009. - 492, [1] с. ISBN 978-5-488-02173-0. Экземпляры: всего 10.	10
6.	Биотехнология [Текст] : учебник и практикум для академического бакалавриата : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по естественнонаучным направлениям, по специальности "Биология" : в 2 ч. / Е. А. Живухина, Н. В. Загоскина, Е. А. Калашникова, Л. В. Назаренко ; под редакцией Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. Ч. 2, 2019. - 218, [1] с. ISBN 978-5-534-07409-3. Экземпляры: всего 35.	35
7.	Биотехнология [Текст] : учебник и практикум для академического бакалавриата : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по естественнонаучным направлениям, по специальности "Биология" : в 2 ч. / Е. А. Живухина, Н. В. Загоскина, Е. А. Калашникова, Л. В. Назаренко ; под общей редакцией Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. Ч. 1, 2019. - 162 с. ISBN 978-5-534-07410-9. Экземпляры: всего 35.	35
8.	Гордеева, Татьяна Харитоновна. Экологические аспекты формирования микробоценозов в ризосфере зерновых культур [Текст] : монография / Т. Х. Гордеева, С. И. Новоселов; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2013. - 191 с. ISBN 978-5-8158-1154-6. Экземпляры: всего 2.	2 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Gordeeva_ekologicheskie_aspekty_formirovaniya_mikrobocenov.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Gordeeva_ekologicheskie_aspekty_formirovaniya_mikrobocenov.pdf</a>
9.	Кривошеин, Д. А. Основы экологической безопасности	

производств [Электронный ресурс] / Кривошеин Д. А., Дмитренко В. П., Федотова Н. В. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 336 с. ISBN 978-5-8114-1816-9.		<a href="https://e.lanbook.com/book/211934">https://e.lanbook.com/book/211934</a>
ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	<a href="http://cyberleninka.ru">http://cyberleninka.ru</a>
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Справочно-правовая система Консультант+	<a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>
2.	Информационно-правовой портал Гарант	<a href="http://www.garant.ru">http://www.garant.ru</a>
3.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	<a href="http://www.cntd.ru">http://www.cntd.ru</a>

## 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	229 (V)	Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач
2.	230 (V)	Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач
3.	343 (I)	Весы ВЛТЭ-500 с калибровочной гирей 500г F2 (1), Системный блок	Microsoft Windows Enterprise, Справочная

		RAY P360.3 ,клав,мышь оптич, коврик+ монитор 19" ViewSonic VA916 (1), Установка для пробного проращивания семян типа "Якобсона" (1), Комплект учебной мебели (1)	правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач
4.	344 (I)	Стенды-планшет на пласт из 3-х ч (1), Телевизор цветной PANASONIC (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач
5.	530 (I)	Альфа-радиометр радона аэрозольный РАА--3-01 Альфа ЭРО (1), Блендер Waring Commercial HGB550 (1), Весы HL- 2000 (1), Весы электронные (1), Дозиметр (1), Дозиметр гамма-излучения ДКГ-08А Скаут (1), Дозиметр МКС-АТ6130 (1), Измерительная кювета для радона ИК-63 (1), Комплекс Прогресс-навигатор (1), Монитор 19 LG Flatron L194 (1), Печь муфельная ПМ-10М (1), Плита нагревательная НР-LP 2 цифровая (62х31, 2200 Вт,320 гр) (1), Поисковый дозиметр-радиометр МКС/СРП-08А (1), Прибор UMPS для СКС Спутник (1), Систем.блок ASUS CORE-E180/512mb*2/250Gb/DVD-ROM клав.мышь (1), Системный блок AMD Athlon /256Mb/80Gb/FDD1,44/DVD+RW кл ав.мышь,колонки,сетев.филь (1), Спектрометрический комплекс	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач

		СКС-99 Спутник (1), Универ.спектрометр.комплекс "Гамм (1), Установка спектрометрическая Мультирад МКС-01А (1), Комплект учебной мебели (1)	
6.	355 (I)	Системный блок RAY P360.3 ,клав,мышь оптич, коврик+ монитор 19" ViewSonic VA916 (5), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ- Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач
7.	217 (V)	Весы Ohaus (1), Водяная баня (1), Вортекс персональный для пробирок (1), Документ-камера VideoLabs FlexCam (1), Ламинарный бокс "Ламинар-С" (2), Мешалка магнитная (2), ПК H404,2 420W/Intel Core i3 540/клав.,мышь,монит. 21,5" VA2248-LED (1), Платформа с клипсами для колб и стаканов (1), Стеллаж 800x400x2450 (1), Стерилизатор вертикальный электрический ВК-30 (1), Стерилизатор воздушный медицинский ГП-40 МО (1), Стол (2), Стол на металлокаркасе 1500x600x750 (4), Термостат (2), Термостат "Гном" (1), Холодильник Vestel (2), Центрифуга для микропробирок (1), Шейкер- инкубатор (1), Шкаф для одежды ШО-2 (1), Шкаф для хранения ТШ- 102 (2), Шкаф для хранения ТШ- 103 (2), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ- Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;

- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
  - умение применять теоретические знания при решении практических заданий.
- Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий	Зачтено

#### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

#### 7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

Пример контрольной работы для промежуточного контроля

##### Вариант 1

- За счет чего пополняется запас растворов солей азотной кислоты? Выберите правильный ответ.
  - За счет круговорота воды в природе
  - За счет симбиоза
  - За счет жизнедеятельности микробов
  - За счет растений
- Выберете правильный ответ. Как называется процесс разложения мертвого белка?
  - Амлюнификация
  - Молочнокислое брожение
  - Тление
  - Гниение
- Как называется процесс обратный нитрификации? Выберите один правильный ответ.
  - Гниение
  - Тление
  - Нитрификация
  - Денитрификация

4. При обильном доступе кислорода происходит глубокий распад белка с полным окислением образующихся продуктов, как называется этот процесс? Выберите один правильный ответ.

- А. L- Форма
- Б. Превращение азота
- В. Гниение
- Г. Тление

## Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

### Перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Принципы микробиологической биотрансформации веществ.
2. Развитие исследований в области микробиологической биотрансформации.
3. Биотехнологические и экологические аспекты микробиологической биотрансформации веществ.
4. Типы реакций микробиологической биотрансформации.
5. Реакции окисления-восстановления.
6. Декарбоксилирование.
7. Аминирование, дезаминирование.
8. Образование гликозидов.
9. Метилирование и деметилирование.
10. Этерификация.
11. Дегидратация.
12. Гидролиз.
13. Амидирование.
14. Галогенирование.
15. Деметоксилирование.
16. Реакции конденсации, нуклеотидации, ассиметризации, рацемизации, изомеризации.
17. Ферменты микроорганизмов, участвующие в биотрансформации веществ.
18. Методы микробиологической биотрансформации.
19. Использование ин-тактных клеток микроорганизмов: трансформация растущей культурой в периодических условиях; трансформация спорами; трансформация суспензией неразмножающихся вегетативных клеток; непрерывные процессы; кометаболизм.
20. Методы, основанные на дезорганизации обменных процессов клетки: применение дезинтегрированных клеток; ингибирование отдельных участков метаболических путей; применение мутантов с заблокированным синтезом определенных ферментов.
21. Применение ферментных препаратов, иммобилизованных клеток и ферментов.
22. Политрансформация.
23. Преимущества микробиологической биотрансформации веществ перед химическим синтезом.
24. Биодоступность ксенобиотиков.
25. Стадии взаимодействия ксенобиотиков с микробной клеткой.
26. Биохимические пути микробиологической биотрансформации ксенобиотиков, роль реакций и ферментов центрального и периферического метаболизма.
27. Особенности аэробной и анаэробной биотрансформации ксенобиотиков.
28. Кометаболизм как уникальный процесс деструкции ксенобиотиков микроорганизмами.
29. Генетические детерминанты деградации ксенобиотиков у микроорганизмов разных таксономических групп.
30. Гены центрального и периферического метаболизма ксенобиотиков.
31. Плазмиды биodeградации (D-плазмиды) и их биологические особенности.
32. Принципы селекции и генно-инженерного конструирования микроорганизмов – деструкторов ксенобиотиков.
33. Микробиологическая биотрансформация пестицидов.
34. Особенности биотрансформации феноксикалкарбоновых кислот, хлорированных жирных кислот,

- производных мочевины, триазинов, тиокарбаматов, дипиридилов, фосфорорганических соединений.
35. Микробиологическая биотрансформация антимикробных соединений.
  36. Микробиологическая деградация поверхностно-активных веществ (ПАВ).
  37. Особенности биодеградации ионогенных и неионогенных ПАВ.
  38. Механизмы микробиологической деградации нитрилов и цианидов.
  39. Пути микробиологической биотрансформации азокрасителей: сорбция и ферментативное расщепление.
  40. Особенности трансформации азокрасителей бактериями, мицелиальными грибами, консорциумами микроорганизмов.
  41. Микробиологическая деградация отравляющих и взрывчатых веществ.
  42. Распространение углеводородокисляющих микроорганизмов в природе.
  43. Механизмы поступления углеводов в микробную клетку.
  44. Биохимические пути микробиологической биотрансформации углеводов.
  45. Микробиологическая биотрансформация нефти и нефтепродуктов.
  46. Биогенное окисление нефтей, различных по химическому составу.
  47. Окисление алканов, алкенов, циклоалканов.
  48. Деградация полициклических ароматических углеводов.
  49. Окисление алкилзамещенных ароматических углеводов.
  50. Генетические особенности микроорганизмов, осуществляющих биотрансформацию углеводов.
  51. Молекулярно-генетические методы, используемые для идентификации углеводородокисляющих бактерий и характеристики генов катаболизма углеводов.
  52. Химическая структура стероидов и их распространение в природе.
  53. Типы реакций микробиологической биотрансформации стероидов.
  54. Биологическое значение микробиологической биотрансформации стероидов.
  55. Биотрансформация стероидов в аэробных условиях.
  56. Аэробная деградация холестерина, тестостерона, эстрогена.
  57. Генетические детерминанты аэробной деградации стероидов.
  58. Биотрансформация стероидов в анаэробных условиях.
  59. Анаэробная биотрансформация холестерина и желчных кислот кишечной микробиотой.
  60. Биотрансформация стероидов денитрифицирующими бактериями.
  61. Гены, обуславливающие способность микроорганизмов к биотрансформации стероидов в анаэробных условиях.
  62. Промышленное использование микробиологической биотрансформации для получения стероидных гормонов.
  63. Получение кортизона, гидрокортизона, преднизолона.
  64. Пути интенсификации микробиологической биотрансформации стероидов, имеющих промышленное значение.
  65. Типы реакций микробиологической биотрансформации углеводов.
  66. Использование микробиологической биотрансформации для промышленного получения диоксиацетона, L-сорбозы, ксилита.
  67. Микробиологическая биотрансформация гетероциклических соединений.
  68. Биотрансформация производных индола и пиридина.
  69. Роль микроорганизмов в изменении подвижности и концентрировании металлов в природных средах.
  70. Микробиологическое окисление металлов.
  71. Ферментативное и неферментативное восстановление металлов микроорганизмами.
  72. Бактериальное выщелачивание металлов.
  73. Аутоτροφное (хемолитотрофное) и гетеротрофное (хемоорганотрофное) выщелачивание.
  74. Биологические особенности микроорганизмов, осуществляющих выщелачивание металлов.
  75. Микробная сорбция металлов.
  76. Осаждение тяжелых металлов сульфатредуцирующими бактериями.
  77. Микробиологическая биотрансформация металлоидов.
  78. Получение биологически активных веществ с помощью микробиологической биотрансформации.
  79. Применение микробиологической биотрансформации для очистки почвы и сточных вод.
  80. Использование микроорганизмов в биогеографии для обогащения руд и извлечения металлов.



