Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Задорожная Людмила Ивановна
Должность: Проректор по учебной работе
Дата подписания: 21.04.2026 03:58:08
Уникальный программный ключ:
faa404d1aeb2a023b5f4a331ee5ddc540496512d

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Майкопский государственный технологический университет»

Факультет аграрных технологий

Кафедра Технологии производства сельскохозяйственной продукции

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____Л.И. Задорожная
«_____» _____ 20___г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине	**Б1.В.ДВ.01.01 Инжиниринг биотехнологических процессов и систем**
по направлению подготовки	35.04.04 Агрономия
по профилю подготовки (специализации)	Цифровые агробиотехнологии
квалификация (степень) выпускника	Магистр
форма обучения	Очная, Заочная,
год начала подготовки	2024

Майкоп

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО и учебного плана МГТУ по направлению подготовки (специальности) 35.04.04 Агрономия

Составитель рабочей программы:

Старший преподаватель,	Подписано простой ЭП 27.08.2024	Собкалов Андрей Владимирович
(должность, ученое звание, степень)	(подпись)	(Ф.И.О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры:

Технологии производства сельскохозяйственной продукции

(название кафедры)

Заведующий кафедрой: 27.08.2024	Подписано простой ЭП 27.08.2024	Мамсиров Нурбий Ильясович
	(подпись)	(Ф.И.О.)

Согласовано:

Руководитель ОПОП заведующий выпускающей кафедрой по направлению подготовки (специальности) 27.08.2024	Подписано простой ЭП 27.08.2024	Мамсиров Нурбий Ильясович
	(подпись)	(Ф.И.О.)

Согласовано:

НБ МГТУ

(название подразделения)

27.08.2024	Подписано простой ЭП 27.08.2024	И. Б. Берберьян
	(подпись)	(Ф.И.О.)

1. Цели и задачи учебной дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Инжиниринг биотехнологических процессов и систем» являются: а) исследование взаимосвязи организационной структуры поддержки и технологии деятельности предприятий биотехнологического комплекса; б) овладение способами правовой охраны интеллектуальной собственности; в) овладение научными основами инжиниринга предпринимательской и изобретательской деятельности, применять эвристические методы и приемы решения творческих задач, основы социально-психологического менеджмента; г) выработка навыков работы с компьютерными технологиями в научно-технической, предпринимательской, в рекламной деятельности; д) овладение принципами разработки системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП по направлению подготовки (специальности)

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы. Предшествующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

Производственная практика, научно-исследовательская работа; Последующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

Инновационные методы выделения и очистки АФС; Конструирование новых штаммов микроорганизмов; Молекулярная биология;

Молекулярные и клеточные технологии;

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы;

Современные технологии биофармацевтических субстанций;

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующей(их) компетенции(й):

ПКУВ-1.1	Проведение научно-исследовательских работ в области агрономии в условиях производства
ПКУВ-1.2	Координация текущей производственной деятельности в соответствии со стратегическим планом развития растениеводства
ПКУВ-1.3	Разработка стратегии развития растениеводства в организации

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы. Общая трудоемкость дисциплины

Объем дисциплины и виды учебной работы по очной форме обучения.

		Формы контроля (количество)	Виды занятий			Итого часов	з.е.
		За	Пр	СРП	СР		
Курс 1	Сем. 1	1	15	0.25	92.75	**108**	3

Объем дисциплины и виды учебной работы по заочной форме обучения.

		Формы контроля (количество)		Виды занятий				Итого часов	з.е.
		За	Контр	Пр	КРАт	Контроль	СР		
Курс 1	Сем. 1	1	1	10	0.25	3.75	94	**108**	

5. Структура и содержание учебной и воспитательной деятельности при реализации дисциплины

5.1. Структура дисциплины для очной формы обучения.

Сем	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу и трудоемкость (в часах)								Формы текущего/промежуточной контроля успеваемости текущего (по неделям семестра), промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лек	Лаб	ПР	СРП	КРАт	Контроль	СР	СЗ	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Основы метаболического инжиниринга				1				12		Тестирование, отчёт по практическим работам.
1	Обзор клеточного метаболизма				2				15		Тестирование, отчёт по практическим работам.
1	Моделирование клеточных реакций				2				15		Тестирование, отчёт по практическим работам.
1	Сеть биохимических реакций				2				15		Тестирование, отчёт по практическим работам.
1	Примеры манипуляции путей. Метаболический инжиниринг в практике				2				10		Тестирование, отчёт по практическим работам.
1	Анализ потоков через метаболические сети				2				10		Тестирование, отчёт по практическим работам.
1	Оптимизация ферментационных сред				2				10		Тестирование, отчёт по практическим работам.
1	Управление технологическими режимами периодических и непрерывных процессов				2	0,25			5,75		Тестирование, отчёт по практическим работам.
	ИТОГО:				**15**	**0.25**			**92.75**		

5.2. Структура дисциплины для заочной формы обучения.

Сем	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу и трудоемкость (в часах)							
		Лек	Лаб	ПР	СРП	КРАт	Контроль	СР	СЗ
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Основы метаболического инжиниринга			1				12	
1	Обзор клеточного метаболизма			1				15	
1	Моделирование клеточных реакций			2				15	
1	Сеть биохимических реакций			1				15	
1	Примеры манипуляции путей. Метаболический инжиниринг в практике			2				10	
1	Анализ потоков через метаболические сети			1				10	

Сем	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу и трудоемкость (в часах)							
		Лек	Лаб	ПР	СРП	КРАт	Контроль	СР	СЗ
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Оптимизация ферментационных сред			1				10	
1	Управление технологическими режимами периодических и непрерывных процессов			1		0,25	3,75	7	
	ИТОГО:			**10**		**0.25**	**3.75**	**94**	

5.4. Содержание разделов дисциплины (модуля) «Инжиниринг биотехнологических процессов и систем», образовательные технологии

Лекционный курс

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	ИТОГО:							

5.5. Практические занятия, их наименование, содержание и объем в часах

Сем	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Объем в часах		
			ОФО	ЗФО	ОЗФО
1	2	3	4	5	6
1	Основы метаболического инжиниринга	Моделирование и проектирование микробиологического синтеза аминокислот.	1	1	
1	Обзор клеточного метаболизма	Моделирование и проектирование стадий биосинтеза антибиотиков аминогликозидного ряда.	2	1	
1	Моделирование клеточных реакций	Моделирование и проектирование процесса получения полусинтетических пенициллинов.	2	2	
1	Сеть биохимических реакций	Моделирование и проектирование процессов микробиологического получения органических кислот.	2	1	
1	Примеры манипуляции путей. Метаболический инжиниринг в практике	Моделирование и проектирование процессов получения пива.	2	2	
1	Анализ потоков через метаболические сети	Моделирование и проектирование процессов получения кисломолочных продуктов.	2	1	
1	Оптимизация ферментационных сред	Моделирование и проектирование процессов получения пищевого спирта из крахмалосодержащего сырья.	2	1	
1	Управление технологическими режимами периодических и непрерывных процессов	Оптимизация ферментационных сред получения первичных и вторичных метаболитов.	2	1	
	ИТОГО:		**15**	**10**	

Симуляционные занятия, их наименование, содержание и объем в часах

Учебным планом не предусмотрено

5.6. Лабораторные занятия, их наименование и объем в часах

Учебным планом не предусмотрено

5.7. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Учебным планом не предусмотрено

5.8. Самостоятельная работа студентов

Содержание и объем самостоятельной работы студентов

Сем	Разделы и темы рабочей программы самостоятельного изучения	Перечень домашних заданий и других вопросов для самостоятельного изучения	Сроки выполнения	Объем в часах		
				ОФО	ЗФО	ОЗФО
1	2	3	4	5	6	7
1	Основы метаболического инжиниринга	Расчет сусловарочного котла.		12	12	
1	Обзор клеточного метаболизма	Определение оптимальных параметров гомогенизации молока.		15	15	
1	Моделирование клеточных реакций	Расчет материального баланса производства кефира.		15	15	
1	Сеть биохимических реакций	Расчет энергетического баланса производства ячменного пива.		15	15	
1	Примеры манипуляции путей. Метаболический инжиниринг в практике	Моделирование процесса дображивания кефира.		10	10	
1	Анализ потоков через метаболические сети	Расчет скорости массопередачи в пленочных испарителях.		10	10	
1	Оптимизация ферментационных сред	Вычисление степени отработки материала при производстве пивного сусла.		10	10	
1	Управление технологическими режимами периодических и непрерывных процессов	Расчет центрифуг для осветления культуральных жидкостей.		6	7	
	ИТОГО:			**93**	**94**	

5.9. Календарный график воспитательной работы по дисциплине

Учебным планом не предусмотрено

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1. Методические указания (собственные разработки)

Название	Ссылка
Учебно-методическое пособие по дисциплине Биотехнология хранения и переработки продукции животноводства для студентов специальности 110305	http://lib.mkgtu.ru:8002/libdata.php?id=2000047954&DOK=036C5F&BASE=000530
Биотехнология [Электронный ресурс] : тестовые задания для студентов специальности 110201 - Агрономия / Минобрнауки России, ФГБОУ ВПО Майкоп. гос. технол. ун-т, Фак. аграрных технологий, Каф. агрономии ; [сост. Добренков А.Е.]. - Майкоп : Магарин О.Г., 2011. - 24 с.	http://lib.mkgtu.ru:8002/libdata.php?id=1000043222&DOK=0385B2&BASE=000530

6.2. Литература для самостоятельной работ

Название	Ссылка
Долгунин,, В. Н. Биотехнологические процессы и аппараты: учебное пособие / В. Н. Долгунин,, В. А. Пронин,. - Биотехнологические процессы и аппараты - Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. - 80 с. - 978-5-8265-2291-2. - Текст: электронный. // IPR SMART: [сайт]. - URL:	https://www.iprbookshop.ru/115710.html
Комиссаров, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 1242 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19103-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/569094	https://urait.ru/bcode/569094
Процессы и аппараты биотехнологии: ферментационные аппараты : учебник для среднего профессионального образования / под редакцией В. А. Быкова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 274 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-14042-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/567769	https://urait.ru/bcode/567769
Кошкина, Л. Ю. Инжиниринг биотехнологических процессов и систем : учебное пособие / Л. Ю. Кошкина, А. С. Понкратов, С. А. Понкратов. — Казань : КНИТУ, 2019. — 104 с. — ISBN 978-5-7882-2583-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/166145. — Режим доступа: для авториз. пользователей.	https://e.lanbook.com/book/166145

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,

- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Этапы формирования компетенции (номер семестр согласного учебному плану)			Наименование учебных дисциплин, формирующие компетенции в процессе освоения образовательной программы
ОФО	**ЗФО**	**ОЗФО**	
ПКУВ-1.1 Проведение научно-исследовательских работ в области агрономии в условиях производства			
3	4		Транспортно-логистические системы и комплексы аграрной сферы
1	1		Инжиниринг биотехнологических процессов и систем
4	3		Точное земледелие
2	2		Геоинформационное зондирование в агрономии
4	5		Преддипломная практика
4	5		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
23	24		Научно-исследовательская работа
ПКУВ-1.2 Координация текущей производственной деятельности в соответствии со стратегическим планом развития растениеводства			
3	4		Биологизация процессов растениеводства
2	3		Цифровые системы принятия решений в агропромышленном комплексе
3	4		Нейротехнологии и искусственный интеллект в агропромышленном комплексе
2	3		Управление IT-рисками в агропромышленном комплексе
3	2		Цифровая логистика в агропромышленном комплексе
1	1		Инжиниринг биотехнологических процессов и систем
4	3		Роботизация и автоматизация технологических процессов в агрономии
4	5		Преддипломная практика
4	5		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
12	12		Технологическая практика
ПКУВ-1.3 Разработка стратегии развития растениеводства в организации			
3	4		Нейротехнологии и искусственный интеллект в агропромышленном комплексе
1	1		Инжиниринг биотехнологических процессов и систем
1	1		Бизнес-планирование в агропромышленном комплексе
4	3		Роботизация и автоматизация технологических процессов в агрономии

Этапы формирования компетенции (номер семестр согласного учебному плану)			Наименование учебных дисциплин, формирующие компетенции в процессе освоения образовательной программы
ОФО	**ЗФО**	**ОЗФО**	
3	3		Стандартизация и цифровая сертификация продукции растениеводства
4	5		Преддипломная практика
3	3		Рекультивация нарушенных земель
4	5		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2	1		Биотехнология в растениеводстве

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
1	2	3	4	5	6
ПКУВ-1: Управление производством растениеводческой продукции					
ПКУВ-1.3 Разработка стратегии развития растениеводства в организации					
Знать: правила работы со специализированными электронными информационными ресурсами, используемыми для разработки стратегии развития растениеводства в организации; правила работы с геоинформационными системами при планировании, прогнозировании, моделировании производства продукции растениеводства; виды систем земледелия, их преимущества и недостатки; точное (прецизионное) земледелие; специальное оборудование, программное обеспечение для реализации точного (прецизионного) земледелия, его технологии; состояние, тенденции развития и конъюнктура сельскохозяйственных рынков, закупочные цены на сельскохозяйст	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Самостоятельная работа, тест

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
1	2	3	4	5	6
венную продукцию; методы расчета потенциальной, климатически обеспеченной, действительно возможной и программируемой урожайности сельскохозяйственных культур; виды эрозии почв, природные и антропогенные факторы, влияющие на ее протекание; методы борьбы с эрозией; методы расчета баланса органического вещества и биогенных элементов; методы повышения содержания органического вещества в почве; методы повышения общего содержания биогенных элементов в почве, а также содержания их подвижных форм; типы и виды мелиораций земель; порядок проведения мелиоративных работ; научные достижения и опыт передовых отечественных и зарубежных организаций в области растениеводства; требования к качеству и безопасности сельскохозяйственной продукции в соответствие с действующими государственными стандартами; нормативные правовые акты в области осуществления сельскохозяйственной деятельности; методы расчета экономической эффективности					

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
1	2	3	4	5	6
применения технологических приемов, удобрений, средств защиты растений, новых сортов; средства для автоматизации процессов менеджмента в растениеводстве, его технологии; современные достижения в области цифровых технологий, которые могут быть применены в растениеводстве; правила работы с программным обеспечением, используемым для организации систем электронного документооборота, учета и отчетности; правила работы с компьютерными и телекоммуникационными средствами в профессиональной деятельности при разработке стратегии развития растениеводства в организации; требования охраны труда в части, регламентирующей выполнение трудовых обязанностей.					
Уметь: пользоваться специализированными электронными и нформационно-аналитическими ресурсами при разработке стратегии развития растениеводства в организации; пользоваться геоинформационными системами и программными комплексами при планировании, прогнозировании (моделировании)	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
1	2	3	4	5	6
производства продукции растениеводства; анализировать преимущества и недостатки различных видов систем земледелия в конкретных природно-экономических условиях с целью выбора оптимальной; обосновывать эффективность точного (прецизионного) земледелия в конкретных природно-экономических условиях; определять пригодность почвы под различные виды сельскохозяйственных угодий; осуществлять прогноз потребности рынка в растениеводческой продукции и поиск каналов сбыта; определять планируемую урожайность сельскохозяйственных культур с учетом имеющихся природных и производственных ресурсов с использованием общепринятых методов расчета; разрабатывать систему мероприятий по борьбе с эрозией почв с целью их охраны; разрабатывать систему мероприятий по регулированию баланса органического вещества и биогенных элементов в почве с целью повышения (сохранения) ее плодородия; разрабатывать					

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
1	2	3	4	5	6
систему мероприятий по мелиорации земель для создания оптимальных физико-химических свойств почвы и ее водного режима; разрабатывать систему контроля качества и безопасности растениеводческой продукции; выявлять причины отклонения показателей качества и безопасности растениеводческой продукции от заданных норм с целью корректировки технологии производства; определять перспективные направления повышения эффективности производства растениеводческой продукции; пользоваться программным обеспечением для организации систем электронного документооборота, учета и отчетности; пользоваться компьютерными и телекоммуникационными средствами в профессиональной деятельности при разработке стратегии развития растениеводства в организации					
Владеть: навыками обоснованного выбора вида системы земледелия для сельскохозяйственной организации с учетом природно-экономических условий ее деятельности;	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
1	2	3	4	5	6
методами определения объемов производства отдельных видов растениеводческой продукции исходя из потребностей рынка; навыками обоснования специализации и видов выращиваемой продукции сельскохозяйственной организации; приемами оптимизации структуры посевных площадей с целью повышения эффективности использования земельных ресурсов; навыками планирования урожайности сельскохозяйственных культур для ресурсного обеспечения производственного процесса; разработка системы мероприятий по управлению почвенным плодородием с целью его повышения (сохранения); навыками разработки системы мероприятий по управлению качеством и безопасностью растениеводческой продукции; способами определения направлений совершенствования и повышения эффективности технологий выращивания продукции растениеводства на основе научных достижений, передового опыта отечественных и зарубежных					

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
1	2	3	4	5	6
производителей; методами расчета экономической эффективности применения технологических приемов, удобрений, средств защиты растений, новых сортов; обоснованными методами планирования системы автоматизации процессов менеджмента в растениеводстве					
ПКУВ-1: Управление производством растениеводческой продукции					
ПКУВ-1.2 Координация текущей производственной деятельности в соответствии со стратегическим планом развития растениеводства					
Знать: правила работы со специализированными электронными информационными ресурсами и геоинформационными системами, используемыми при координации текущей производственной деятельности в растениеводстве; - виды и характеристики земельных и материально-технических ресурсов для производства сельскохозяйственной продукции (сельскохозяйственной техники, семян, кормов, удобрений и химикатов); - методы определения потребности в земельных, материально-технических, финансовых и трудовых ресурсах производства растениеводческой продукции; - опыт передовых отечественных и зарубежных организаций в области растениеводства и животноводства; -	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Самостоятельная работа, тест

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
1	2	3	4	5	6
основы менеджмента в растениеводстве; - современные достижения в области цифровых технологий, которые могут быть применены в растениеводстве; - правила работы с компьютерными и телекоммуникационными средствами в профессиональной деятельности при координации текущей производственной деятельности в растениеводстве; - правила работы с программным обеспечением, используемым для организации систем электронного документооборота, учета и отчетности; - требования охраны труда в части, регламентирующей выполнение трудовых обязанностей					
Уметь: навыками информационного поиска инновационных технологий (элементов технологии), сортов и гибридов сельскохозяйственных культур с целью определения перспективных направлений исследований; приемами разработки программы исследований по изучению эффективности инновационных технологий (элементов технологии), сортов и гибридов в условиях производства; навыками организации и	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
1	2	3	4	5	6
проведения экспериментов (полевых опытов) по оценке эффективности инновационных технологий (элементов технологии), сортов и гибридов в условиях производства; навыками сбора и методами анализа результатов, полученных в опытах; навыками подготовки рекомендаций по внедрению в производство исследованных приемов, сортов и гибридов сельско хозяйственных культур на основе анализа опытных данных					
Владеть: навыками обоснованного выбора вида системы земледелия для с ельскохозяйствен ной организации с учетом природно-экономических условий ее деятельности; - методами определения объемов производства отдельных видов растениеводческо й продукции исходя из потребностей рынка; - навыками обоснования специализации и видов выращиваемой продукции сельск охозяйственной организации; - приемами оптимизации структуры посевных площадей с целью повышения эффективности использования земельных ресурсов; - навыками планирования урожайности сель	Частичное владение навыками	Несистематическо е применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
1	2	3	4	5	6
скохозяйственных культур для ресурсного обеспечения прои зводственного процесса; - разработка системы мероприятий по управлению почвенным плодородием с целью его повышения (сохранения); - навыками разработки системы мероприятий по управлению качеством и безопасностью ра стениеводческой продукции; - способами определения направлений сове ршенствования и повышения эффективности технологий выращивания продукции растениеводства на основе научных достижений, передового опыта отечественных и зарубежных производителей; - методами расчета экономической эффективности применения технологических приемов, удобрений, средств защиты растений, новых сортов; - обоснованными методами планирования системы автоматизации процессов менеджмента в растениеводстве.					
ПКУВ-1: Управление производством растениеводческой продукции					
ПКУВ-1.2 Координация текущей производственной деятельности в соответствии со стратегическим планом развития растениеводства					
Знать: правила работы со специа лизированными электронными информационным и ресурсами и гео информационным и системами,	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Самостоятельная работа, тест

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
1	2	3	4	5	6
используемыми при координации текущей производственной деятельности в растениеводстве; виды и характеристики земельных и материально-технических ресурсов для производства сельскохозяйственной продукции (сельскохозяйственной техники, семян, кормов, удобрений и химикатов); методы определения потребности в земельных, материально-технических, финансовых и трудовых ресурсах производства растениеводческой продукции; опыт передовых отечественных и зарубежных организаций в области растениеводства и животноводства; основы менеджмента в растениеводстве; современные достижения в области цифровых технологий, которые могут быть применены в растениеводстве; правила работы с компьютерными и телекоммуникационными средствами в профессиональной деятельности при координации текущей производственной деятельности в растениеводстве; правила работы с программным обеспечением, используемым для организации систем электронного док					

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
1	2	3	4	5	6
ументооборота, учета и отчетности; требования охраны труда в части, регламентирующей выполнение трудовых обязанностей					
Уметь: пользоваться специализированным и электронными и нформационно-аналитическими ресурсами и геоинформационными системами при координации текущей производственной деятельности в растениеводстве; определять потребность в материально-технических, финансовых и трудовых ресурсах для выполнения планов производства; оценивать требования технологий сельскохозяйственного производства к обеспеченности трудовыми, материально-техническими и финансовыми ресурсами; подбирать поставщиков и заключать договоры на поставку семян, удобрений, ядохимикатов; осуществлять оперативное регулирование хода производства растениеводческой продукции; осуществлять контроль соблюдения технологической дисциплины, требований охраны труда, природоохранных требований; пользоваться программным	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
1	2	3	4	5	6
обеспечением для организации систем электронного документооборота, учета и отчетности; пользоваться компьютерными и телекоммуникационными средствами в профессиональной деятельности при координации текущей производственной деятельности в растениеводстве					
Владеть: навыками обоснованного выбора вида системы земледелия для сельскохозяйственной организации с учетом природно-экономических условий ее деятельности; методами определения объемов производства отдельных видов растениеводческой продукции исходя из потребностей рынка; навыками обоснования специализации и видов выращиваемой продукции сельскохозяйственной организации; приемами оптимизации структуры посевных площадей с целью повышения эффективности использования земельных ресурсов; навыками планирования урожайности сельскохозяйственных культур для ресурсного обеспечения производственного процесса; разработка системы мероприятий по	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
1	2	3	4	5	6
управлению почвенным плодородием с целью его повышения (сохранения); навыками разработки системы мероприятий по управлению качеством и безопасностью растениеводческой продукции; способами определения направлений совершенствования и повышения эффективности технологий выращивания продукции растениеводства на основе научных достижений, передового опыта отечественных и зарубежных производителей; методами расчета экономической эффективности применения технологических приемов, удобрений, средств защиты растений, новых сортов; обоснованными методами планирования системы автоматизации процессов менеджмента в растениеводстве					
ПКУВ-1: Управление производством растениеводческой продукции					
ПКУВ-1.1 Разработка стратегии развития растениеводства в организации					
Знать: правила работы со специализированными электронными информационными ресурсами, используемыми для разработки стратегии развития растениеводства в организации; - правила работы с геоинформационными системами при планировании, прогнозировании,	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Самостоятельная работа, тест

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
1	2	3	4	5	6
моделировании производства продукции растениеводства; - виды систем земледелия, их преимущества и недостатки; - точное (прецизионное) земледелие; - специальное оборудование, программное обеспечение для реализации точного (прецизионного) земледелия, его технологии; - состояние, тенденции развития и конъюнктура сельскохозяйственных рынков, закупочные цены на сельскохозяйственную продукцию; - методы расчета потенциальной, климатически обеспеченной, действительно возможной и программируемой урожайности сельскохозяйственных культур; - виды эрозии почв, природные и антропогенные факторы, влияющие на ее протекание; - методы борьбы с эрозией; - методы расчета баланса органического вещества и биогенных элементов; - методы повышения содержания органического вещества в почве; - методы повышения общего содержания биогенных элементов в почве, а также содержания их подвижных форм; - типы и виды мелиораций земель; - порядок					

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
1	2	3	4	5	6
проведения мелиоративных работ; - научные достижения и опыт передовых отечественных и зарубежных организаций в области растениеводства; - требования к качеству и безопасности сельскохозяйственной продукции в соответствие с действующими государственным и стандартами; - нормативные правовые акты в области осуществления сельскохозяйственной деятельности; - методы расчета экономической эффективности применения технологических приемов, удобрений, средств защиты растений, новых сортов; - средства для автоматизации процессов менеджмента в растениеводстве, его технологии; - современные достижения в области цифровых технологий, которые могут быть применены в растениеводстве; - правила работы с программным обеспечением, используемым для организации систем электронного документооборота, учета и отчетности; - правила работы с компьютерными и телекоммуникационными средствами в профессиональной деятельности при разработке стратегии развития растениеводства					

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
1	2	3	4	5	6
в организации; - требования охраны труда в части, регламентирующей выполнение трудовых обязанностей.					
Уметь: пользоваться специализированными электронными и нформационно-аналитическими ресурсами при разработке стратегии развития растениеводства в организации; - пользоваться геоинформационными системами и программными комплексами при планировании, прогнозировании (моделировании) производства продукции растениеводства; - анализировать преимущества и недостатки различных видов систем земледелия в конкретных природно-экономических условиях с целью выбора оптимальной; - обосновывать эффективность точного (прецизионного) земледелия в конкретных природно-экономических условиях; - определять пригодность почвы под различные виды сельскохозяйственных угодий; - осуществлять прогноз потребности рынка в растениеводческой продукции и поиск каналов сбыта; - определять планируемую урожайность сельскохозяйственных	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
1	2	3	4	5	6
культур с учетом имеющихся природных и производственных ресурсов с использованием общепринятых методов расчета; - разрабатывать систему мероприятий по борьбе с эрозией почв с целью их охраны; - разрабатывать систему мероприятий по регулированию баланса органического вещества и биогенных элементов в почве с целью повышения (сохранения) ее плодородия; - разрабатывать систему мероприятий по мелиорации земель для создания оптимальных физико-химических свойств почвы и ее водного режима; - разрабатывать систему контроля качества и безопасности растениеводческой продукции; - выявлять причины отклонения показателей качества и безопасности растениеводческой продукции от заданных норм с целью корректировки технологии производства; - определять перспективные направления повышения эффективности производства растениеводческой продукции; - пользоваться программным обеспечением для организации систем					

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
1	2	3	4	5	6
электронного документооборота, учета и отчетности; - пользоваться компьютерными и телекоммуникационными средствами в профессиональной деятельности при разработке стратегии развития растениеводства в организации.					
Владеть: навыками обоснованного выбора вида системы земледелия для сельскохозяйственной организации с учетом природно-экономических условий ее деятельности; - методами определения объемов производства отдельных видов растениеводческой продукции исходя из потребностей рынка; - навыками обоснования специализации и видов выращиваемой продукции сельскохозяйственной организации; - приемами оптимизации структуры посевных площадей с целью повышения эффективности использования земельных ресурсов; - навыками планирования урожайности сельскохозяйственных культур для ресурсного обеспечения производственного процесса; - разработка системы мероприятий по управлению почвенным плодородием с	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
1	2	3	4	5	6
целью его повышения (сохранения); - навыками разработки системы мероприятий по управлению качеством и безопасностью растениеводческой продукции; - способами определения направлений совершенствования и повышения эффективности технологий выращивания продукции растениеводства на основе научных достижений, передового опыта отечественных и зарубежных производителей; - методами расчета экономической эффективности применения технологических приемов, удобрений, средств защиты растений, новых сортов; - обоснованными методами планирования системы автоматизации процессов менеджмента в растениеводстве.					

7.3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примерный перечень тем самостоятельных работ

Самостоятельная работа № 1 «Повышение выхода продукта и производительности»

1. Микробиологическое получение витамина B12.

2. Производство этанола (из древесины).

3. Микробиологическое получение L-лизина.

4. Получение тобрамицина сульфата.

5. Микробиологическое получение ß-каротина.

6. Производство кормовых дрожжей.

7. Микробиологическое получение рибофлавина.

8. Биосинтез пропионовой кислоты.

9. Получение эритромицина.

10. Получение бензилпенициллина.

11. Получение цефалоспорина.

12. Производство уксуса.

13. Биосинтез альгиновой кислоты.

14. Получение а-амилазы.

15. Микробиологическое получение L-триптофана.

16. Производство молочной кислоты.

17. Поучение аскорбиновой кислоты.

18. Получение ацетона и бутанола

Самостоятельная работа № 2 « Оптимизация многокомпонентной среды. Статистическая обработка результатов»

1. Подбор питательных сред для получения биомассы дрожжей

2. Подбор питательных сред для получения лимонной кислоты

3. Подбор питательных сред для получения L-лизина

4. Подбор питательных сред для получения нитрифицирующих бактерий

5. Подбор питательных сред для получения тионовых бактерий

6. Подбор питательных сред для получения ферментов (по классам)

7. Подбор питательных сред для получения витаминов

Примерная тематика контрольных работ

– Транспортные реакции, реакции, питающие энергетический метаболизм;

– Потоки и сети центрального метаболизма дрожжей в течение аэробного «batch» культивирования на глюкозе и непрерывного культивирования с лимитом по глюкозе, при

D-0,1 ч-1.

Примерная тематика коллоквиумов

– Массопередача кислорода в процессе культивирования.

– Постановка эксперимента на матрице планирования.

– Хемостатное культивирование микроорганизмов.

Перечень примерных тем итоговых проектов по модулю

– Моделирование и проектирование микробиологического синтеза аминокислот.

– Моделирование и проектирование стадий биосинтеза антибиотиков макролидов.

– Моделирование и проектирование стадий химической очистки антибиотиков макролидов.

– Моделирование и проектирование стадий биосинтеза антибиотиков аминогликозидного ряда.

– Моделирование и проектирование стадий химической очистки антибиотиков аминогликозидного ряда.

– Моделирование и проектирование процесса получения полусинтетических пенициллинов.

– Моделирование и проектирование процессов получения полусинтетических цефалоспоринов.

– Моделирование и проектирование процессов микробиологического получения органических кислот.

– Моделирование и проектирование химико-ферментативного синтеза аминокислот.

– Моделирование и проектирование процессов биосинтеза витаминов (провитаминов).

– Моделирование проектирование процессов биотрансформации стероидов.

– Моделирование и проектирование процессов биосинтеза клинического декстрана.

– Моделирование и проектирование процессов получения пива.

– Моделирование и проектирование процессов получения безалкогольного пива.

– Моделирование и проектирование процессов получения кисломолочных продуктов.

– Моделирование и проектирование процессов получения сгустителей и подсластителей.

– Моделирование и проектирование процессов получения пищевого спирта из крахмалосодержащего сырья.

– Моделирование и проектирование процессов биологической очистки сточных вод.

– Моделирование и проектирование процессов утилизации осадков.

– Оптимизация ферментационных сред получения первичных и вторичных метабо-литов.

Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

– В процессе биосинтеза антибиотиков большое значение имеет содержание углерода, азота и фосфора в питательной среде. Как влияет изменение содержания этих веществ на процесс биосинтеза вторичных метаболитов, и на процесс ферментации в целом.

– На современном лекарственном рынке широко представлены такие антибиотики как стрептомицин, неамицин, гентамицин, амикацин. Определите путь биосинтеза этих антибиотиков. Определите промышленный штамм по генотипическим и фенотипическим признакам.

– Укажите требования к продуцентам при производстве пробиотиков (нормофлоров).

– На фармацевтическом рынке имеется большое количество полусинтетических пенициллинов. Определите целесообразность увеличения номенклатуры полусинтетических пенициллинов на примере цефамицина, имипенема, монобактамаазтреонама.

– Приведите сравнительную характеристику глубинной и поверхностной ферментации

антибиотиков с т.з. развития промышленного способа производства и аппаратурного оформления

– Что такое система внутриклеточного транспорта и секреции конечных продуктов у микроорганизмов?

– В процессе ферментации растительных клеток для увеличения выхода целевого про-дукта (например, шиконина) было предложено значительно увеличить объем ферментера (более 2000 л), использовать трехлопастную мешалку, увеличить подачу кисло-

рода и повысить влажность с 50 % до 60–70%. Определите какие ошибки были допущены при выборе условий ферментации.

– При определении каталитической активности панкреатической липазы из поджелудочной железы свиньи, гидролизующей подсолнечное масло, были получены следу ющие данные:

S, М	5	10	20	40	60	80
V,	6,7	10	13,3	16	17,15	17,8
мМоль/мин						

По этим данным определите графически путем – методом Иди-Хофсти и методом Эй зенталя и Корниш_Боудена константы уравнения Михаэлиса-Ментен (Km и Vmax).

Примерный перечень тем для самостоятельных работ

– Расчет сусловарочного котла.

– Определение оптимальных параметров гомогенизации молока.

– Расчет газовирхевого биореактора.

– Определение оптимальных параметров непрерывной стерилизации молока ультразвуком.

– Расчет материального баланса производства кефира.

– Расчет энергетического баланса производства ячменного пива.

– Моделирование процесса дображивания кефира.

– Расчет скорости массопередачи в пленочных испарителях.

– Вычисление степени отработки материала при производстве пивного сусла.

– Расчет центрифуг для осветления культуральных жидкостей.

Примерная тематика контрольных работ

– Расчет процесса растворения с помощью критериальных уравнений.

– Определение оптимальных параметров перемешивания в реакторе периодического

действия.

– Порядок расчета объема реактора периодического действия.

– Определение оптимальных параметров проведения процессов в реакторе непрерывно- го действия идеального вытеснения.

– Порядок расчета материального баланса биотехнологических процессов.

– Порядок расчета энергетического баланса биотехнологических процессов.

– Моделирование процессов теплопереноса.

– Определение поверхности теплообмена в теплообменных устройствах.

– Методика подбора теплообменного оборудования на заданную мощность производ ства.

– Расчет скорости подачи теплоносителя в теплообменные устройства.

Примерная тематика коллоквиумов

– Выбор материалов для биореакторов.

– Конструктивные особенности биореакторов.

– Гарнитура ферментаторов.

– Массоперенос при производстве пива.

– Теплообменные устройства, классификация, особенности использования в пищевой биотехнологии.

– Пленочные испарители, применение в производстве пищевых продуктов.

– Методы сушки пищевых продуктов.

– Конструктивные особенности биореакторов для производства пива.

– Стандартизация молочного сырья при производстве кисломолочных продуктов.

– Методы расчета материального баланса биотехнологического производства.

– Особенности расчета энергетического баланса пищевых производств.

– Мембранные технологии в пищевых производствах.

– Методы оптимизации аппаратурных схем производства.

– Новые технологии получения продуктов пищевой биотехнологии.

Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

1. Необходимо определить объем емкостного реактора периодического действия для по- лучения 60 тонн/сут 10% раствора хлорида натрия в воде при комнатной температуре. Производственный цикл включает загрузку воды в течение 20 мин, растворение хло- рида натрия и выгрузку раствора со скоростью в течение 10 мин. Средний размер ча- стиц твердого хлорида натрия составляет 2 мм, скорость массопереноса 2 10-6 м/с, разница концентраций при массопереносе 450 кг/м3, коэффициент заполнения реакто- ра 0,8, конечная плотность реакционной смеси 1070 кг/м3.

2. Необходимо рассчитать количество емкостных реакторов периодического действия объемом 6,3 м3 для получения 150 тонн/сут 10% раствора хлорида натрия в воде при комнатной температуре. Производственный цикл включает загрузку воды со скоро- стью 10 м3/ч, растворение хлорида натрия и выгрузку раствора со скоростью 20 м3/ч. Средний размер частиц твердого хлорида натрия составляет 3 мм, скорость массопе реноса 1.2 10-6 м/с, разница концентраций при массопереносе 350 кг/м3, коэффициент заполнения реактора 0,8,

конечная плотность реакционной смеси 1070 кг/м3.

3. Необходимо определить производительность емкостного реактора периодического действия объемом 10 м3 для получения 10 % раствора хлорида натрия в воде при ком- натной температуре. Производственный цикл включает загрузку воды со скоростью 10 м3/ч, растворение хлорида натрия и выгрузку раствора со скоростью 20 м3/ч. Сред- ний размер частиц твердого хлорида натрия составляет 2 мм, скорость массопереноса

0.8 10-6 м/с, разница концентраций при массопереносе 300 кг/м3, коэффициент заполнения реактора 0,8, конечная плотность реакционной смеси 1070 кг/м3.

4. Необходимо определить максимальный размер частиц для получения 80 тонн/сут 8% раствора хлорида натрия в воде при комнатной температуре в емкостном реакторе периодического действия объемом 10 м3. Производственный цикл включает загрузку воды со скоростью 10 м3/ч, растворение хлорида натрия и выгрузку раствора со ско ростью 10 м3/ч. Скорость массопереноса 2 10-6 м/с, разница концентраций при массо-переносе 400 кг/м3, коэффициент заполнения реактора 0,8, конечная плотность реак- ционной смеси 1050 кг/м3.

5. Необходимо определить минимальную скорость массообмена для получения 50 тонн/сут 10 % раствора хлорида натрия в воде при комнатной температуре в ем- костном реакторе периодического действия объемом 6,3 м3. Производственный цикл включает загрузку воды со скоростью 12 м3/ч, растворение хлорида натрия и выгрузку раствора со скоростью 10 м3/ч. Средний размер частиц твердого хлорида натрия со- ставляет 2 мм, разница концентраций при массопереносе 300 кг/м3, коэффициент за- полнения реактора 0,8, конечная плотность реакционной смеси 1070 кг/м3.

6. Необходимо определить длину трубчатого реактора непрерывного действия

для полу- чения 10 % раствора хлорида натрия в воде при комнатной температуре. Средний размер частиц твердого хлорида натрия составляет 2

мм, скорость массопереноса 2 10-6 м/с, разница концентраций при массопереносе 450 кг/м3, средняя скорость реак- ционной смеси 0,5 м/с.

7. Необходимо рассчитать количество секций трубчатого реактора непрерывного дей- ствия длиной 6 м для получения 15 % раствора хлорида натрия в воде при комнатной температуре. Средний размер частиц твердого хлорида натрия составляет 2 мм, скорость массопереноса 3 10-6 м/с, разница концентраций при массопереносе 500 кг/м3, средняя скорость реакционной смеси 0,1 м/с.

8. Необходимо определить скорость реакционной смеси в трубчатом реакторе непрерывного действия длиной 60 м для получения 10% раствора хлорида натрия в воде при комнатной температуре. Средний размер частиц твердого хлорида натрия состав- ляет 1 мм, скорость массопереноса 8 10-6 м/с, разница концентраций при массопереносе 550 кг/м3.

9. Необходимо определить максимальный размер частиц для получения 10% раствора хлорида натрия в воде при комнатной температуре в трубчатом реакторе непрерывно- го действия длиной 120 м. Скорость массопереноса 3 10-6 м/с, разница концентраций при массопереносе 450 кг/м3, средняя скорость реакционной смеси 0,4 м/с.

10. Необходимо определить минимальную скорость массообмена для получения 12% рас- твора хлорида натрия в воде при комнатной температуре в трубчатом реакторе непрерывного действия длиной 90 м. Средний размер частиц твердого хлорида натрия со- ставляет 1 мм, разница концентраций при массопереносе 350 кг/м3, средняя скорость реакционной смеси 0,3 м/с.

11. Рассчитать время необходимое для охлаждения 2700 кг реакционной смеси с тепло- емкостью с=1900 Дж/(кг×К) в реакторе с поверхностью теплообмена 12 м2 и коэффициентом теплопередачи от теплоносителя к реакционной смеси – К=320 Вт/(м2×К). Начальная температура 65оС, конечная 0оС, средняя разница температур теплоносителя и реакционной смеси 40оС.

12. Рассчитать площадь поверхности необходимую для охлаждения 3200 кг реакционной смеси с

теплоемкостью с=3300 Дж/(кг×К) за 3 часа с коэффициентом теплопередачи от теплоносителя к реакционной смеси – К=300 Вт/(м2×К). Начальная температура 15оС, конечная -25оС, средняя разница температур теплоносителя и реакционной смеси 5оС.

13. Рассчитать минимальный коэффициент теплопередачи от теплоносителя к реакционной смеси необходимый для охлаждения 3 тонн реакционной смеси с теплоемкостью с=2200 Дж/(кг×К) в реакторе с поверхностью теплообмена 10 м2 за 1,5 часа. Начальная

температура 100оС, конечная 40оС, средняя разница температур теплоносителя и ре-акционной смеси 15оС.

14. Рассчитать минимальную разницу температур теплоносителя и реакционной смеси необходимую для охлаждения 6 тонн реакционной смеси с теплоемкостью с=4190 Дж/(кг×К) в реакторе с поверхностью теплообмена 25 м2 и коэффициентом теплопередачи от теплоносителя к реакционной смеси – К=250 Вт/(м2×К) за 2 часа. Начальная температура 75оС, конечная 35оС.

15. Рассчитать изменение температуры при охлаждении 5600 кг реакционной

смеси с теплоемкостью с=1300 Дж/(кг×К) в реакторе с поверхностью теплообмена 25 м2 и коэффициентом теплопередачи от теплоносителя к реакционной смеси – К=350 Вт/(м2×К) за 1 час при средней разнице температур теплоносителя и реакционной сме- си 35оС.

16. Рассчитать время необходимое для нагрева 3500 кг реакционной смеси с теплоемко- стью с=2200 Дж/(кг×К) в реакторе с поверхностью теплообмена 15 м2 и коэффициентом теплопередачи от теплоносителя к реакционной смеси – К=450 Вт/(м2×К). Начальная температура 5оС, конечная 95оС, средняя разница температур теплоносителя и ре-акционной смеси 30оС.

17. Рассчитать площадь поверхности необходимую для нагрева 6200 кг реакционной сме- си с теплоемкостью с=2700 Дж/(кг×К) за 4 часа с коэффициентом теплопередачи от теплоносителя к реакционной смеси – К=220 Вт/(м2×К). Начальная температура 10оС, конечная 55оС, средняя разница температур теплоносителя и реакционной смеси 15оС.

18. Рассчитать минимальный коэффициент теплопередачи от теплоносителя к реакционной смеси необходимый для нагрева 85 тонн реакционной смеси

с теплоемкостью с=3300 Дж/(кг×К) в реакторе с поверхностью теплообмена 40 м2 за 5 часов. Начальная температура 25оС, конечная 75оС, средняя разница температур теплоносителя и реак- ционной смеси 20оС.

19. Рассчитать минимальную разницу температур теплоносителя и реакционной смеси необходимую для нагрева 7200 кг реакционной смеси с теплоемкостью с=2900 Дж/(кг×К) в реакторе с поверхностью теплообмена 25 м2 и коэффициентом теплопередачи от теплоносителя к реакционной смеси – К=350 Вт/(м2×К) за 3 часа. Начальная температура 20оС, конечная

85оС.

20. Рассчитать изменение температуры при нагреве 4200 кг реакционной смеси

с тепло- емкостью с=3800 Дж/(кг×К) в реакторе с поверхностью теплообмена 18 м2 и коэффициентом теплопередачи от теплоносителя к реакционной смеси – К=330 Вт/(м2×К) за 1 час при средней разнице температур теплоносителя и реакционной смеси 15оС.

Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Метаболическая инженерия в решении проблемы создания новых продуктов микро-

биологического синтеза.

2. Клеточный метаболизм: транспортные реакции; реакции, питающие энергетический метаболизм; реакции биосинтеза; полимеризация; биохимия метаболических путей.

3. Стехиометрия клеточных реакции: динамический баланс масс, коэффициенты выхода и линейные уравнения скорости.

4. Метаболическая инженерия в аспекте проблем физиологии клетки.

5. Моделирование по принципу чёрного ящика, элементарный баланс, баланс степени восстановленности.

6. Тепловой баланс, систематический анализ стехиометрии.

7. Энергетика роста, энергетика аэробных и анаэробных процессов, метаболические по- токи и их измерение.

8. Регулирование активности ферментов, регулирование концентрации фермента, гло- бальное регулирование, регулирование метаболических сетей.

28

9. Элиминирование или уменьшение образования побочных продуктов микробиологи- ческого синтеза.

10. Структуры с использованием измеряемых скоростей, использование меченых суб- стратов, переопределенные системы, недоопределенные системы, линейное програм- мирование, анализ чувствительности.

11. Производство аминокислот бактериями, биохимия и регуляция, теоретический выход,MFA биосинтеза лизина.

12. Ферментативная кинетика, основанная на модели Михаэлиса-Ментена.

13. Сложная ферментативная кинетика, основы МСА, коэффициенты контроля и теоремы суммирования, коэффициенты эластичности, соединительные теоремы, обобщенные теоремы МСА, определение контрольных коэффициентов, прямые и косвенные методы, МСА линейных путей, МСА разветвленных путей.

14. Структура кинетических моделей. Неструктурированные кинетические модели роста, простые структурированные модели.

15. Уравнение баланса популяции.

16. Увеличение выхода биомассы или продуктивности клеток.

17. Принципы биологической термодинамики: термодинамическая осуществимость, хи- мическое равновесие и термодинамика состояний, изменение свободной энергии и энтальпии,

изменение свободной энергии в биореакциях, теплота реакции, производство АТФ.

18. Стационарные режимы, бэтч и фэд-бэтч процессы, не стационарные режимы, реакторы с поршневым потоком.

19. Проектирование биотехнологических процессов (антибиотиков, полисахаридов, витаминов, органических кислот, растворителей).

20. Методы управления технологическими режимами и подходы к масштабированию.

21. Основные виды и типы оборудования химических и биотехнологических производств. Классификация аппаратуры, критерии выбора основного и вспомогательного оборудования.

22. Химические реакторы. Общее устройство, типы и виды исполнения корпусов. Типовые корпуса и оснастка реакторов и вспомогательных емкостей. Способы установки и закрепления корпусов аппаратов.

23. Гарнитура емкостных сосудов и аппаратов. Штуцеры и фланцевые уплотнения, бо- бышки, люки, смотровые окна, указатели уровня.

24. Организация теплообменных процессов в химических реакторах, критерии выбора теплоносителя.

25. Перемешивающие устройства в химических реакторах. Критерии выбора и расчет мешалок. Конструкции и способы крепления мешалок.

26. Уплотнения валов мешалок, конструктивные особенности и критерии выбора. Аппа- раты с герметичным приводом.

27. Импульсные методы перемешивания. Общая характеристика (преимущества/ недостатки) этих методов. Устройство и принципы работы гидродинамического пульсатора, пневматической пульсационной установки и электроимпульсного аппарата.

28. Интенсификация тепло- и массообменных процессов с помощью ультразвука. Устройство и принципы работы ультразвуковых излучателей.

29. Использование высокочастотного излучения для интенсификации сушки в химических производствах.

30. Проведение процессов в тонкой пленке. Устройство и принципы работы установок со стационарным и принудительным образованием пленки.

31. Автоклавы, классификация, принципы работы. Гарнитура автоклавов, предохранительные устройства.

32. Особенности устройства биореакторов, классификация. Барботажные устройства, конструктивные особенности, расчет. Способы пеногашения в биореакторах.

33. Основные типы фильтровального оборудования. Критерии выбора фильтровального оборудования. Устройство и принцип работы друк-, нутч-фильтров, патронных филь- тров и

фильтр-прессов.

34. Разделение суспензий в гравитационном и центробежном поле. Классификация промышленных центрифуг для разделения суспензий.

35. Фильтровальная аппаратура непрерывного действия. Устройство и принцип работы барабанных и ленточных фильтров, а также ленточных фильтр-прессов.

36. Сушка в химико-фармацевтической промышленности. Типы сушилок их преимущества/недостатки, критерии выбора.

37. Технологические трубопроводы. Основные стандарты и классификация трубопроводов, материалы, способы соединения и монтажа трубопроводов.

38. Трубопроводная арматура. Классификация, устройство и принцип работы (все типы, рассматриваемые в лекциях).

39. Перемещение материалов в химико-фармацевтической промышленности. Способы транспортировки жидкофазных смесей по трубопроводам.

40. Измельчение порошков, степень измельчения, особенности измельчения различных материалов. Способы измельчения, принципы работы оборудования, используемого для измельчения.

41. Организация проектных работ. Основные стадии и этапы проектирования. Состав технического проекта, основные требования к содержанию проектной документации.

42. Фактор масштабирования в проектировании, математическое моделирование технологический процессов (пример).

43. Материальный баланс производства. Цели и задачи составления материального баланса. Методика расчета материального баланса.

44. Особенности расчета материального баланса периодических и непрерывных производств. Материальный баланс процесса ферментации.

45. Технологический расчет основного оборудования. Цель и задачи

технологических расчетов. Критерии выбора технологического оборудования.

46. Математические модели реакторов полного смешения и полного вытеснения. Расчет эффективности каскада емкостных реакторов.

47. Теоретические основы расчета установок периодического и непрерывного действия. Расчет проточных реакторов.

48. Расчет и выбор установок периодического действия на заданную мощность производства.

49. Расчет и выбор вспомогательной аппаратуры (хранилищ, сборников, мерников, дозирующих устройств).

50. Тепловой расчет технологического оборудования. Составление уравнений теплового баланса для различных производств.

51. Методика расчета составляющих теплового баланса (тепловых эффектов химических реакций и физических процессов, тепло вносимое и уносимое с исходными и конечными продуктами).

52. Методика расчета составляющих теплового баланса (тепловые потери в окружающую среду, нагрев аппарата).

53. Расчет выбор теплообменных устройств, теплоносителей, хладагентов, изоляционных материалов.

54. Особенности составления теплового баланса и методики расчетов для процессов ферментации.

55. Технологические схемы производства, принципы и правила их проектирования и графического отображения.

56. Правила GMP: требования к оборудованию, процессу производства и ведению документации.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Методические указания по формам работы

Консультации в период теоретического обучения

Консультации в период теоретического обучения предназначены для разъяснения порядка выполнения самостоятельной работы и ответа на сложные вопросы в изучении дисциплины.

В рамках консультаций проводится контроль выполнения обучающимся самостоятельной работы. Контроль осуществляется в следующей форме:

Задач и заданий реконструктивного уровня

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство, позволяющее оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: комплект задач и заданий

Собеседование

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: вопросы по темам/разделам

дисциплины

Тест

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой систему стандартизированных заданий, позволяющую автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: спецификация банка тестовых заданий

#BBD0E0 »

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Основная литература

Название	Ссылка
Процессы и аппараты биотехнологии: ферментационные аппараты : учебник для среднего профессионального образования / под редакцией В. А. Быкова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 274 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-14042-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/567769	https://urait.ru/bcode/567769
Чечина, О. Н. Общая биотехнология : учебник для вузов / О. Н. Чечина. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 266 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13660-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/565063	https://urait.ru/bcode/565063
Долгунин,, В. Н. Биотехнологические процессы и аппараты: учебное пособие / В. Н. Долгунин,, В. А. Пронин,. - Биотехнологические процессы и аппараты - Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. - 80 с. - 978-5-8265-2291-2. - Текст: электронный. // IPR SMART: [сайт]. - URL:	https://www.iprbookshop.ru/115710.html
Комиссаров, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 1242 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19103-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/569094	https://urait.ru/bcode/569094

8.2. Дополнительная литература

Название	Ссылка
Долгунин,, В. Н. Биотехнологические процессы и аппараты: учебное пособие / В. Н. Долгунин,, В. А. Пронин,. - Биотехнологические процессы и аппараты - Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. - 80 с. - 978-5-8265-2291-2. - Текст: электронный. // IPR SMART: [сайт]. - URL:	https://www.iprbookshop.ru/115710.html
Комиссаров, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 1242 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19103-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/569094	https://urait.ru/bcode/569094
Марченко, Б. И. Основы микробиологии и биотехнологии : учебное пособие / Б. И. Марченко. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2024. — 143 с. — ISBN 978-5-9275-4861-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/155372.html	https://www.iprbookshop.ru/155372.html

8.3. Информационно-телекоммуникационные ресурсы сети «Интернет»

Профессиональные базы данных 1. https://www.gost.ru/ - Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации 2. http://docs.cntd.ru - База нормативных и нормативно-технических документов «Техэксперт» Ресурсы «Интернет» 1. http://www.iprbookshop.ru - ЭБС IPR BOOKS : электронная библиотечная система / ООО

Компания «Ай Пи Ар Медиа»., гл.ред. Е. А. Богатырева. — [Саратов] 2. http://www.studentlibrary.ru - ЭБС «Консультант студента» : / ООО «Политехресурс». – Москва 3. www.arfp.ru - Портал Ассоциация российских фармацевтических производителей (АРФП): в том числе архив номеров журнала «Фармацевтическая промышленность» 4. http://apps.webofknowledge.com - Science Citation Index Expanded 5. http://www.consultant.ru/ - КонсультантПлюс :[справочно-правовая система] / ЗАО "КонсультантПлюс". - [Москва]

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Консультации в период теоретического обучения

Консультации в период теоретического обучения предназначены для разъяснения порядка выполнения самостоятельной работы и ответа на сложные вопросы в изучении дисциплины.

В рамках консультаций проводится контроль выполнения обучающимся самостоятельной работы. Контроль осуществляется в следующей форме:

Задач и заданий реконструктивного уровня

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство, позволяющее оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: комплект задач и заданий

Собеседование

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: вопросы по темам/разделам дисциплины

Тест

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой систему стандартизированных заданий, позволяющую автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: спецификация банка тестовых заданий

Доклада, сообщения

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению

полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: темы докладов, сообщений.

Лекции

Лекции предназначены для сообщения обучающимся необходимого для изучения дисциплины объема теоретического материала. В рамках лекций преподавателем могут реализовываться следующие интерактивные образовательные технологии: дискуссия, лекция с ошибками, видеоконференция, вебинар.

Практические занятия

Практические занятия предусматривают применение преподавателем различных интерактивных образовательных технологий и активных форм обучения: дискуссия, деловая игра, круглый стол, мини-конференция. Текущий контроль знаний осуществляется на практических занятиях и проводится в форме:

Задач и заданий реконструктивного уровня

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство, позволяющее оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: комплект задач и заданий

Защита отчета о практической работе

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с содержанием отчета о выполненной практической работе, позволяющее установить самостоятельность выполнения работы, сформированность умений и правильность применения теоретических знаний в рамках темы.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: вопросы по теме практической работы.

Отчет по практической работе

Краткая характеристика оценочного средства: средство, позволяющее оценить способность обучающегося самостоятельно выполнять учебные задачи и задания с использованием специализированного оборудования и (или) программного обеспечения, обеспеченную совокупностью теоретических знаний.

Представление оценочного средства в фонде: требования к структуре и содержанию отчета.

Собеседование

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: вопросы по темам/разделам дисциплины

Тест

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой систему стандартизированных заданий, позволяющую автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: спецификация банка тестовых заданий

Доклада, сообщения

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению

полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: темы докладов, сообщений.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

10.1. Перечень необходимого программного обеспечения

Название
1С Предприятие 8.3 - учебная версия Свободная лицензия
7-Zip Свободная лицензия
Adobe Reader DC Свободная лицензия
Microsoft Office Word 2010 Номер продукта 14.0.6024.1000 SP1 MSO 02260-018-0000106-48095

10.2. Перечень необходимых информационных справочных систем:

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам:

Название
https://www.gost.ru/ - Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации
http://docs.cntd.ru - База нормативных и нормативно-технических документов «Техэксперт»

Для обучающихся обеспечен доступ (удаленный доступ) к следующим современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам:

Название
http://www.iprbookshop.ru - ЭБС IPR BOOKS : электронная библиотечная система / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа»., гл.ред. Е. А. Богатырева. — [Саратов]
http://www.studentlibrary.ru - ЭБС «Консультант студента» : / ООО «Политехресурс». – Москва
www.arfp.ru - Портал Ассоциация российских фармацевтических производителей (АРФП): в том числе архив номеров журнала «Фармацевтическая промышленность»
ЮРАЙТ : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Электронное издательство Юрайт». – Москва, 2020 – . – URL: https://urait.ru/ – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст электронный.
http://www.consultant.ru/ - КонсультантПлюс :[справочно-правовая система] / ЗАО "КонсультантПлюс". - [Москва]

11. Описание материально-технической базы необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Наименования специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебная аудитория для проведения лекционных и семинарских занятий; Учебная аудитория для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ) (2-2-32) 385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Гоголя; ул. Первомайская, дом № 17; дом № 210 (385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул.Гоголя; ул.Первомайская, дом №17; дом № 210, строение №1), Учебный корпус № 2	Учебная мебель на 22 посадочных места, доска, наглядные пособия	1С Предприятие 8.3 - учебная версия Свободная лицензияMicrosoft Office Word 2010 Номер продукта 14.0.6024.1000 SP1 MSO 02260-018-0000106-48095Антивирус kaspersky endpoint security Лицензионный договор от 17.02.2021 № 203-20122401Офисный пакет Microsoft office 2016 Договор от 26.05.2020 № 32009117096 Договор от 17.01.2019 № 31908696765
Для СРС - Читальный зал ФГБОУ ВО «МГТУ», г. Майкоп, ул. Первомайская, д.191, 3 этаж	150 посадочных мест, компьютерное оснащение с выходом в Интернет на 30 посадочных мест; оснащен специализированной мебелью (столы, стулья, шкафы, шкафы выставочные), стационарное мультимедийное оборудование, оргтехника (принтеры, сканеры, ксерокс	1С Предприятие 8.3 - учебная версия Свободная лицензияMicrosoft Office Word 2010 Номер продукта 14.0.6024.1000 SP1 MSO 02260-018-0000106-48095Антивирус kaspersky endpoint security Лицензионный договор от 17.02.2021 № 203-20122401Офисный пакет Microsoft office 2016 Договор от 26.05.2020 № 32009117096 Договор от 17.01.2019 № 31908696765