

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)

М.1.2.6 Промышленная биотехнология метаболитов и проектирование биотехнологических производств

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

19.04.01 Биотехнология

Квалификация выпускника

Магистр

(бакалавр/магистр/специалист)

Программа магистратуры

Прикладная биотехнология

Курс 2
Семестр 3, 4

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	288 / 8	часов/зачетных единиц
Лекции	68	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	112	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	180	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	108	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	4	семестр
БРК, ДЗ	3	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 19.04.01 Биотехнология

Программу составили:

профессор с ученой степенью доктора наук	ЛКСиБТ	СОГЛАСОВАНО	А.В. Канарский
(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 Виталий Алексеевич, 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-2 Способен организовывать и осуществлять мероприятия по совершенствованию существующих процессов и технологий получения БАВ с использованием микробиологического синтеза и биотрансформации, клеточных культур животных и растений	ПК-2.1 Знает методы работы с микроорганизмами, клеточными культурами животных и растений, методы выделения, очистки и анализа биологически активных веществ	знания: Знает методы работы с микроорганизмами, клеточными культурами животных и растений, методы выделения, очистки и анализа биологически активных умения: навыки:
	ПК-2.2 Знает технологии получения биологически активных веществ, современное технологическое оборудование биотехнологических производств, методы проектирования биотехнологических технологических процессов	знания: Знает технологии получения биологически активных веществ, современное технологическое оборудование биотехнологических производств, методы проектирования биотехнологических технологических процессов умения: навыки:
	ПК-2.3 Умеет реализовывать мероприятия по совершенствованию процессов и технологий получения БАВ, производить расчет параметров и режимов технологического процесса получения БАВ	знания: умения: Умеет реализовывать мероприятия по совершенствованию процессов и технологий получения БАВ, производить расчет параметров и режимов технологического процесса получения БАВ навыки:

ПК-2.4 Владеет навыками опытной отработки технологических параметров биотехнологических процессов, навыками оптимизации параметров биотехнологического процесса получения БАВ, навыками подбора технологического оборудования	знания: умения: навыки: Владеет навыками опытной отработки технологических параметров биотехнологических процессов, навыками оптимизации параметров биотехнологического процесса получения БАВ, навыками подбора технологического оборудования
---	---

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: Биотехнологии в растениеводстве и животноводстве (ПК-2), Лесная микробиология (ПК-2), Почвенная микробиология (ПК-2); практик: Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в т.ч. технологическая практика) (ПК-2)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Биотехнология пищевого сырья и продуктов растительного и животного происхождения (ПК-2); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-2)

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 вдвоем, лекция с элементами мозгового штурма, лекция-провокация, проблемная лекция

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Основы проектирования предприятий биотехнологии	30	ПК-2
Лекция. Введение. Основы проектирования промышленных предприятий микробиологического синтеза. Задачи и	2	

содержание дисциплины. Участники процесса проектирования.		
Лекция. Техничко-экономическое обоснование. Выбор площадки под строительство.	2	
Практическое занятие. Исходные данные для проектирования объектов строительства. Задание на проектирование. Ста-дии проектирования и состав проектной документации.	2	
Согласование и утверждение проектно-сметной документации.		
Практическое занятие. Принципы расчета технологических схем. Типовые биотехнологические схемы при получении биомассы. Типовое проектирование. Основные сведения о правилах организации производства в соответствии с международными и отечественными стандартами. Содержание документов и порядок подготовки.	4	
Лекция. Назначение графических документов проектной документации. Состав и содержание графической части проектной документации.	2	
Лекция. Основные сведения и принципы организации систем автоматизированного проектирования (САПР).	2	
Практическое занятие. Разработка технико-экономического обоснования.	4	
Практическое занятие. Методы разработки технологической схемы.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение проработка конспекта лекций; проработка основной и дополнительной литературы; подготовка доклада и презентации на семинар	8	
Инженерное оборудование производственных зданий.	18	ПК-2
Лекция. Холодное и горячее водоснабжение. Системы канализации. Система подготовки стерильного воздуха для процесса ферментации. Отопление производственных зданий. Системы вентиляции. Кондиционирование воздуха. Пароснабжение. Электроснабжение. Холодоснабжение. Охрана окружающей среды промышленных предприятий биотехнологии.	4	
Практическое занятие. Расчет систем отопления, канализации, кондиционирования производственных зданий.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение проработка конспекта лекций; проработка основной и дополнительной литературы; подготовка доклада и презентации на семинар	10	
Проектирование технологической части.	52	ПК-2
Лекция. Методы разработки технологической схемы. Сравнение альтернативных решений по каждой ста-дии. Стадии хранения и размножения посевного материала, подготовки сырья, приготовления питательных сред, стерилизации потоков и оборудования. Правила оформления аппаратурно-технологической схемы.	4	
Лекция. Материальный и энергетический балансы процесса биосинтеза. Порядок составления материаль-ного баланса биосинтеза. Инженерные расчеты и выбор основанного ферментационного оборудования.	4	
Практическое занятие. Проектирование процессов разделения	4	

многокомпонентных систем в биотехнологических производствах.		
Лекция. Особенности аппаратного оформления основных технологических процессов: растворения, кристаллизации, адсорбции, абсорбции, ионного обмена, экстракции, флотации, флоккуляции, осаждения, фильтрации, мембранного разделения, сепарации и центрифугирования, вакуум-выпарки, сушки. Инженерные расчеты стадии сепарации, фильтрации, мембранного разделения, вакуум-выпарки, сушки при концентрировании микробных суспензий и получении биомассы микроорганизмов. Выбор и компоновка оборудования. Изображение оборудования на технологических планах и разрезах.	4	
Практическое занятие. Методы и приборы контроля и автоматизации микробиологического производства.	2	
Практическое занятие. Разработка принципиальной технологической схемы производства.	4	
Практическое занятие. Инженерный расчет критерия стерилизации с учетом кинетики гибели микроорганизмов и подбор на основе расчета методов и оборудования для стерилизации питательной среды, воздуха, оборудования	4	
Практическое занятие. Расчет материально-энергетического баланса стадии ферментации. Порядок составления материального баланса биосинтеза.	4	
Практическое занятие. Тепловой расчет ферментации. Составление теплового баланса. Оценочный расчет коэффициентов теплопередачи, поверхности теплообмена, расхода воды на охлаждение в ферментационных процессах.	4	
Практическое занятие. Массообменный расчет по кислороду в ферментационных процессах. Оценочный расчет объемного коэффициента массопередачи. Подбор массообменных характеристик ферментера. Оценочный расчет затрат на аэрацию.	4	
Практическое занятие. Расчет потребности в сырье, таре, вспомогательных материалах. Расчет отходов производства.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение проработка конспекта лекций; проработка основной и дополнительной литературы; подготовка доклада и презентации на семинар	10	
Расчет площадей и компоновка основных и вспомогательных производств.	26	ПК-2
Лекция. Определение площади производственных помещений. Промышленные здания и сооружения. Вспомогательные здания и помещения. Оформление планов и разрезов промышленных зданий.	2	
Лекция. Принципы проектирования генплана. Содержание и оформление чертежей генерального плана. Основные технико-экономические показатели генерального плана. Условные обозначения элементов генерального плана.	2	
Практическое занятие. Определение количества ферментационных аппаратов. Совокупный расчет ферментационного процесса, ферментационного оборудования	6	

и затрат на ферментацию.		
Практическое занятие. Основные особенности расчета стадии сепарации, фильтрации, мембранного разделения, ваку-ум-выпарки, сушки при концентрировании микробных суспензий и получении биомассы мик-роорганизмов Расчет площадей помещений технологических участков. Расчет площадей склад-ских помещений. Объемно-планировочные решения.	6	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение проработка конспекта лекций; проработка основной и дополнительной литературы; подготовка доклада и презентации на семинар	10	
Общестроительное проектирование.	18	ПК-2
Лекция. Способы и виды строительства. Унификация и типизация промышленных зданий. Объемно-планировочные решения. Строительные материалы и изделия. Строительные конструкции.	4	
Практическое занятие. Проектирование генерального плана биотехнологического предприятия.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение проработка конспекта лекций; проработка основной и дополнительной литературы; подготовка доклада и презентации на семинар	10	
Иная контактная работа:	0	

4 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Основы микробиологической биотехнологии	18	ПК-2
Лекция. Введение в биотехнологию. Основные понятия биотехнологии	4	
Практическое занятие. Изучение культуральных и физиологических признаков аэроб-ных, анаэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов продуцентов	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение проработка конспекта лекций; проработка основной и дополнительной литературы; подготовка доклада и презентации на семинар	10	
Микробная биотехнология возобновляемого сырья (биоконверсия)	30	ПК-2
Лекция. Главные биологические агенты экологической биотехнологии.	4	
Практическое занятие. Отбор штаммов продуцентов экзополисахаридов, имеющих промышленное значение	4	
Практическое занятие. Изучение влияния различных факторов на кинетику роста дрожжей <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	4	
Практическое занятие. Обработка результатов эксперимента по изучению влияния различных факторов на кинетику роста дрожжей <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	6	
Лекция. Химизм процесса микробного взаимодействия с минералами и горными породами. Бактериальное выщелачивание. Методы извлечения металлов. Био-сорбция металлов из растворов. Обогащение руд. Использование микроорганизмов в процессах добычи полезных ископаемых.	2	

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение проработка конспекта лекций; проработка основной и дополнительной литературы; подготовка доклада и презентации на семинар	10	ПК-2
Основы промышленной биотехнологии. Белковая инженерия.	22	
Лекция. Основы промышленной биотехнологии. Белковая инженерия	4	
Практическое занятие. Определение спектра антибиотического действия штаммов актиномицетов	4	
Практическое занятие. Изучение биосинтеза витамина B12 азотобактером	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение проработка конспекта лекций; проработка основной и дополнительной литературы; подготовка доклада и презентации на семинар	10	ПК-2
Биоконверсия растительного сырья и отходов с\х производства.	22	
Практическое занятие. Действие лекарственных трав на бактерии	4	
Практическое занятие. Изучение действия пестицидов на численность микроорганизмов в почве	4	
Лекция. Способы гидролиза растительного сырья. Биотрансформация вторичных сырьевых ресурсов консервного, винодельческого, сахарного, зерноперерабатывающего, спиртового и других видов	2	
Лекция. Культивирование микроорганизмов на зернокартофельной и мелассной барде. Биотрансформация негидролизированных растительных отходов. Биотрансформация отходов животноводческих комплексов	2	ПК-2
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение проработка конспекта лекций; проработка основной и дополнительной литературы; подготовка доклада и презентации на семинар	10	
Основы экологической микробиологической биотехнологии и сохранение генофонда растений.	28	
Лекция. Основы экологической микробиологической биотехнологии и сохранение генофонда растений	4	
Практическое занятие. Определение чувствительности микроорганизмов к пестицидам	4	
Практическое занятие. Определение способности использования мик-роорганизмами углерода из пестицидов	4	ПК-2
Лекция. Принципы органического (экологического) сельского хозяйства. Биопестициды как экологически безопасная альтернатива химическим пестицидам.	2	
Лекция. Энтомопатогенные препараты. Биопестициды, биогербициды, биологические удобрения (нитрагин, азотобактерин, фосфобактерин). Микробные инсектициды.	2	
Лекция. Токсины, синтезируемые микроорганизмами: бактериями, грибами. Бакуловирусы. Технология производства вирусных препаратов и их применение.	2	

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение проработка конспекта лекций; проработка основной и дополнительной литературы; подготовка доклада и презентации на семинар	10	ПК-2
Биотрансформация ксенобиотиков и биодеструкция природных полимеров. Методы очистки и деградации токсикантов	24	
Лекция. Биотрансформация ксенобиотиков и биодеструкция природных полимеров. Методы очистки и деградации токсикантов Биотехнологические методы очистки и деградации токсикантов	4	
Практическое занятие. Изучение деструктивного влияния микроорганизмов на пестициды	2	
Практическое занятие. Результаты изучения деструктивного влияния микроорганизмов на пестициды	4	
Лекция. Перманганатная и дихроматная окисляемость (ХПК). Биохимическое потребление кислорода (БПК).	2	
Лекция. Микробиологическая транс-формация органических ксенобиотиков. Разложение нефти и нефтепродуктов. Биodeградация ПАВ. Разложение ПАУ. Биотрансформация галогенсодержащих органических соединений.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение проработка конспекта лекций; проработка основной и дополнительной литературы; подготовка доклада и презентации на семинар	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 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.

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
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Ершов, Юрий Алексеевич. Основы биохимии для инженеров [Текст] : учебное пособие : [для студентов вузов по направлению подготовки дипломированных специалистов "Биомедицинская техника", специальностям "Биотехнические и медицинские аппараты и системы", "Инженерное дело в медико-биологической практике" и направлению подготовки бакалавров и магистров "Биомедицинская инженерия"] / Ю. А. Ершов, Н. И. Зайцева ; под ред. С. И. Щукина. Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. - 359 с. ISBN 978-5-7038-3210-3. Экземпляры: всего 10.	10
2.	Шмид, Рольф. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия [Текст] : [справочник для студентов биологических, биолого-химических, химико-технологических, медицинских и фармацевтических вузов, научных работников] / Рольф Шмид ; пер. с нем. А. А. Виноградовой, А. А. Синюшина ; под ред. Т. П. Мосоловой, А. А. Синюшина. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 324 с. ISBN 978-5-94774-767-6. Экземпляры: всего 3.	3
3.	Волькенштейн, М. В. Биофизика [Электронный ресурс] / Волькенштейн М. В. 4-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 608 с. ISBN 978-5-8114-0851-1.	https://e.lanbook.com/book/210956
4.	Сельскохозяйственная биотехнология [Текст] : Учебник для студ-ов вузов, обуч. по сельскохозяйствен., естественнонауч. и пед. спец. и магистерским программам / [В.С.Шевелуха, Е.А.Калашникова, С.В.Дегтярев и др.]; Под ред. В.С.Шевелухи. М.: Высшая школа, 1998. - 415 с. ISBN 5-06-003535-2. Экземпляры: всего 25.	25
5.	Сельскохозяйственная биотехнология [Текст] : [учеб. для студентов вузов по с.-х., естественнонауч. и пед. специальностям и магистерским программам] / [В. С. Шевелуха, Е. А. Калашникова, Е. С. Воронин и др.] ; под ред. В. С. Шевелухи. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 2003. - 468 с. ISBN 5-06-004264-2. Экземпляры: всего 27.	27
6.	Тимофеев, Владимир Савельевич. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза [Текст] : [учебное пособие для студентов вузов по направлению подготовки "Химическая технология и	30

	биотехнология"] / В. С. Тимофеев, Л. А. Серафимов, А. В. Тимошенко. Изд. 3-е, перераб. и доп. Москва: Высшая школа, 2010. - 406, [2] с. ISBN 978-5-06-006067-6. Экземпляры: всего 30.	
7.	Лесная биотехнология [Текст] : методические указания для выполнения лабораторных работ для студентов направления 19.03.01 (240700.62) "Биотехнология" / М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т"; [сост.: О. В. Шейкина, Е. Н. Черных]. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015. - 39 с. Экземпляры: всего 25.	25
8.	Биодеградация 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. Шамшуров, Д. И. Мухортов]. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. - 61 с. Экземпляры: всего 25.	25 / https://portal.volgatech.net/books/Maluta_biodegradacia_tiksichnix_soedinenii_utilizacia_biomassi_2016.pdf
9.	Силкина, Ольга Владимировна. Химия биологически активных веществ [Текст] : лабораторный практикум : [по направлению подготовки "Биотехнология"] / О. В. Силкина; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2017. - 94 с. ISBN 978-5-8158-1842-2. Экземпляры: всего 16.	16 / https://portal.volgatech.net/books/Silkina_ximia_biol_akt_veshestv_2017.pdf
10.	Биотехнология растений [Текст] : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Л. В. Назаренко, Ю. И. Долгих, Н. В. Загоскина, Г. Н. Ралдугина. 2-е изд., испр. и доп. Москва: Юрайт, 2019. - 160, [1] с. с. ISBN 978-5-534-05619-8. Экземпляры: всего 30.	30
ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	http://cyberleninka.ru
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Справочно-правовая система Консультант+	http://www.consultant.ru
2.	Информационно-правовой портал Гарант	http://www.garant.ru
3.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	http://www.cntd.ru

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.	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 HP-LP 2 цифровая (62x31, 2200 Вт, 320 гр) (1), Поисковый дозиметр-радиометр МКС/СПП-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 СКС-99 Спутник (1), Универ.спектрометр.комплекс "Гамм (1), Установка спектрометрическая Мультирад МКС-01А (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
6.	355 (I)	Системный блок RAY P360.3 ,клава,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	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система

		VideoLabs FlexCam (1), Ламинаторный 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)	"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
8.	140 (V)	Брошюровщик OFFICT KIT B2130 (1), Доска аудиторная 1.5*1.0 (1), Кондиционер сплит - система Lassar LS/LU -H12KFA2 (1), Кресло руководителя (серая иск. кожа) (1), Монитор ViewSonic VA2448-LED (3), МФУ Canon i-SENSYS MF 4410 (1), МФУ HP LaserJet Pro M1536 DNF (1), ПК S404,2 400W/Intel Core i3 540/клав.,мышь,монит. 21,5" VA2248-LED (4), Проектор мультимедийный Sanyo PLC- XD 2600 (1), Шкаф для документов 1500*400*1200 (1), Экран настенный рулонный (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

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.

Семестр 3

Контрольная работа № 1

1. Составить материальный баланс на 50 кг тобрамицина сульфата по процессу приготовления питательной среды и выращивания биомассы. Активность культуральной жидкости после ферментации составляет не менее: $\gamma=950$ м.е.. Плотность культуральной жидкости $\rho=1020$ кг/м³. В тобрамицин сульфате содержится 65,6% тобрамицина. Состав питательной среды в инокуляторе:

1 Глюкоза 2,0

2 Мука соевая 2,0

3 Соль поваренная 0,3

4 мел 0,3

5 Пропиол Б-400 0,1

2. Из технического жидкого едкого натра (40%) и отходного 15%-ного раствора NaOH приготовьте 1000 кг 25 %-ного раствора NaOH.

3. Определить практический выход этилового спирта, производимого из картофеля брожением, если из 1 тонны картофеля, содержащего 20 % крахмала получают 80 кг 96 %-ного спирта.

Семестр 4

Контрольная тестовая работа «Основы экологической микробиологической биотехнологии».

Вариант 0

1. Возникновение геномики как научной дисциплины стало возможным после:

- а) установления структуры ДНК;
- б) создания концепции гена;
- в) дифференциации регуляторных и структурных участков гена;
- г) полного секвенирования генома у ряда организмов.

2. Существенность гена у патогенного организма кодируемый геном продукт необходим:

- а) для размножения клетки;
- б) для поддержания жизнедеятельности;
- в) для инвазии в ткани;
- г) для инактивации антимикробного вещества.

3. Гены house keeping у патогенного микроорганизма экспрессируются:

- а) в инфицированном организме хозяина
- б) всегда
- в) только на искусственных питательных средах
- г) под влиянием индукторов

4. Протеомика характеризует состояние микробного патогена:

- а) по ферментативной активности
- б) по скорости роста
- в) по экспрессии отдельных белков
- г) по нахождению на конкретной стадии ростового цикла

5. Для получения протопластов из клеток грибов используется:

- а) лизоцим
- б) трипсин
- в) «улиточный фермент»
- г) пепсин

6. За образованием протопластов из микробных клеток можно следить с помощью методов:

- а) вискозиметрии
- б) колориметрии
- в) фазовоконтрастной микроскопии
- г) электронной микроскопии

7. Для получения протопластов из бактериальных клеток используется:

- а) лизоцим
- б) «улиточный фермент»
- в) трипсин
- г) папаин

8. Объединение геномов клеток разных видов и родов возможно при соматической гибридизации:

- а) только в природных условиях;
- б) только в искусственных условиях;
- в) в природных и искусственных условиях

9. Высокая стабильность протопластов достигается при хранении:

- а) на холоду;
- б) в гипертонической среде;
- в) в среде с добавлением антиоксидантов;
- г) в анаэробных условиях.

10. Полиэтиленгликоль (ПЭГ), вносимый в суспензию протопластов:

- а) способствует их слиянию;

- б) предотвращает их слияние;
- в) повышает стабильность суспензии;
- г) предотвращает микробное заражение.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Вопросы к БРК (3 семестр)

1. Процесс проектирования.
2. Субъект и объект проектирования.
3. Что такое технико-экономическое обоснование строительства (ТЭО)?
4. Состав задания на проектирование.
5. Назовите основные требования, предъявляемые к выбору участка (площадки) под строительство предприятия биотехнологии.
6. Стадии процесса проектирования: предпроектные исследования; техническое задание; эскизный проект; технический проект.
7. Содержание задания на проектирование и краткая его характеристика.
8. Назначение чертежей в составе проектной документации.
9. Классификация предприятий биотехнологии.
10. Общие требования к генеральным планам.
11. «Роза ветров» - определение и построение. Учет «розы ветров» при составлении генерального плана.
12. Что такое санитарно-защитная зона предприятия? Какой размер она имеет для предприятий биотехнологии?
13. Как осуществляется зонирование территорий проектируемых предприятий?
14. Какие технико-экономические показатели отражают на генеральном плане предприятия?
15. Какая нормативно-техническая документация используется при разработке проектов на строительство?
16. Какие задачи решают при привязке к местным условиям типовых проектов?
17. Какие задачи решает САПР?
18. Из каких составных частей состоит САПР?
19. Зачем производится типизация проектных решений? Кто разрабатывает типовые проекты?
20. Какие организации производят проектные работы для предприятий биотехнологии?
21. Рекомендуемый состав и содержание общей пояснительной записки проекта.
22. Какие условия обеспечивают высокую эффективность капитальных вложений при создании промышленных предприятий?
23. Какие основные результаты должны быть обеспечены проектными организациями при создании новых предприятий биотехнологии?
24. Рекомендуемый состав и содержание раздела проекта «Генеральный план и транспорт».
25. Что такое норма водопотребления.
26. Что такое пиковая нагрузка?
27. Что такое обратное и повторное водоснабжение?
28. Какие системы обеспечивают подачу стерильного воздуха на ферментацию?
29. Назовите методы обеззараживания воды.
30. Что такое «сточные воды»?
31. Как подразделяются канализационные системы на предприятии?
32. В чем сущность гидравлического расчета канализационных трубопроводов?
33. Какие системы очистки сточных вод вы знаете?
34. Что такое предельно-допустимые концентрации вредных веществ в воде водоемов?
35. Классификация систем отопления.
36. Сравнительная характеристика систем отопления.

37. Что такое отопительные приборы. Сущность их расчета?
38. Какие системы вентиляции вы знаете? Назовите основные части вентиляционных систем.
39. В чем заключается выбор вентилятора для системы вентиляции? Как определить диаметр воздуховода для системы вентиляции?
40. Способы очистки воздуха, использованного в процессе ферментации и оборудование для очистки отходящего воздуха.
41. Что такое кондиционирование воздуха? Расскажите о принципе работы калорифера. В чем заключается расчет калорифера?
42. Направления расхода пара на предприятии. Источники снабжения паром. Расчет потребности пара на технологические нужды.
43. Принципы электроснабжения предприятия.
44. Проектирование систем освещения.
45. Направления расхода холода на предприятии. Источники снабжения холодом. Расчет потребности холода на технологические нужды.
46. Рекомендуемый состав и содержание раздела «Охрана окружающей среды».
47. Зачем проводят проработку вариантов технологических схем и отдельных блоков по укрупненным показателям?
48. Типовые биотехнологические схемы.
49. Назначение технологических схем. На основании каких документов они разрабатываются? Что изображают на технологических схемах?
50. Методы разработки технологической схемы. Сравнение альтернативных решений по каждой стадии.
51. Рекомендуемый состав и содержание раздела проекта «Технологические решения».
52. Как изображают оборудование на технологических схемах? Присвоение номеров оборудованию на технологических схемах.
53. Правила изображения потоков материалов и трубопроводной арматуры на технологических схемах. Назначение трубопроводной арматуры.
54. Инженерный расчет критерия стерилизации.
55. Расчет материально-энергетического баланса стадии ферментации.
56. Тепловой расчет ферментации. Составление теплового баланса.
57. Массообменный расчет по кислороду в ферментационных процессах. Оценочный расчет объемного коэффициента массопередачи.
58. Подбор массообменных характеристик ферментера. Оценочный расчет затрат на аэрацию.
59. Оценочный расчет коэффициентов теплопередачи, поверхности теплообмена, расхода воды на охлаждение в ферментационных процессах.
60. Порядок составления материального баланса биосинтеза.
61. Расчет потребности в сырье и материалах.
62. Расчет рабочей силы для реализации технологических процессов.
63. Принципы выбора технологического оборудования.
64. Определение количества ферментационных аппаратов. Совокупный расчет ферментационного процесса, ферментационного оборудования и затрат на ферментацию.
65. Порядок расчета стадии сепарирования. Подбор оборудования.
66. Порядок расчета стадии фильтрации и мембранного разделения. Подбор оборудования.
67. Порядок расчета стадии сгущения вакуум-выпариванием. Подбор оборудования.
68. Порядок расчета стадии сушки при концентрировании микробных суспензий. Подбор оборудования.
69. Принципы автоматизированного контроля и регулирования технологических процессов. Условные обозначения контрольно-измерительных приборов (КИП) на технологических схемах. 70. Приборы автоматизации стадии ферментации.
71. Принципы размещения оборудования в производственных помещениях.
72. Порядок расчета площадей основных производственных помещений.

73. Порядок расчета площадей вспомогательных производственных помещений.
74. Взаимосвязь участков производства. Принципы компоновки.
75. Основные объемно-планировочные решения при проектировании предприятий биотехнологии.
76. Составление генерального плана застройки территории. Назначение генерального плана. Планирование территории предприятия.
77. Как классифицируется строительство по видам и по способам.
78. Назовите основные функции заказчика в строительстве.
79. Что такое генеральная и субподрядная проектные организации.
80. Что такое «промышленное здание» и «сооружение»? В чем их отличие?
81. Что такое унификация и типизация промышленных зданий.
82. Назовите основные требования, предъявляемые к строительным материалам и изделиям, используемым при строительстве предприятий биотехнологии?
83. Оформление чертежей планов и разрезов помещений. 84. Назовите основные конструктивные элементы промышленного здания.
85. Виды фундаментов. Материалы для изготовления фундаментов.
86. Назовите основные признаки, по которым классифицируют промышленные здания.

Вопросы к зачёту (4 семестр)

1. Что такое биотехнология? Назовите и охарактеризуйте основные этапы развития биотехнологии.
2. В каких отраслях народного хозяйства применяются достижения биотехнологии?
3. Назовите основные цели и задачи биотехнологии.
4. Какие методы биотехнологии используются в животноводстве, растениеводстве?
5. Какие открытия, сделанные в области биотехнологии, способствовали ее дальнейшей интенсификации?
6. Какова роль биотехнологии в интенсификации животноводства?
7. Какие ферменты используют для коагуляции белков при изготовлении сыра?
8. Какие моносахариды входят в состав инверта?
9. Какие аминокислоты входят в состав аспартата?
10. Назовите основные пищевые кислоты.
11. Опишите способ получения дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*.
12. Какие штаммы дрожжей используются в пивоварении?
13. Назовите основные пути улучшения биологической питательной ценности кормовых белков.
14. Назовите способы получения кормовых белковых препаратов из дрожжей.
15. Опишите способ получения кормового белка из водорослей.
16. Опишите способ получения кормового белка из микроскопических грибов.
17. Какие технологии получения высокобелковых кормов из вегетативной массы растений разработаны и используются в настоящее время?
18. Какие продукты можно получать при комплексной переработке биомассы микроорганизмов?
19. В чем состоят особенности биотехнологий получения кормовых липидных препаратов?
20. Назовите общие показатели загрязненности сточных вод.
21. Какие способы определения органических веществ в сточных водах наиболее широко используются? Дайте их характеристику.
22. В чем состоят преимущества и недостатки биохимических способов очистки сточных вод?
23. Назовите и охарактеризуйте группы аэробных процессов биоочистки.
24. Что представляет собой активный ил?
25. В чем преимущества и недостатки переработки отходов с помощью активного ила?
26. Какие классы простейших встречаются в активном иле?
27. Что показывает коэффициент протозойности K_p ?

28. Назовите виды аэротенков.
29. В чем состоит принцип «псевдосжиженного слоя»?
30. Изобразите схему экстракции белка из ила.
31. Биотехнология очистки сточных вод.
32. Биологическое потребление кислорода (БПК).
33. Аэробная переработка отходов (в присутствии кислорода).
34. Экстенсивные методы и интенсивные способы. Коэффициент зооглейности (k_z). Коэффициент протозойности кр.
35. Аэротенки (достоинства и недостатки).
36. Анаэробное разложение (кислая и метановая стадии процесса брожения). Фазы метанового брожения.
37. Извлечение полезных веществ (из воды, отходов сельскохозяйственного производства.)
38. Биоочистка газовоздушных выбросов.
39. Биотехнологии и получение металлов.
40. Бактериальное выщелачивание.
41. Обогащение руд и концентратов. Биоэнергетика.
42. Ксенобиотики и их биodeградация. Биоремедиация.