

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО
Директор института
магистратуры



И.В. Космачева
« 26 » мая 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор химико-технологического
института



Р.Н. Ястребинский
« 26 » мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

Современные биохимические технологии в защите окружающей среды

Направление подготовки (специальность):

19.04.01 Биотехнология

Направленность программы (профиль, специализация):

Биотехнология в промышленности и агропромышленном комплексе

Квалификация

магистр

Форма обучения

очная

Институт химико-технологический

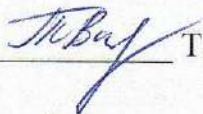
Кафедра промышленной экологии

Белгород 2022


Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 19.04.01 – «Биотехнология», утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 10 августа 2021 г. № 737;


- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2022 году.

Составитель: канд. техн. наук, доцент  Т.А. Василенко

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры промышленной экологии «28» апреля 2022 г., протокол № 8


Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  С.В. Свергузова

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой промышленной экологии

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  С.В. Свергузова

«28» апреля 2022 г., протокол № 8

Рабочая программа одобрена методической комиссией химико-технологического института «16» мая 2022 г., протокол № 9

Председатель: канд. техн. наук, доцент  Л.А. Порожняк

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен оценивать воздействие биотехнологических систем на окружающую среду, выбирать и использовать современные физико-химические и биологические методы для решения профессиональных задач в биотехнологии	ПК-2.1 Выбирает и использует современные физико-химические и биологические методы для решения профессиональных задач в биотехнологии	В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: основные материалы и оборудование для проведения биотехнологических процессов с целью получения биологически активных соединений и продуктов Уметь: проводить работы по выбору, подготовке объектов, материалов, оборудования для проведения биотехнологических процессов; осуществлять оптимизацию процессов биосинтеза Владеть: методами приготовления питательных сред для культивирования микроорганизмов, предварительной обработке сырья для питательных сред с учетом требований производственной асептики
		ПК-2.2 Оценивает воздействие биотехнологических систем на окружающую среду и выбирает методы для решения профессиональных задач в биотехнологии	Знать: основные принципы организации процессов биотехнологии, управляющие параметры в биотехнологических процессах, процессах биосинтеза; методы оценки эффективности процессов биосинтеза; схемы биотехнологических процессов получения биологически активных веществ Уметь: осуществлять контроль количественных и качественных показателей получаемой в биотехнологических процессах продукции; выбирать рациональную схему биосинтеза, оценивать технологическую эффективность производства; осуществлять оптимизацию процессов биосинтеза Владеть: методами анализа эффективности процесса биосинтеза, работы биотехнологических производств, определения технологических показателей процесса

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-2. Способен оценивать воздействие биотехнологических систем на окружающую среду, выбирать и использовать современные физико-химические и биологические методы для решения профессиональных задач в биотехнологии

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Бионанотехнологии в очистке воды
2	Оценка воздействия биотехнологических систем и производств на окружающую среду
3	Биологические методы оценки качества окружающей среды
4	Экологическая диагностика качества среды биологическими методами
5	Современные экспериментальные методы исследований в биотехнологии
6	Современные биохимические технологии в защите окружающей среды
7	Ликвидация последствий биокоррозионных процессов
8	Биокоррозионная активность микроорганизмов

9	Производственная технологическая практика
10	Производственная эксплуатационная практика
11	Производственная преддипломная практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Форма промежуточной аттестации экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	55	55
лекции	17	17
лабораторные	34	34
практические	-	-
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	4	4
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	125	125
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	71	71
Экзамен	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Наименование тем, их содержание и объем Курс 1, семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная
1. Технологические стадии биосинтеза					
	Биосинтез биологически активных веществ (БАВ). Основы процессов биосинтеза на молекулярном уровне: репликация, транскрипция, трансляция и др. Общие закономерности синтеза БАВ. Группы субстратов, биологических агентов и образующие в биотехнологических процессах продукты. Основные технологические стадии микробиологического синтеза БАВ. Предферментация (подготовительные работы). Ферментация (накопление и выделение целевого продукта). Обобщенная схема биотехнологических процессов. Технология подготовки питательных сред. Принципиальная схема процесса приготовления и стерилизации питательной среды. Культуральная жидкость. Способы выделения целевого продукта.	6		8	17
2. Основное оборудование биосинтеза					
	Аппаратурное оформление микробиологических производств. Общие показатели биообъектов в процессе биосинтеза БАВ. Конструкции ферментаторов для культивирования продуцентов БАВ. Классификация ферментаторов по способу ввода в аппарат энергии для перемешивания. Ферментаторы периодического действия, с эрлифтом, с самовсасывающей мешалкой непрерывного действия.	4		8	19
3. Биосинтез основных биологических активных веществ					
	Биосинтез витаминов и основные продуценты при их получении. Получения лимонной кислоты с использованием штаммов плесневого гриба. Микробиологический синтез этилового спирта, лизина и органических кислот. Микробиологический метод получения ферментов. Технологии производства ферментов с применением целлюлозосодержащих отходов. Технология изготовления иммунобиологических препаратов (антибиотиков, витаминов и гормонов). Пути биотехнологического получения биопестицидов, биоудобрений. Получение кормовой биомассы на гидролизатах растительного сырья	18		8	18
4. Особенности штаммов микроорганизмов, применяемых в биосинтезе					
	Оценка степени чистоты воздуха производственных помещений. Биологическая активность микроорганизмов. Технология подготовки посевного материала (лабораторный этап, производственный этап). Требования к промышленным штаммам микроорганизмов, используемых в биосинтезе БАВ. Технология выделения и очистки конечных продуктов ферментации. Основы биосинтеза на основе технологии производства белка одноклеточными, незаменимых аминокислот, ферментных препаратов и других веществ.	6		10	17
	ВСЕГО	17		34	71

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрены

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Кол-во часов	Кол-во часов СРС
Семестр № 4				
1	Технологические стадии биосинтеза	Лабораторная работа № 1. Изучение физиолого-биохимических свойств новых штаммов микроорганизмов, выделенных из промышленных органо-минеральных отходов	2	10
		Лабораторная работа № 2. Получение экспериментальной питательной среды с использованием термообработанных личинок мухи Черная львинка (<i>Hermetia illucens</i>)	3	
		Лабораторная работа № 3. Получение экспериментальных питательных сред с использованием вторичных материальных ресурсов	3	
2	Основное оборудование биосинтеза	Лабораторная работа № 4. Эксплуатация параллельного настольного биореактора Multifors 2. Эксплуатационные и технические требования	4	10
		Лабораторная работа № 5. Ферментация в настольном биореакторе Multifors с целью получения биомассы. Стерилизация сосуда после ферментации.	4	
3	Биосинтез основных биологических активных веществ	Лабораторная работа № 6. Получение уксусной кислоты с помощью уксуснокислых бактерий	2	10
		Лабораторная работа № 7. Образование лимонной кислоты грибом <i>Aspergillus niger</i>	3	
		Лабораторная работа № 8. Культивирование продуцентов белка с использованием дрожжей-продуцентов	3	
4	Особенности штаммов микроорганизмов, применяемых в биосинтезе	Лабораторная работа № 9. Ферментативное осахаривание. Метод определения амилолитической активности ферментного препарата (амилосубтилина) – источника α -амилазы (АС)	2	12
		Лабораторная работа № 10. Изучение морфологических характеристик микроорганизмов – продуцентов БАВ (антибиотика). Изучение влияния антибиотиков и отваров специй, лекарственных трав на рост культуры различных микроорганизмов	2	
		Лабораторная работа № 11. Исследование антагонистических отношений между различными группами микроорганизмов.	3	

		Лабораторная работа № 12. Микроорганизмы – деструкторы ПАВ в водных средах	3	
	ИТОГО:		34	42

4.4. Содержание курсовой работы

Не предусмотрена

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Учебным планом предусмотрено выполнение расчетно-графического задания (РГЗ). В процессе выполнения РГЗ осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудиториях и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета. Исходные данные для расчета выдаются преподавателем. На выполнение РГЗ студент затрачивает 18 часов. Целью РГЗ по дисциплине является приобретение навыков расчета основных технологических показателей биосинтеза. Задачей расчетного задания является: приобретение студентами умений и навыков использования современных теоретических и научно-технических методов и устройств в решении конкретных практических задач в части расчета и выбора оборудования для проведения технологического процесса. Тема РГЗ «Расчет ферментёра с механической мешалкой и барботёром».

Объем РГЗ составляет в среднем до 20 страниц формата А4 и содержит титульный лист, теоретическую часть, расчетную часть и краткие выводы по полученным результатам. Размер шрифта 12 пунктов, межстрочный интервал - 1,5, отступ красной строки - 1,0 см. Поля: сверху и снизу 20 мм, слева - 30 мм, справа - 10 мм. Нумерация страниц сверху по центру, выравнивание по ширине. Библиографический список должен включать в себя не менее 9 источников, которые следует располагать в порядке упоминания в тексте. Выполнение РГЗ завершается его защитой.

Заключение (выводы) в РГЗ обязательны. Список литературы оформляется по ГОСТ Р 7.0.100-2018 «Библиографическая запись. Студентам предлагается в теоретической части РГЗ следующие темы (для написания используются патенты; объем информации в РГЗ до 5 стр.):

1. Способ получения генно-инженерного инсулина
2. Витамин В₂ (рибофлавин). Основные продуценты. Схема биосинтеза и пути интенсификации процесса.
3. Способ переработки крахмалсодержащего растительного сырья для приготовления компонентов ферментационных сред, используемых в микробиологической промышленности при культивировании микроорганизмов
4. Способ получения автолизата дрожжей
5. Биосинтез бактериальной целлюлозы
6. Биосинтез кормовых дрожжей на различных средах
7. Микробиологический метод получения ферментов
8. Получение и применение амилосубтилина и глюкаваморина (бактериальных ферментных препаратов)
9. Образование лимонной кислоты грибом *Aspergillus niger*
10. Культивирование продуцентов белка
11. Фармацевтическое биотехнологическое получение препаратов
12. Среда для получения каротиноидов микроорганизмами-продуцентами и регуляция биосинтеза
13. Микробиологический синтез витаминов и конструирование штаммов продуцентов методами генетической инженерии.
14. Получение аминокислот с помощью иммобилизованных клеток и ферментов

15. Микробиологический синтез аминокислот. Продуценты.

Здание в расчетной части: определить основные конструктивные и энергетические показатели ферментёра общим объемом V (м^3), предназначенного для выращивания культуры на искусственных средах со следующими параметрами:

Плотность жидкой культуры, ρ ($\text{кг}/\text{м}^3$).

Динамическая вязкость μ ($\text{МПа}\cdot\text{с}$).

Теплоемкость среды c ($\text{кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$).

Коэффициент теплопроводности среды λ ($\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$).

Рабочее давление при стерилизации паром p (МПа).

Коэффициент заполнения K .

Рабочий объем аппарата $V_p = KVP$ (м^3).

Внутренний диаметр аппарата принимаем $D_{\text{вн}}$ (мм).

Температура воды на входе в рубашку ферментёра t_1 ($^{\circ}\text{C}$)

Температура воды на выходе из рубашки t_2 ($^{\circ}\text{C}$)

Количество сахара питательной среды m , (кг).

Период усвоение сахара развивающейся культурой микроорганизмов τ , (ч).

Тип мешалки задается преподавателем: лопастная, рамная турбинная или пропеллерная. РГЗ должно состоять из следующих основных разделов:

- введение;
- теоретическая часть (характеристика производства);
- расчетная часть;
- заключение;
- список литературы.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

Компетенция ПК-2 Способен оценивать воздействие биотехнологических систем на окружающую среду, выбирать и использовать современные физико-химические и биологические методы для решения профессиональных задач в биотехнологии

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.1 Выбирает и использует современные физико-химические и биологические методы для решения профессиональных задач в биотехнологии	Экзамен, защита РГЗ, защита лабораторных работ, текущий тестовый контроль
ПК-2.2 Оценивает воздействие биотехнологических систем на окружающую среду и выбирает методы для решения профессиональных задач в биотехнологии	Экзамен, защита РГЗ, защита лабораторных работ, текущий тестовый контроль

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Компетенция	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Технологические стадии биосинтеза	ПК-2	1. Принципиальная схема процесса приготовления и стерилизации питательной среды 2. Основы процессов биосинтеза на молекулярном уровне: репликация, транскрипция, трансляция

			<p>3. Классификация питательных субстратов: углеводные источники углерода и источники азотного и фосфорного питания</p> <p>4. Побочные продукты производства как питательные субстраты</p> <p>5. Принципы составления рецептур питательных сред</p> <p>6. Основные технологические стадии микробиологического синтеза БАВ; схема биотехнологических процессов биосинтеза</p> <p>7. Характеристика стадии предферментации (подготовительные работы).</p> <p>8. Характеристика стадии ферментации (накопление и выделение целевого продукта).</p> <p>9. Культуральная жидкость. Способы выделения целевого продукта.</p> <p>10. Группы биологических агентов и образуемые в биотехнологических процессах продукты</p> <p>11. Промышленные продукты микробиологического синтеза. Состав питательной среды</p>
2	Основное оборудование биосинтеза	ПК-2	<p>12. Стадии ферментации. Периодические и проточные режимы</p> <p>13. Ферментеры с подводом энергии к газовой фазе.</p> <p>14. Ферментеры с вводом энергии жидкой фазой.</p> <p>15. Ферментеры с подводом энергии к газовой и жидкой фазам.</p> <p>16. Ферментаторы периодического действия, с эрлифтом, с самовсасывающей мешалкой непрерывного действия.</p> <p>17. Турбидостатный и хемостатный способы управления ферментерами.</p> <p>18. Постферментационная стадия получения готовой продукции в ферментерах.</p>
3	Биосинтез основных биологических активных веществ	ПК-2	<p>19. Характеристика витамина В12 и основные продуценты при его получении</p> <p>20. Микробиологический синтез лизина</p> <p>21. Механизмы биосинтеза антибиотиков</p> <p>22. Биотехнология антибиотиков</p> <p>23. Промышленное получение органических кислот</p> <p>24. Промышленное получение уксусной кислоты</p> <p>25. Промышленное получение молочной кислоты</p> <p>26. Промышленное получение пропионовой и глюконовой кислоты</p> <p>27. Промышленное получение инсулина</p> <p>28. Биотехнологические способы получения биопестицидов</p> <p>29. Процессуальная схема производства этилового спирта</p> <p>30. Приготовление дрожжей из чистой культуры и сусла, сбраживание сусла при производстве этилового спирта</p> <p>31. Биотехнологические способы получения биологических удобрений. Бактериальные препараты</p> <p>32. Получения лимонной кислоты с использованием штаммов плесневого гриба <i>Aspergillus niger</i></p>
4	Особенности штаммов микроорганизмов, применяемых в биосинтезе	ПК-2	<p>33. Физиолого-биохимические свойства чистых культур микроорганизмов</p> <p>34. Методы стерилизации. Очистка и стерилизация воздуха</p> <p>35. Преимущества создания и использования биосистем с иммобилизованными биологическими агентами</p>

			36. Микробиологический метод получения ферментов 37. Технологии производства ферментов с применением целлюлозосодержащих отходов 38. Методы выделения и очистки ферментов 39. Технология подготовки посевного материала (лабораторный этап, производственный этап). 40. Технология выделения и очистки конечных продуктов ферментации. 41. Продуценты антибиотиков, белка, незаменимых аминокислот, ферментных препаратов 42. Требования к промышленным штаммам микроорганизмов, используемых в биосинтезе БАВ 43. Продуценты витамина С, биотина, рибофлавина
--	--	--	---

Промежуточная аттестация в конце семестра осуществляется в форме экзамена после изучения всех разделов дисциплины. К экзамену допускаются студенты, выполнившие все требования, предъявляемые к изучению дисциплины: выполнение и защита лабораторных работ, выполнение и защита практических заданий и РГЗ.

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме защиты лабораторных и практических работ, итоговый тестовый контроль, защиты РГЗ. Перед выполнением лабораторной работы преподаватель осуществляет допуск к лабораторным работам; на практических занятиях преподаватель проводит собеседование студентов по освоению теоретического материала по данной теме и проводит разбор заданий.

Собеседование предполагает специальную беседу с обучающимся и позволяет оценить объем его **знаний и умений** по определенному разделу дисциплины «Основы биосинтеза». Текущий контроль изучения теоретического материала возможен с применением тестирования. Контрольные задания построены по принципу от простого к сложному.

Типовые вопросы для защиты РГЗ

Наименование темы РГЗ	Содержание вопросов (типовых заданий)
Тема РГЗ: Расчет ферментёра с механической мешалкой и барботёром (ПК-2)	1. Назовите основные параметры ферментёра? 2. Назовите типы мешалок и их параметры. 3. От чего зависит число оборотов мешалки? 4. От чего зависит мощность, потребляемая одной мешалкой на перемешивание среды, без учета влияния вспомогательных устройств? 5. В чем заключается тепловой расчет ферментёра? 6. От чего зависит продуктивность по биомассе для периодического процесса Q_x , г/л в час? 7. От чего зависит продуктивность по целевому продукту для периодического процесса, Q_p , г/л в час? 8. Чем определяется общая продуктивность (P_{ap}) в биореакторе?

	<p>9. В чем заключаются особенности ферментеров с подводом энергии к газовой фазе?</p> <p>10. В чем заключаются особенности ферментеров с вводом энергии жидкой фазой?</p> <p>11. В чем заключаются особенности ферментеров с подводом энергии к газовой и жидкой фазам?</p> <p>12. В чем заключаются особенности ферментеров периодического действия, с эрлифтом, с самовсасывающей мешалкой непрерывного действия?</p>
--	--

Типовые вопросы для защиты лабораторных работ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины и лабораторной работы	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	<p>Биосинтез основных биологических активных веществ (ПК-2). Лабораторная работа № 1. Ферментативное осахаривание. Метод определения амилолитической активности ферментного препарата (амилосубтилина) – источника α-амилазы (АС)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Амилолитическую активность исследуемых ферментных препаратов (ФП) обеспечивают ферменты: амилаза и глюкоамилаза, катализирующие гидролиз крахмала. Опишите данный процесс 2. Что такое ферментативный гидролиз? 3. В чем отличие бактериальных и грибных α-амилаз? 4. Что принимают за единицу амилолитической активности (АС)? 5. Для определения амилолитической активности какие используют средства измерений? 6. Метод основан на количественном определении прогидролизованного крахмала в результате его гидролиза ферментами амилолитического комплекса до декстринов различной молекулярной массы в стандартных условиях. Какие параметры температуры и рН? 7. Количество прогидролизованного крахмала определяется колориметрическим методом по какому признаку?
1	<p>Технологические стадии биосинтеза (ПК-2) Лабораторная работа № 2. Изучение физиолого-биохимических свойств новых штаммов микроорганизмов, выделенных из промышленных органо-минеральных отходов</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Каким образом получали суспензию микроорганизмов из органо-минерального отхода? 2. Каков состав питательной среды для выращивания микроорганизмов, выделенных из органо-минерального отхода (отход отработанного перлита от производства кормовых добавок)? 3. Чем отличается состав микробиологических исследований свалочных новообразований, формирующихся на рекультивированном полигоне? 4. В пробах свалочных новообразований рекультивированного полигона отходов какие группы микроорганизмов выявляют? 5. По какой формуле ведут подсчет выросших колоний микроорганизмов на твердых средах?
2	<p>Технологические стадии биосинтеза (ПК-2) Лабораторная работа № 3. Получение экспериментальной питательной среды с использованием термообработанных личинок мухи Черная львинка (<i>Hermetia illucens</i>)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Как используются высушенные личинки <i>Hermetia illucens</i>? 2. Какова технология разведения личинок мухи Черная львинка (<i>Hermetia illucens</i>), обеспечивающей получение высокоэффективного белково-липидного компонента кормовых рационов? 3. Как культивируют муху Черная львинка? 4. Каков состав экспериментальной питательной среды, содержащей вытяжку из мухи Черная львинка

		<p>(<i>Hermetia illucens</i>)?</p> <p>5. Какими свойствами обладает экспериментальная питательная среда, содержащая вытяжку из мухи Черная львинка (<i>Hermetia illucens</i>)?</p>
3	<p>Технологические стадии биосинтеза (ПК-2) Лабораторная работа № 3. Получение экспериментальных питательных сред с использованием вторичных материальных ресурсов</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Каков стандартный состав питательной среды Сабуро? 2. Что используется в качестве углеводов в составе среды Сабуро? 3. Какие микроорганизмы можно выращивать на питательной среде Сабуро? 4. Какой вывод можно сделать по результатам о количестве и размере колоний, которые получили на стандартной и экспериментальных твердых средах? 5. Возможно ли использование экспериментальной среды в жидком виде, какие условия для этого необходимы?
4	<p>Основное оборудование биосинтеза (ПК-2) Лабораторная работа № 4. Эксплуатация параллельного настольного биореактора Multifors 2. Эксплуатационные и технические требования</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Оборудование используется в качестве биореактора Multifors 2 для культивирования каких клеток? 2. Охарактеризуйте систему привода мешалки, крыльчатки (скорость вращения; материал и материал корпуса подшипников; привод)? 3. С какой целью добавляют в биореактор реагент пеногаситель? 4. Какие системы измерения имеются у параллельного настольного биореактора Multifors 2? 5. Каково строение имеет сосуд для культивирования бактерий?
5	<p>Основное оборудование биосинтеза (ПК-2) Лабораторная работа № 5. Ферментация в настольном биореакторе Multifors с целью получения биомассы. Стерилизация сосуда после ферментации.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Как осуществляется стерилизация сосуда и при какой температуре? 2. Расскажите о системе регулировки температуры? 3. Прибор оборудован соответствующими компонентами для подачи газа (ротаметр, соленоидные клапаны, регуляторы массового расхода). Какие газы можно использовать? 4. В чем принцип работы пробоотборника «Super Safe» для асептического отбора проб? 5. Пробоотборник «Super Safe» может использоваться для асептического отбора проб в каких ситуациях? 6. Какие этапы необходимы при подготовке к стерилизации в автоклаве? 7. Возможны разные методы внесения посевного материала: 1) концентрированного в небольшом объеме, с помощью шприца через мембрану в сосуд; 2) с помощью иглы путем прокола мембраны с кольцом непосредственно в сосуд; 3) непосредственно через входное отверстие без мембраны в ламинарном боксе. В чем их отличие? 8. Перед внесением посевного материала какие действия необходимо выполнить?
6	<p>Биосинтез основных биологических активных веществ (ПК-2) Лабораторная работа № 6. Получение уксусной кислоты с помощью уксуснокислых бактерий</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Уксуснокислые бактерии способны окислять этиловый спирт в уксусную кислоту, но и пропиловый и бутиловый спирт. Напишите названия этих веществ. 2. Приведите суммарную схему процесса получения уксусной кислоты в виде уравнений. 3. Число видов уксуснокислых бактерий очень велико. Охарактеризуйте данные виды.

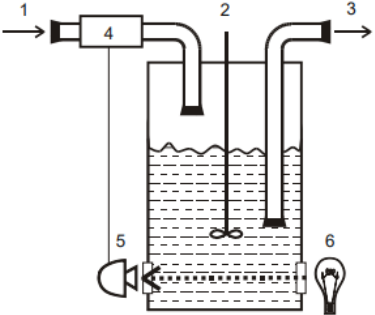
		<p>4. Каково практическое значение уксуснокислого брожения.</p> <p>5. Известны три способа производства уксусной кислоты. Охарактеризуйте их.</p> <p>6. Почему органические кислоты, полученные микробиологическим синтезом, предпочтительнее использовать в пищевой промышленности, чем кислоты, полученные органическим синтезом?</p> <p>7. Какие микроорганизмы являются продуцентами уксусной кислоты?</p> <p>8. Перечислите культуральные и морфологические признаки <i>Acetobacter aceti</i>.</p> <p>9. Какие факторы влияют на процесс культивирования уксуснокислых бактерий и количество образовавшейся уксусной кислоты?</p> <p>10. Какой способ используют для промышленного получения уксусной кислоты и чем он отличается от используемых ранее способов?</p>
7	<p>Биосинтез основных биологических активных веществ (ПК-2). Лабораторная работа № 7. Образование лимонной кислоты грибом <i>Aspergillus niger</i></p>	<p>1. В чем заключается сущность лиофильной сушки? Опишите оборудование и принцип работы установки для лиофильной сушки.</p> <p>2. Как провести стерилизацию компонентов питательной среды, которые не могут подвергаться воздействию высокой температуры?</p> <p>3. Укажите состав питательной среды для выращивания грибом <i>Aspergillus niger</i></p> <p>4. Какова формула лимонной кислоты и каков механизм ее образования грибом?</p>
8	<p>Биосинтез основных биологических активных веществ (ПК-2). Лабораторная работа № 8. Культивирование продуцентов белка с использованием дрожжей-продуцентов</p>	<p>1. Расскажите этапы работы. Какие питательные среды используются?</p> <p>2. Как получают посевной материал в качалочных колбах?</p> <p>3. Как проводят построение кривой роста культуры и расчет удельной скорости роста?</p> <p>4. Как выделяют биомассу из культуральной жидкости?</p> <p>5. Как проводят определение содержания белка в биомассе дрожжей?</p>
9	<p>Биосинтез основных биологических активных веществ (ПК-2). Лабораторная работа № 9. Ферментативное осахаривание. Метод определения амилолитической активности ферментного препарата (амилосубтилина) – источника α-амилазы (АС)</p>	<p>1. Амилолитическую активность исследуемых ферментных препаратов (ФП) обеспечивают ферменты: амилаза и глюкоамилаза, катализирующие гидролиз крахмала. Опишите данный процесс</p> <p>2. Что такое ферментативный гидролиз?</p> <p>3. В чем отличие бактериальных и грибных α-амилаз?</p> <p>4. Что принимают за единицу амилолитической активности (АС)?</p> <p>5. Для определения амилолитической активности какие используют средства измерений?</p> <p>6. Метод основан на количественном определении прогидролизованного крахмала в результате его гидролиза ферментами амилолитического комплекса до декстринов различной молекулярной массы в стандартных условиях. Какие параметры температуры и рН?</p> <p>7. Количество прогидролизованного крахмала определяется колориметрическим методом по какому признаку?</p>

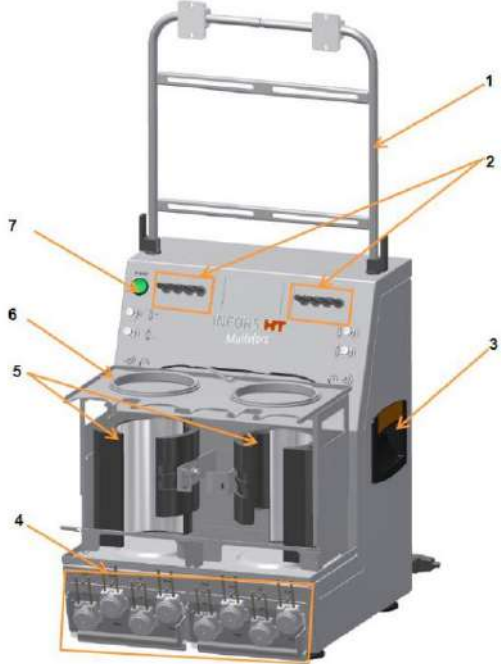
10	Биосинтез основных биологических активных веществ (ПК-2). Лабораторная работа № 10. Изучение морфологических характеристик микроорганизмов – продуцентов БАВ (антибиотика). Изучение влияния антибиотиков и отваров специй, лекарственных трав на рост культуры различных микроорганизмов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какими свойствами обладает антибиотик? 2. Какие микроорганизмы – продуценты антибиотиков вам знакомы? 3. Дайте характеристику колониям и микроморфологии грибов рода Пеницилл (<i>Penicillium</i>) 4. Опишите схему выделения микроорганизмов – продуцентов антибиотиков из природных источников. 5. Из каких этапов складывается процесс получения новых антибиотиков? 6. Какое влияние оказывают антибиотики на рост культуры различных микроорганизмов? 7. Какое влияние могут оказывать отвары лекарственных трав или отвары специй на рост культуры различных микроорганизмов? 8. Назовите места естественного обитания продуцентов антибиотиков?
11	Особенности штаммов микроорганизмов, применяемых в биосинтезе (ПК-2). Лабораторная работа № 11. Исследование антагонистических отношений между различными группами микроорганизмов.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дайте определение термину антогонизм. 2. Механизмы и эффекты микробной регуляции антагонистической активности бактерий могут быть разнообразными. К усилению антагонистических свойств культуры способны приводить какие факторы? 3. Каково влияние метаболитов пробиотических и патогенных бактерий на антагонистическую активность <i>Lactobacillus acidophilus</i> вам известны из литературных источников? 4. Микроорганизмы, живущие в одной и той же среде, воздействуют друг на друга. Взаимоотношения между ними могут быть разными: метабиоз, паразитизм, симбиоз, антагонизм. Дайте характеристику этим терминам 5. Как вы исследовали антагонистические отношения между различными группами микроорганизмов?
12	Особенности штаммов микроорганизмов, применяемых в биосинтезе (ПК-2). Лабораторная работа № 12. Микроорганизмы – деструкторы ПАВ в водных средах	<ol style="list-style-type: none"> 1. При изучении культуральных свойств выделенных штаммов микроорганизмов какие показатели изучают? 2. Морфологические свойства бактерий изучают микроскопированием фиксированных окрашенных препаратов. Что относится к морфологическим признакам бактерий? 4. Каким образом получали вытяжку из отхода? 5. Охарактеризуйте принцип метода определения ПАВ в воде? 6. Какие виды активности вам известны при изучении бактериальных штаммов? 7. Как изучали способность деградировать ПАВ исследуемыми бактериальными штаммами?

Типовые варианты тестов для текущего контроля в семестре

Раздел дисциплины	Вопросы	Ответы
Технологические стадии биосинтеза (ПК-2)	Что является главным критерием при отборе продуцента в качестве биообъекта?	<ol style="list-style-type: none"> 1) быстрое накопление биомассы 2) устойчивость к заражению посторонней микрофлорой 3) способность синтезировать целевой продукт

		<p>4) способность расти на дешевых питательных средах</p> <p>5) секреция целевого продукта в культуральную жидкость</p>
	<p>Передача наследственной информации осуществляется благодаря следующим процессам:</p>	<p>Выберите верное соответствие терминам:</p> <p>1. Репликация – это ...</p> <p>2. Транскрипция – это ...</p> <p>3. Трансляция – это ...</p> <p>А) генетической информации, содержащаяся уже в нуклеотидной последовательности молекулы РНК, переводится в аминокислотную последовательность белка</p> <p>Б) происходит образование дочерних молекул ДНК, первичная структура которых идентична родительской ДНК (копирование ДНК)</p> <p>В) перевод генетической информации, уже содержащейся в нуклеотидной последовательности молекулы РНК, в аминокислотную последовательность белка</p>
	<p>Микроорганизмы, используемые в промышленности для получения целевых продуктов:</p>	<p>Выберите верное соответствие:</p> <p>А) пекарские дрожжи, этанол</p> <p>Б) L-лизин</p> <p>В) пенициллины</p> <p>Г) уксус</p> <p>Д) швейцарский сыр</p> <p>Е) микробный белок</p> <p><u>Выбрать варианты для соответствия:</u></p> <p>1) <i>Corynebacterium glutamicum</i></p> <p>2) <i>Saccharomyces cerevisia</i></p> <p>3) <i>Penicillium chrysogenum</i></p> <p>4) <i>Propionibacterium shermanii</i></p> <p>5) <i>Gluconobacterium suboxidans</i></p> <p>6) <i>Candida utilis</i></p>
	<p>Грибы насчитывают десятки тысяч видов. Они имеют клеточное ядро. Сочетают в себе черты:</p>	<p>1) клеток растений</p> <p>2) клетки животных</p> <p><i>Варианты ответов для выбора соответствия:</i></p> <p>А) прочная клеточная стенка;</p> <p>Б) нуждаются в некоторых витаминах и способны синтезировать полисахариды: хитин и гликоген;</p> <p>В) состоят из низкомолекулярных РНК</p>
	<p>Легкодоступными источниками углерода считаются сахара (<i>указать варианты буквы</i>). Далее следует следующая группа полисахаридов (<i>укажите букву</i>)</p>	<p>А) глюкоза, сахароза, лактоза;</p> <p>Б) целлюлоза, гемицеллюлоза, крахмал;</p> <p>В) жидкие углеводороды;</p> <p>В) глюкоза; гликоген; пектин</p>
<p>Основное оборудование биосинтеза (ПК-2)</p>	<p>Необходимо выбрать верные варианты соответствия:</p> <p>А) <i>Поверхностная ферментация</i> на жидких субстратах реализуется в кюветах со средой, помещенных в вентилируемые воздухом камеры.</p> <p>Б) <i>Глубинное культивирование</i> микроорганизмов происходит во всем объеме жидкой питательной среды,</p>	<p>Варианты ответов:</p> <p>1) культивирование осуществляется периодическим и непрерывным способами; воздух подводится;</p> <p>2) культура потребляет кислород непосредственно из газовой фазы – воздуха;</p> <p>3) подводится чистый озон – аллотропная модификация кислорода в среду</p>

	<p>содержащей растворенный субстрат.</p>	
	<p>Различают хемостатный и турбидостатный режимы непрерывного культивирования микроорганизмов</p>	<p>А) при турбидостате Б) при хемостате</p> <p><i>Варианты ответов для выбора соответствия:</i></p> <p>1) в системе ограничивают рост культуры двух элементов питания (углерода и кислорода) при нелимитируемых количествах остальных; 2) в системе ограничивают рост культуры одним элементом питания (углерода, кислорода, соответствующего витамина и др.) при нелимитируемых количествах остальных; 3) скорость притока среды такова, что концентрация биомассы в системе постоянна</p>
	<p>Подпишите номера позиций в схеме биореактора для проточного культивирования микроорганизмов (режим – турбидостат с автоматической регуляцией оптической плотности).</p> <p><i>Ответ должен быть оформлен как 1А</i></p>	 <p>Обозначения, для которых нужно поставить буквенное обозначение к указанной цифре на схеме ферментера:</p> <p>А) насос Б) источник света В) сток культуры Г) поступление среды Д) мешалка Е) фотоэлемент</p>
	<p>Конструктивные различия биореакторов определяются в основном способами подвода энергии и аэрации среды. Необходимо выбрать соответствия для них:</p> <p><i>Ответ должен быть оформлен как 1А</i></p>	<p>А) биореакторы с подводом энергии к газовой фазе; Б) биореакторы с подводом энергии к жидкой фазе; В) биореакторы с комбинированным подводом энергии.</p> <p><i>Варианты ответов:</i></p> <p>1) аппарат с самовсасывающей турбиной, имеющий цилиндрический диффузор и мешалку с полыми лопастями и валом, при вращении которой за счет создаваемого разрежения происходит самовсасывание воздуха, благодаря чему происходит подъем жидкости; 2) в аппаратах данного типа аэрация и перемешивание культуральной жидкости осуществляются сжатым воздухом, который подается в биореактор под определенным давлением; 3) вводятся вторичные метаболиты – соединения, не требующиеся для роста микроорганизмов и не связанные с их ростом (антибиотики, алкалоиды, гормоны роста и токсины);</p>

	<p>Параллельный настольный биореактор <i>Multifors 2</i> имеет следующую комплектацию. Укажите верное соответствие</p> <p><i>Ответ должен быть оформлен как 1А</i></p> <p>А) термоблок; Б) держатель сосуда и опорная рама; В) выключатель питания; Г) ручка для переноски на основном приборе; Д) рама оборудования; Е) тумблер переключения потока насосов; Ж) насосы</p>	<p>4) основными конструкционными элементами являются перемешивающие устройства всех известных типов, а также наличие в совокупности насосов и перемешивающих устройств.</p> 
<p>Биосинтез основных биологических активных веществ (ПК-2)</p>	<p>В настоящее время биотехнологическими способами получают в промышленных масштабах ряд органических кислот.</p> <p>А) уксусную кислоту продуцируют Б) лимонную кислоту продуцируют В) молочную кислоту продуцируют</p>	<p>Укажите верное соответствие</p> <p><i>Ответ должен быть оформлен как 1А</i></p> <p>1) <i>Aspergillus niger</i> и <i>Aspergillus wentii</i> 2) <i>Acetobacter</i> и <i>Gluconobacter</i> 3) <i>Lactobacillus delbrueckii</i> 4) <i>Penicillium</i></p>
	<p>Молочная кислота производится промышленным способом с помощью молочнокислых бактерий. бактерии преобразуют в молочную кислоту самые разные углеводы. получают методом анаэробной глубоинной ферментации и добавляют мел. Образуется лактат кальция.</p>	<p>Кристаллы лактата отделяют центрифугированием. Молочную кислоту из лактата получают по реакции в соответствии с уравнением:</p> <p>1) $\text{Ca}(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3)_2 + \text{FeCl}_3 = \text{CaCl}_2 + \text{Fe}(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3)_3$ 2) $\text{Ca}(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3 + \text{CaSO}_4$</p>
	<p>Процесс ферментации лимонной кислоты сложен. Синтез лимонной кислоты реализуется при больших концентрациях сахаров в среде. Для выделения лимонной кислоты на постферментационной стадии из раствора ее связывают по уравнению:</p>	<p>Укажите верное уравнение реакции связывания</p> <p>1) $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 + \text{NaOH} = \text{H}_2\text{O} + \text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$. 2) $2 \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 + 3 \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Ca}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$</p>
	<p>Синтез витамина В12 зависит от условий культивирования. К ним относятся (<i>укажите несколько пунктов</i>)</p>	<p>1) температура и продолжительность проведения процесса 2) состав питательной среды 3) содержание ионов кобальта, используемого в качестве предшественника при синтезе витамина В12. 4) содержание ионов кадмия, используемого в качестве предшественника при синтезе витамина В12</p>
	<p>У промышленных мутантных</p>	<p>1) на собственный биосинтез; 2) жизнедеятельность своего продуцента.</p>

	штаммов (рабочий термин «супер-продуценты») антибиотик, образующийся в огромном количестве, не должен влиять:	
Особенности штаммов микроорганизмов, применяемых в биосинтезе (ПК-2).	Технологический воздух для биотехнологического производства стерилизуют:	1) УФ-облучением 2) нагреванием 3) фильтрованием 4) радиацией в малых дозах 5) антибиотическими веществами
	В микробной клетке распределение ферментов строго упорядоченно. Укажите локализацию ферментов в клетке (<i>выбрать верные соответствия</i>)	А) Ферменты белкового синтеза; Б) Ферменты энергетического обмена и транспорта питательных веществ: <i>Ответ должен быть оформлен как 1А</i> 1) локализованы в цитоплазматической мембране и ее производных; 2) локализованы в ядре клетки; 3) связаны с рибосомами.
	В зависимости от субстрата гидролитические ферменты принято делить на две большие группы:	1) сахаролитические ферменты, субстратом для которых являются различные сахара, а продуктами их расщепления – кислоты, спирты, альдегиды, H ₂ O и CO ₂ 2) амилаолитические ферменты, расщепляющие белок с образованием аминокислот. 3) протеолитические ферменты, расщепляющие белки с образованием полипептидов, аминокислот, аммиака, индола, сероводорода.
	В качестве тест-объектов для определения фунгицидной активности штаммов служили следующие организмы:	1) дрожжи; 2) сенная палочка; 3) вирусы; 4) мицелиальные грибы; 5) кокки
	Для определения способности штаммов микроорганизмов усваивать поверхностно-активные вещества (ПАВ) используют питательный агар с добавлением:	1) нефтепродуктов; 2) катионных и анионных ПАВ; 3) катионообменных смол

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично. Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий, материалов и оборудования для проведения биотехнологических процессов
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Полнота ответов на вопросы
	Объем освоенного материала
	Четкость изложения и интерпретации знаний

Умения	Полнота выполненного задания на занятии, выполнение РГЗ
	Умение эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции
	Умение осуществлять контроль количественных и качественных показателей получаемой в биотехнологических процессах продукции
	Умение применять теорию при решении практических заданий
	Умение сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам
Навыки	Выбирать материалы и оборудование для проведения биотехнологических процессов получения биологически активных соединений и продуктов
	Проводить работы по выбору, подготовке объектов, материалов, оборудования для проведения биотехнологических процессов, приготовлению питательных сред для культивирования микроорганизмов, предварительной обработки сырья

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий, материалов и оборудования для проведения биотехнологических процессов	Не знает терминов и определений, основных понятий, материалов и оборудования для проведения биохимических процессов	Знает термины и определения, материалы и оборудование для проведения биотехнологических процессов, но допускает неточности формулировок. Допускает неточности при изложении основных понятий, сущности явлений и процессов, лежащих в основе биохимических процессов.	Знает термины и определения, материалы и оборудование для проведения биотехнологических процессов, но допускает неточности формулировок. Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает основные понятия, природу и сущность явлений и процессов, лежащих в основе биохимических процессов.	Знает термины и определения материалы и оборудование для проведения биотехнологических процессов, может корректно сформулировать их самостоятельно. Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает основные понятия, природу и сущность явлений и процессов, лежащих в основе биохимических процессов.
Знание основных закономерностей соотношений, принципов	Не знает основные закономерности осуществления процессов биосинтеза БАВ; перечень объектов, материалов, оборудования для проведения биотехнологических процессов	Знает основные закономерности осуществления процессов биосинтеза БАВ; перечень объектов, материалов, оборудования для проведения биотехнологических процессов, но допускает неточности формулировок процессов	Знает закономерности осуществления процессов биосинтеза БАВ; перечень объектов, материалов, оборудования для проведения биотехнологических процессов, но допускает незначительные ошибки	Знает основные процессы биосинтеза БАВ; перечень объектов, материалов, оборудования для проведения биотехнологических процессов в, может самостоятельно их получить и использовать
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не в полном объеме	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями

Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности. Неверно излагает и интерпретирует знания	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности. Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Излагает знания без нарушений в логической последовательности. Грамотно и по существу излагает знания	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя. Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы
---	---	--	---	--

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Полнота выполненного задания на занятии, выполнение РГЗ	Не умеет выполнить верно последовательность действий на занятии, том числе в рамках выполнения РГЗ	Не совсем точно выполняет последовательность действий на занятии, том числе в рамках выполнения РГЗ	Без ошибок может выполнять последовательность действий на занятии, том числе в рамках выполнения РГЗ, но допускает небольшие неточности.	Квалифицированно и без ошибок выполняет последовательность действий на занятии, том числе в рамках выполнения РГЗ
Умение эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции	Не может эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции	Может эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции, но допускает неточности в данном процессе	Без ошибок может эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции; но допускает небольшие неточности	Грамотно и без ошибок справляется с эксплуатацией технологического оборудования, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции
Умение осуществлять контроль количественных и качественных показателей получаемой в биотехнологических процессах продукции	Не может осуществлять контроль количественных и качественных показателей получаемой в биотехнологических процессах продукции	Допускает ошибки при контроле количественных и качественных показателей получаемой в биотехнологических процессах продукции	Может контролировать количественные и качественные показатели получаемой в биотехнологических процессах продукции, допуская незначительные ошибки	Грамотно и аргументировано может контролировать количественные и качественные показатели получаемой в биотехнологических процессах продукции и обосновать принятое решение при видоизменении заданий
Умение применять теорию при решении практических заданий	Не знает теорию и не умеет ее применять при решении практических заданий	Знает теорию, но не умеет ее применять при решении практических заданий	Знает теорию, умеет ее применять при решении практических заданий, допуская незначительные ошибки	Знает и грамотно применяет теорию при решении практических заданий
Умение сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам	Не умеет сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам	Умеет сравнивать и сопоставлять полученные результаты без обобщения и выводов	Умеет сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам, допуская незначительные ошибки	Грамотно и аргументировано умеет сравнивать сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Выбирать материалы и оборудование для проведения биотехнологических процессов получения биологически активных соединений и продуктов	Не владеет навыками выбирать материалы и оборудование для проведения биотехнологических процессов получения биологически активных соединений и продуктов	Владеет навыками выбирать материалы и оборудование для проведения биотехнологических процессов получения биологически активных соединений и продуктов, но допускает ошибки при решении задач	Владеет навыками выбирать материалы и оборудование для проведения биотехнологических процессов получения биологически активных соединений и продуктов, допуская небольшие неточности	Грамотно и без ошибок владеет навыками выбирать материалы и оборудование для проведения биотехнологических процессов получения биологически активных соединений и продуктов
Проводить работы по выбору, подготовке объектов, материалов, оборудования для проведения биотехнологических процессов, приготовлению питательных сред для культивирования микроорганизмов, предварительной обработки сырья	Не проводит работу по выбору, подготовке объектов, материалов, оборудования для проведения биотехнологических процессов, приготовлению питательных сред для культивирования микроорганизмов, предварительной обработки сырья	Проводит работу по выбору, подготовке объектов, материалов, оборудования для проведения биотехнологических процессов, приготовлению питательных сред для культивирования микроорганизмов, предварительной обработки сырья), но допускает ошибки при решении задач	Проводит работу по выбору, подготовке объектов, материалов, оборудования для проведения биотехнологических процессов, приготовлению питательных сред для культивирования микроорганизмов, предварительной обработки сырья, но допускает незначительные ошибки	Грамотно и без ошибок проводит работу по выбору, подготовке объектов, материалов, оборудования для проведения биотехнологических процессов, приготовлению питательных сред для культивирования микроорганизмов, предварительной обработки сырья

5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

5.1. Материально-техническое обеспечение

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Специализированная мебель. Мультимедийный проектор, стационарный экран, ноутбук, магнитно-меловая доска
2	Учебная аудитория для проведения практических и лабораторных занятий, консультаций, текущего контроля, самостоятельной работы, РГЗ	Специализированная мебель. Мультимедийный проектор, стационарный экран, ноутбук, магнитно-меловая доска Бокс ламинарный микробиологический ЛБ-1; весы лабораторные 4 класса (ВЛЭ-510); баня водяная ЛВ-8; климатостат Р2; микроскоп Levenchuk D870T; микроскоп МБС-10; микроскоп Р-15; рН-метр рН-150МИ; шейкер-инкубатор BioScan ES-20; электрическая плитка; орбитальный шейкер ELMi S-3L.A20; дистиллятор UD-1100-10 Шейкер-инкубатор ES-20/80; биореактор Minifors 2; DH.WACR Witeg Steam стерилизатор; автоклав;

		<p>комплекс лабораторного оборудования (стенд) Система водоподготовки: коагуляция и флокуляция (US-024); сушильный шкаф ULAB UT-4610; магнитная мешалка с подогревом US-4150D ULAB; весы аналитические; весы, до 0,01 г. DL-1002 DEMCOM; плита компактная электрическая УН-3545А; рефрактометр ИРФ-454 Б2Б с подвеской и дополнительной шкалой; спектрофотометр КФК-01.</p> <p>Шейкер LOIP LS-110/Q32 spec+; спектрофотометр УФ-3100 ТМ с поверкой; турбидиметр Н198703-02 port; мельница МШЛ-1СК-1/2/4 в комплекте идут сменные размольные барабаны керамические на 1л, 2л и 4л; дистиллятор UD-1100-10; рН-метр; магнитная мешалка с подогревом US-0135H ULAB; весы, до 0,01 г. DL-1002 DEMCOM; весы аналитические, до 0,0001 г. DA-224C BEL ENGINEERING; плита компактная электрическая УН-3545А; рефрактометр портативный Brix 0-32%; рефрактометр портативный МЕГЕОН 72016; фотометр В-1200 ТМ/ЕСО</p>
3	Методический кабинет	Специализированная мебель, мультимедийный проектор, переносной экран, компьютер
4	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель, компьютерная техника, подключенная к сети интернет и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду

5.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№ п/п	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2023г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Миронов, П. В. Методы выделения и анализа продуктов биосинтеза : учебное пособие / П. В. Миронов, Е. В. Алаудинова. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2019. — 116 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/147482> (дата обращения: 07.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Берсенёва, В. С. Сорбционные методы выделения продуктов биосинтеза : учебное пособие / В. С. Берсенёва, В. А. Бакулев ; под редакцией М. Н. Иванцовой. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2018. — 80 с. — ISBN 978-5-7996-2495-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/106785.html> (дата обращения: 07.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

3. Охрименко, О. В. Биохимия сельскохозяйственной продукции (теория и практикум) : учебное пособие / О. В. Охрименко. — Вологда : ВГМХА им. Н.В. Верещагина, 2016. — 459 с. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130836> (дата обращения: 07.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Электронная библиотечная система изд-ва Лань [сайт]. Режим доступа: <http://e.lanbook.com>

2. Электронно-библиотечная система IPRBooks [сайт]. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>

3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>

4. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» [сайт]. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/>

5. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [сайт]. Режим доступа: <http://elibrary.ru/>

6. Национальная электронная библиотека [сайт]. Режим доступа: <http://xn--90ax2c.xn--p1ai/>

7. Электронная библиотечная система «Юрайт» [сайт]. Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>

8. Электронная библиотека НИУ БелГУ [сайт]. Режим доступа: <http://library-mp.bsu.edu.ru/MegaPro/Web>

9. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» [сайт]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru>

10. Национальная электронная библиотека [сайт]. Режим доступа: <http://xn--90ax2c.xn--p1ai/>

11. Электронная библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова на базе ПО «БиблиоТех» [сайт]. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/>