

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.1.2.13 Экологическая биотехнология и биоэнергетика

(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, 8

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	252 / 7	часов/зачетных единиц
Лекции	60	часов
Лабораторные работы	74	часов
Практические занятия	32	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	166	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	86	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	7	семестр
БРК, ДЗ	8	семестр

(год)

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

Программу составили:

заведующий кафедрой с ученой степенью доктора наук и ученым званием "доцент"	ЛКСиБТ	СОГЛАСОВАНО	Д.И. Мухортов
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)
доцент с ученой степенью кандидата наук	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, Директор 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 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>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 биотехнологической посуды и оборудования для проведения биотехнологического процесса, приготовления питательных сред для культивирования микроорганизмов, 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 оживления культур микроорганизмов, проведения посевов микроорганизмов на твердые и жидкие питательные среды
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> Владеет навыками оживления культур микроорганизмов, проведения посевов микроорганизмов на твердые и жидкие питательные среды <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 части, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Основы биотехнологии (ПК-3), Биотехнология растений (ПК-3), Технология биологически активных веществ (ПК-3), Биodeградация ксенобиотиков (ПК-3), Микробиологическая трансформация веществ в окружающей среде (ПК-3), Основы биотехнологии (ПК-4), Биотехнология растений (ПК-4), Технология биологически активных веществ (ПК-4), Биodeградация ксенобиотиков (ПК-4), Микробиологическая трансформация веществ в окружающей среде (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), Техническая микробиология и микробиотехнология (ПК-3), Биотехнологические процессы в пищевой промышленности (ПК-3), Сельскохозяйственная биотехнология (ПК-4), Пищевая биотехнология (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, исследовательские, практические и лабораторные занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: выездные занятия, задания, классическая лекция

### Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 7 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Введение в дисциплину</b>	<b>6</b>	ПК-3, ПК-4
Лекция. Введение в дисциплину	2	
Лекция. Контроль загрязнения окружающей среды с использованием биологических объектов	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение проработка конспекта лекций; проработка основной и дополнительной литературы.	2	
<b>Биологическая очистка сточных вод</b>	<b>46</b>	ПК-3, ПК-4
Лекция. Сточные воды как объекты очистки	2	
Лекция. Биологические методы очистки сточных вод	2	
Лекция. Технологические схемы многостадийной биологической очистки сточных вод	2	
Практическое занятие. Расчет капельных биофильтров	2	
Практическое занятие. Расчет высоконагружаемых биофильтров	2	
Практическое занятие. Расчет объема аэротенка	4	
Практическое занятие. Расчет полей фильтрации и орошения	4	
Практическое занятие. Удаление биогенных элементов из сточных вод	2	
Практическое занятие. Расчет нитриденитрификации	2	
Лабораторная работа. Определение перманганатной окисляемости	2	
Лабораторная работа. Определение БПК	2	
Лабораторная работа. Определение растворенного кислорода	2	
Лабораторная работа. Определение фосфора фосфатного колориметрическим методом	2	
Лабораторная работа. Гидробиологический анализ активного ила	4	

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение проработка конспекта лекций; проработка основной и дополнительной литературы.	12	ПК-3, ПК-4
<b>Биологическая очистка и дезодорация газовоздушных выбросов</b>	<b>26</b>	
Лекция. Характеристика и методы очистки газовоздушных выбросов	4	
Лекция. Биологическая очистка газовоздушных выбросов	2	
Практическое занятие. Выбор и расчёт циклонов	4	
Лекция. Аппаратурное оформление процесса биологической очистки газовоздушных выбросов	2	
Практическое занятие. Классификация методов и аппаратов для очистки аэрозолей	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение проработка конспекта лекций; проработка основной и дополнительной литературы.	12	ПК-3, ПК-4
<b>Переработка органических отходов</b>	<b>28</b>	
Лекция. Переработка органических отходов	2	
Лекция. Микробиологическая переработка органических отходов	2	
Практическое занятие. Вермикультивирование и вермикомпостирование	2	
Практическое занятие. Оценка количества образования типовых отходов	2	
Лабораторная работа. Обогащение белком целлюлозосодержащих отходов	2	
Лабораторная работа. Выбор микроорганизмов – продуцентов белка	4	
Лабораторная работа. Определение степени деструкции растительных отходов и пластмасс в условиях	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение проработка конспекта лекций; проработка основной и дополнительной литературы.	12	ПК-3, ПК-4
<b>Биоремедиация почв</b>	<b>38</b>	
Лекция. Основные факторы, влияющие на выбор способов ремедиации почв	2	
Лекция. Небиологические методы и технологии ремедиации	2	
Лекция. Биологические и комбинированные методы	2	
Лекция. Биопрепараты и их получение	2	
Практическое занятие. Биопрепараты для ликвидации загрязнений	2	
Практическое занятие. Биопрепараты для рекультивации территорий и восстановления плодородия почв	2	
Лекция. Сравнение методов ремедиации	2	
Практическое занятие. Практические работы и затраты при проведении биоремедиации	2	
Лабораторная работа. Определение влажности и полной влагоемкости почвы	2	
Лабораторная работа. Установление показателей	2	



биохимической активности почвы, подвергавшейся воздействию пестицидов		
Лабораторная работа. Установление интенсивности нитрификации в почве, подвергавшейся воздействию пестицидов	4	
Лабораторная работа. Определение возможной токсичности почв	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение проработка конспекта лекций; проработка основной и дополнительной литературы.	10	
Иная контактная работа:	0	

### 8 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Характеристика биоэнергоресурсов</b>	<b>12</b>	ПК-3, ПК-4
Лабораторная работа. Правовые и информационные аспекты использования биоресурсов	2	
Лекция. Энергетические технологии в период до 2050 г.	2	
Лабораторная работа. Оценка энергетического потенциала органических отходов	2	
Лекция. Энергетика биоотходов. Термины и определения	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение проработка конспекта лекций; проработка основной и дополнительной литературы.	4	
<b>Новые источники энергии</b>	<b>20</b>	ПК-3, ПК-4
Лабораторная работа. Новые и возобновляемые источники энергии	2	
Лекция. Биомасса. Основные методы переработки биомассы.	2	
Лабораторная работа. Расчет ресурсов лесных отходов и динамика их образования	4	
Лабораторная работа. Расчет ресурсов отходов, образуемых на лесоперерабатывающих производствах	4	
Лекция. Классификация древесной биомассы и объемы ее образования	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение проработка конспекта лекций; проработка основной и дополнительной литературы.	6	
<b>Экологические аспекты использования биоэнергетических ресурсов</b>	<b>16</b>	ПК-3, ПК-4
Лабораторная работа. Классификация и технологии биоресурсов	2	
Лекция. Энергетическое использование биомассы дерева	2	
Лабораторная работа. Оценка ресурсов древесного топлива на предприятии	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение проработка конспекта лекций; проработка основной и дополнительной литературы.	8	
<b>Технология биогаза</b>	<b>38</b>	ПК-3, ПК-4
Лабораторная работа. Разработка технологии получения биогаза	2	

Лекция. Энергетическое использование биогаза	2	
Лекция. Развитие биогазовых технологий в мире и РФ	2	
Лекция. Биогаз и направление его применения. Факторы, влияющие на производство биогаза	4	
Лабораторная работа. Расчёты параметров биогазовых установок	2	
Лабораторная работа. Расчет метантенков канализационных очистных сооружений	2	
Лекция. Образование, классификация, состав и свойства биогазов	2	
Лекция. Конструктивное исполнение основного биогазового оборудования	2	
Лабораторная работа. Расчет выхода биогаза на полигонах и свалках ТБО	2	
Лабораторная работа. Подготовка биогаза к использованию	4	
Лабораторная работа. Определение выхода биогаза на сельскохозяйственных биогазовых установках	2	
Лабораторная работа. Эколого-экономические аспекты применения биогазовых технологий	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение проработка конспекта лекций; проработка основной и дополнительной литературы.	10	
<b>Технология биотоплива</b>	<b>22</b>	ПК-3, ПК-4
Лекция. Биотоплива второго поколения	2	
Лекция. Водородное топливо	2	
Лабораторная работа. Производство биоэтанола	2	
Лабораторная работа. Производство биобутанола	2	
Лабораторная работа. Производство биодизеля	2	
Лекция. Технические характеристики и классы топлива	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение проработка конспекта лекций; проработка основной и дополнительной литературы.	10	
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 (лабораторного)** 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.

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. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является **зачёт в 7 семестре и балльно-**

## 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.	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
2.	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
3.	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
4.	Биодegradация токсичных соединений и утилизация биомассы [Текст] : методические указания к выполнению 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.	25 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Maluta_biodegradacia_tiksichnix_soedinenii_utilizacia_biomassi_2016.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Maluta_biodegradacia_tiksichnix_soedinenii_utilizacia_biomassi_2016.pdf</a>
5.	Орлов, Дмитрий Сергеевич. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении [Текст] : учеб. пособие для	10

	студентов хим., хим.-технол. и биол. специальностей и направлений вузов / Д. С. Орлов, Л. К. Садовникова, И. Н. Лозановская. М.: Высшая школа, 2002. - 332 с. ISBN 5-06-004099-2. Экземпляры: всего 10.	
6.	Романов, Евгений Михайлович. Управление отходами производства и потребления. Нормативы образования отходов и лимиты на их размещение [Текст] : [учебное пособие для студентов направления "Экология и природопользование"] / Е. М. Романов, Д. И. Мухоротов, К. А. Копылов; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Мар. гос. техн. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2013. - 107 с. ISBN 978-5-8158-1153-9. Экземпляры: всего 21.	21
7.	Сафин, Руслан Рушанович. Биоэнергетика и технология композиционных материалов [Текст] : лабораторный практикум : [для студентов лесотехнических направлений] / Р. Р. Сафин, Е. А. Белякова, Е. Ю. Разумов; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015. - 74 с. ISBN 978-5-8158-1516-2.	21 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Safin_bioenergetika_2015.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Safin_bioenergetika_2015.pdf</a>
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.	Карасев, Валерий Николаевич. Физиология растений : экспериментальные исследования [Текст] : учебное пособие : [для бакалавриата и магистратуры по направлениям подготовки "Ландшафтная архитектура", "Лесное дело", "Биотехнология"] / В. Н. Карасев, М. А. Карасева; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. - 311 с. ISBN 978-5-8158-1999-3. Экземпляры: всего 15.	15 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Karasev_fiziologia_rastenii_2018.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Karasev_fiziologia_rastenii_2018.pdf</a>
<b>ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ</b>		
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>
<b>ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ</b>		
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 RAY P360.3 ,клав,мышь оптич, коврик+ монитор 19" ViewSonic VA916 (1), Установка для пробного проращивания семян типа "Якобсона" (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
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.	355 (I)	Системный блок RAY P360.3, клавиатура, мышь оптическая, 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
6.	217 (V)	Весы Ohaus (1), Водяная баня (1), Вортекс персональный для пробирок (1), Документ-камера VideoLabs FlexCam (1), Ламинаторный бокс "Ламинатор-С" (2), Мешалка магнитная (2), ПК H404,2 420W/Intel Core i3 540/клавиатура, мышь, монитор 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.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

#### 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

Когда впервые возникла проблема очистки окружающей среды от загрязнений

1. 5000 лет назад
2. 500 лет назад
3. 100 лет назад
4. 400 лет назад

Вариант 2

Когда начали строить канализационные сети в городах Европы

1. с середины XIX в.
2. 70-е гг. XIX в.
3. на рубеже XIX-XX вв.
4. XVIII- XIX в.

Вариант 3

Самый простой и часто используемый гравитационный отстойник?

- а) фильтр
- б) осветлитель
- в) песколовка

Вариант 4

В каком году А. Мюллер предложил биологическую очистку сточных вод с использованием микроорганизмов.

- 1) 1865 г.
- 2) 1790 г.
- 3) 1914 г.
- 4) 1970 г.

Вариант 5

Способность экосистемы сопротивляться нарушениям, поддерживая неизменными свою структуру и функции – это

- 1) Резистентная устойчивость
- 2) Упругая устойчивость
- 3) Резистентное состояние
- 4) Стресс

Вариант 6

При определении необходимой степени очистки производственных сточных вод учитывают следующие показатели:

- а) самоочищающую способность водного объекта;
- б) расход воды в водном объекте;
- в) величину предельно допустимого сброса;
- г) концентрацию вредного вещества в сточных водах;
- д) предельно допустимую концентрацию вредного вещества в водном объекте.

Вариант 7

Современный этап развития методологии решения водохозяйственных и водоохранных задач характеризуется тем, что внимание акцентируется на:



- а) строительстве очистных сооружений;
- б) территориальном перераспределении речного стока (переброске рек);
- в) создании замкнутых и оборотных систем;
- г) необходимости комплексного подхода к проблемам

#### Вариант 8

Химическое загрязнение представляет собой:

- а) изменение гидрохимического режима водного объекта;
- б) изменение естественных химических свойств воды за счет увеличения содержания в ней вредных примесей как неорганической, так и органической природы;
- в) поступление в водный объект посторонних нерастворимых в воде предметов, не изменяющих качество воды, но влияющих на качественное состояние русел водоемов и водотоков

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

## Вопросы для подготовки к зачету (7 семестр)

1. Экологические проблемы современного мира
2. Классификация экосистем
3. Основные цели, задачи и методы исследования промышленной экологии
4. Промышленные источники загрязнений биосферы. Понятие «загрязнение». Виды загрязнений.
5. Влияние отраслей народного хозяйства на состояние окружающей среды
6. Основные законодательные акты и нормативные документы по охране природы.
7. Мониторинг окружающей среды. Понятие, назначение, виды.
8. Методы контроля загрязняющих веществ в биосфере.
9. Вода в природе. Классификация природных вод
10. Виды загрязнений природной воды.
11. Понятие «сточные воды». Влияние характера примесей в сточных водах на водоем и водные организмы.
12. Состав и свойства сточных вод.
13. Классификация производственных сточных вод
14. Классификация вод по целевому назначению
15. Характеристики качества воды
16. Требования к качеству питьевой воды
17. Основные этапы анализа качества воды
18. Техническая вода. Требования к качеству технической воды
19. Контроль состава сточных вод. Основные показатели качества сточных вод.
20. Классификация основных методов обезвреживания сточных вод.
21. Классификация основных способов очистки сточных вод (исходя из состава загрязнений)
22. Требования к эффективности очистки сточных вод. Расчет необходимой степени очистки сточных вод.
23. Системы канализации
24. Методы канализирования сточных вод. Возможность объединения различных сточных вод в один поток.
25. Принципиальная схема очистки сточных вод промышленного предприятия
26. Назначение первичной, вторичной, третичной и специальной очистки сточных вод.
27. Назначение и оборудование процесса процеживания сточных вод
28. Назначение и оборудование процессов осветления сточных вод.
29. Песколовки
30. Отстойники непрерывного и периодического действия
31. Фильтрование. Фильтры, используемые в очистке сточных вод
32. Центробежные методы в первичной очистке сточных вод
33. Коагуляция. Назначение, сущность, применяемое оборудование
34. Флокуляция. Назначение, сущность, применяемое оборудование
35. Флотация. Назначение, классификация, сущность, применяемое оборудование
36. Биологическая очистка сточных вод. Назначение. Виды.
37. Активный ил. Состав, принцип применения. Роль отдельных видов бактерий в очистке сточных вод.
38. Классификация аэротенков. Принципиальные схемы.
39. Реакции аэробной конверсии. Принципиальная схема станции аэрации.
40. Капельные биофильтры. Назначение. Аппаратурное оформление.
41. Трофическая пирамида в биопленке капельных биофильтров. Назначение отдельных видов организмов пленки в очистке сточных вод.
42. Биодиски. Назначение. Аппаратурное оформление.

43. Назначение, преимущества, недостатки анаэробной очистки сточных вод.
44. Реакции при анаэробном брожении. Влияние окружающей среды на анаэробное брожение.
45. Различные подходы к повышению эффективности анаэробных процессов очистки сточных вод.
46. Схемы септикотенка и метантенка
47. Аппаратурное оформление анаэробных процессов очистки сточных вод.
48. Назначение третичной очистки сточных вод. Основные показатели качества воды после третичной очистки
49. Сорбция на активированном угле.
50. Микрофильтрация.
51. Стерилизация в третичной очистке сточных вод. Назначение и виды.
52. Хлорирование. Виды. Выбор дозы хлора. Аппаратурное оформление процесса хлорирования.
53. Озонирование. Преимущества, недостатки. Аппаратурное оформление процесса озонирования.
54. Электрохимические способы стерилизации сточных вод.
55. Применение методов ионного обмена в очистке сточных вод. Аппаратурное оформление.
56. Применение экстракции в очистке сточных вод. Аппаратурное оформление
57. Обезвреживание и утилизация радиоактивных сточных вод
58. Строение и состав атмосферы.
59. Основные источники загрязнения атмосферы.
60. Круговорот CO<sub>2</sub> в природе. Парниковый эффект.
61. Влияние загрязнений атмосферы на человека и окружающую среду. Экологические последствия глобального загрязнения атмосферы.
62. Санитарно-защитная зона.
63. Классификация выбросов по ГОСТ 17.2.1.01-76. Примеры условных обозначений выбросов.
64. Методы контроля загрязняющих веществ в атмосфере.
65. Организация контроля воздуха на предприятии.
66. Понятие ПДК вредных веществ в атмосфере. Виды ПДК.
67. Методы установления ПДК в атмосферном воздухе.
68. Понятие ПДВ вредных веществ в атмосфере, методы его установления.
69. Состав промышленных газовых выбросов (пыли, дымы, туманы, смешанные аэрозоли)
70. Основные технологические мероприятия для уменьшения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.
71. Герметизация оборудования
72. Классификация устройств для очистки воздуха от пыли
73. Эффективность пылеулавливания.
74. Аппаратурное оформление мокрых процессов пылеулавливания (полые и насадочные газопромыватели, барботажные и пенные газопромыватели, ударноинерционные аппараты)
75. Аппаратурное оформление механических сухих процессов пылеулавливания (пылеосадительные камеры, жалюзийные аппараты, инерционные аппараты, циклоны)
76. Аппаратурное оформление фильтрационных процессов пылеулавливания (тканевые, зернистые, волокнистые, электрофильтры)
77. Виды абсорбции. Требования к промышленным абсорбентам. Подходы к выбору абсорбента для очистки газовых выбросов.

78. Аппаратурное оформление процесса абсорбции.
79. Адсорбция. Виды адсорбции. Требования к промышленным адсорбентам.
80. Виды промышленных адсорбентов (уголь, силикагели, цеолиты, алюмосиликаты, иониты)
81. Аппаратурное оформление процессов адсорбции.
82. Прямое и каталитическое сжигание газовых выбросов. Возможность применения для очистки газовых выбросов.
83. Аппаратурное оформление процессов прямого сжигания газовых выбросов (факелы, пламенные установки)
84. Аппаратурное оформление процессов каталитического сжигания газовых выбросов
85. Восстановительные режимы очистки газовых выбросов. Возможность применения. Аппаратурное оформление.
86. Очистка газов от оксидов углерода (места выделения, возможные варианты очистки, аппаратурное оформление).
87. Очистка газов от оксидов серы (места выделения, возможные варианты очистки, аппаратурное оформление).
88. Очистка газов от сероводорода (места выделения, возможные варианты очистки, аппаратурное оформление).
89. Очистка газов от оксидов азота (места выделения, возможные варианты очистки, аппаратурное оформление).
90. Очистка газов от аммиака (места выделения, возможные варианты очистки, аппаратурное оформление).
91. Очистка газов от бактериальных загрязнений (места выделения, возможные варианты очистки, аппаратурное оформление).
92. Биологические системы очистки газовых выбросов.
93. Дезодорация газовых выбросов
94. Очистка газов от бактериальных загрязнений (места выделения, возможные варианты очистки, аппаратурное оформление).
95. Состав почвы и ее функции
96. Особенности загрязнения почв химическими веществами
97. Источники образования твердых отходов и их классификация
98. Способы установления класса опасности твердых отходов
99. Принцип нормирования вредных веществ в почве
100. Захоронение ТО на полигонах и свалках
101. Утилизация твердых органических отходов
102. Основные методы переработки твердых отходов (механические, обогащение, физико-химические, биологические)
103. Использование твердых отходов в качестве сырья
104. Компостирование органических ТО
105. Жидкофазное окисление ТО
106. Пиролиз ТО
107. Сжигание промышленных твердых отходов
108. Переработка по заводской технологии ТО
109. Биоремедиация загрязненных почв (in situ, exsitu)
110. Источники образования осадков сточных вод и их состав.
111. Назначение, методы и аппаратурное оформление стабилизации осадков сточных вод
112. Назначение, методы и аппаратурное оформление обезвоживания осадков сточных вод
113. Назначение, методы и аппаратурное оформление обеззараживания осадков сточных вод

#### 114. Утилизация обработанных осадков сточных вод.

##### Вопросы для подготовки к БРК(8 семестр)

1. Что такое биомасса. Основные методы переработки биомассы. Какие виды энергии можно получить с помощью переработки биомассы?
2. Какие основные проблемы решает биоэнергетика?
3. Развитие биогазовых технологий в мире и РФ.
4. Биогаз и направление его применения. Факторы, влияющие на производство биогаза.
5. Принцип действия биогазовой и газогенераторной установки.
6. Расчёты параметров биогазовых установок.
7. Назовите методики получения водорода?
8. Каковы достоинства и недостатки водородной энергетики?
9. Назовите основные проблемы, возникающие при транспортировке органического топлива.
10. Биоэнергетические ресурсы и возможности их утилизации.
11. Основные направления развития отечественной биоэнергетики.
12. Первичная переработка отходов лесозаготовки и деревопереработки на щепу.
13. Производство гранулированного топлива из отходов деревопереработки.
14. Углубленная переработка отходов деревопереработки в новые биоэнергетические продукты.
15. Перспективы развития биоэнергетики в России.
16. Использование отходов животноводства и птицеводства.
17. Энергетические возможности получения топлива при анаэробной переработке отходов животноводства и птицеводства.
18. Какие задачи позволяет решить технология анаэробного сбраживания?
19. Переработка биомассы в топливо: биоконверсия, термохимическая конверсия и сжигание отходов в специальных котлах.
20. Получение тепловой и электрической энергии, а также биологически чистого удобрения на различных биоустановках.
21. Опыт разработок биоэнергетических установок и их использование за рубежом и в России.
22. Что такое биотопливо и его классификация.
23. Энергетические ресурсы и их классификация.
24. Альтернативные источники энергии.
25. Рациональное использование энергии.
26. Новые и возобновляемые источники энергии.
27. Возможности новых энергетических источников.
28. Проблемы использования возобновляемых источников энергии.
29. Что такое биодизельное топливо, его виды. Производство биодизеля.