

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по учебной работе

_____ Василенко В.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

«30» мая 2024г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ

ОПТИМИЗАЦИЯ BIOTEХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Направление подготовки (специальность)

19.03.01 – Биотехнология

Направленность (профиль)

Промышленная и пищевая биотехнология

Квалификация (степень) выпускника
бакалавр

Воронеж

1. Цели и задачи дисциплины

1. Целью освоения дисциплины (модуля) является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

22 Пищевая промышленность, включая производство напитков и табака (в сферах: производства пищевого белка, ферментных препаратов, пребиотиков, пробиотиков, синбиотиков, функциональных пищевых продуктов (включая лечебные, профилактические и детские), пищевых ингредиентов, в том числе витаминов и функциональных смесей; глубокой переработки пищевого сырья; производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности);

26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: производства продуктов ферментативных реакций, микробиологического синтеза и биотрансформаций; переработки и обезвреживания промышленных и коммунальных стоков; предотвращения и ликвидации последствий вредного антропогенного воздействия на окружающую среду техногенной деятельности);

Дисциплина направлена на решение задач профессиональной деятельности следующих типов:

- научно-исследовательский;
- производственно-технологический;
- организационно-управленческий;

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта с учетом профессиональных стандартов (ФГОС ВО), утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.08.2021 № 736 "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология"

2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ПКв-2	Способен проводить научно-исследовательские работы и маркетинговые исследования в области прогрессивных биотехнологий и новой биотехнологической продукции для пищевой промышленности с целью поиска и разработки новых эффективных путей получения биотехнологических продуктов, создания современных биотехнологий, в том числе нанобиотехнологий, технологий рекомбинантных дезоксирибонуклеиновых кислот, клеточных технологий	ИД ₂ ^{ПКв-2} – Применяет методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на базе стандартных пакетов прикладных программ
2	ПКв-4	Способен обеспечивать технологические режимы производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности в соответствии с технологическими параметрами и технологическими ин-	ИД ₃ ^{ПКв-4} Применяет методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на базе стандартных пакетов прикладных про-

		струкциями	грамм
3	ПКв-7	Способен управлять действующими биотехнологическими процессами и производством	ИД1 _{ПКв-7} Осуществляет руководство проведением и управление биотехнологическими процессами производства БАВ

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД2 _{ПКв-2} Применяет методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на базе стандартных пакетов прикладных программ	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Технологии менеджмента и маркетинговых исследований рынка продукции и услуг в области производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности; - Методы математического моделирования технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на базе стандартных пакетов прикладных программ; - Показатели эффективности технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности;
	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Применять методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на базе стандартных пакетов прикладных программ; - Применять статистические методы обработки экспериментальных данных для анализа технологических процессов при производстве биотехнологической продукции для пищевой промышленности;
	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Проведение маркетинговых исследований передового отечественного и зарубежного опыта в области технологии производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности; - Математическое моделирование технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на базе стандартных пакетов прикладных программ в целях оптимизации производства, разработки новых технологий и технологических схем производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности; - Организация работ по проведению испытаний, внедрению и применению инновационных технологий для повышения эффективности технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности;
ИД3 _{ПКв-4} Применяет методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на базе стандартных пакетов прикладных программ	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Основы технологии производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности; - Условия стерильной работы, приемы отбора проб, технология процесса ферментации, сущность процессов предварительной обработки и фильтрации, экстракции, ионообменной сорбции, осаждения, сушки в производстве продуктов биосинтеза, технологии переработки и утилизации отходов; - Основные технологические операции и режимы работы технологического оборудования по производству биотехнологической продукции для пищевой промышленности;
	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Использовать специализированное программное обеспечение в процессе выполнения технологических операций производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности в соответствии с технологическими инструкциями; - Регулировать технологические процессы производства продуктов биосинтеза по показаниям контрольно-измерительных приборов и результатам анализов на основе определения технологических параметров процессов производства продуктов биосинтеза;
	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Регулирование параметров и режимов технологических операций производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности в соответствии с технологическими инструкциями; - Регулирование параметров качества продукции, норм расхода сырья и нормативов выхода готовой продукции в процессе выполнения техноло-

	гических операций производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности в соответствии с технологическими инструкциями;
ИД1 _{ПКв-7} Осуществляет руководство проведением и управление биотехнологическими процессами производства БАВ	Знает: - Локальные нормативные акты и методические материалы, регламентирующие качество биотехнологической продукции; - Технология и контроль производства БАВ; - Основы системы управления качеством продукции;
	Умеет: - Контролировать выполнение анализов качества продукции биотехнологического производства; - Исследовать данные по вопросам качества биотехнологической продукции; - Контролировать выполнение мероприятий по улучшению качества БАВ;
	Владеет: - Руководство проведением испытаний биотехнологической продукции; - Руководство проведением работ по повышению качества продукции биотехнологического производства;

3. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП ВО/СПО

Дисциплина относится к к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 ООП. Дисциплина является обязательной к изучению.

Изучение дисциплины основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися дисциплин: Введение в технологию отрасли, Промышленная биотехнология, Генная инженерия, Теоретические основы биотехнологии.

Дисциплина является предшествующей для изучения: Биотехнология ферментных препаратов и биологически активных веществ, Сельскохозяйственная биотехнология, Производственная практика, преддипломная практика.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего академических часов	Распределение трудоемкости по семестрам, ч
		7 семестр
		акад. ч
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	108	108
Контактная работа в т. ч. Аудиторные занятия:	77,35	77,35
Лекции	45	45
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-
Практические занятия	30	30
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	30	30
Консультации текущие	2,25	2,25
Вид аттестации (зачет)	0,1	0,1
Самостоятельная работа:	30,65	30,65
Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	30,65	30,65

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1 Содержание разделов дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость раздела, ак. ч
1	Эксперимент как предмет исследования	Понятие эксперимента. Классификация экспериментальных исследований. Основные понятия. Пассивный и активный эксперимент. Виды и методы измерений.	8
2	Некоторые понятия теории вероятностей и математической статистики	Случайные величины и функции их распределения. Нормальный закон распределения. Основные понятия математической статистики.	10
3	Статистическая обработка результатов эксперимента	Ошибки эксперимента: грубая, систематическая, случайная. Критерии выявления грубых ошибок. Выборочное среднеквадратичное (стандартное) отклонение. Доверительный интервал и доверительная вероятность.	14
4	Дисперсионный анализ	Однофакторный дисперсионный анализ при равном числе и в случае разного числа повторных опытов. Двухфакторный дисперсионный анализ в отсутствие и при наличии повторных опытов.	12
5	Корреляционный и регрессионный анализ	Корреляционный анализ, коэффициент корреляции. Приближенная регрессия, ее виды. Метод наименьших квадратов. Коэффициент достоверности аппроксимации, величина средней ошибки аппроксимации. Линейная регрессия. Параболическая регрессия. Полиномы Чебышева. Множественная регрессия.	18
6	Планирование и оптимизация эксперимента	Полный факторный эксперимент. Понятие входного и выходного параметров. ПФЭ 2^k : матрица планирования эксперимента, расчет коэффициентов уравнения регрессии, проверка адекватности уравнения регрессии. ДФЭ 2^{k-p} . Ортогональные насыщенные планы Плакетта-Бермана. Оптимизация условий эксперимента по методу крутого восхождения. Композиционные планы.	41,65
	<i>Консультации текущие</i>		2,25
	<i>Зачет</i>		0,1

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, ак. ч	Практические занятия, ак. ч	СРО, ак. ч
1	Эксперимент как предмет исследования	4	4	2
2	Некоторые понятия теории вероятностей и математической статистики	4	-	4
3	Статистическая обработка результатов эксперимента	6	6	4
4	Дисперсионный анализ	6	2	4
5	Корреляционный и регресси-	8	4	6

	онный анализ			
6	Планирование и оптимизация эксперимента	15	14	10,65
	<i>Консультации текущие</i>	2,25		
	<i>Зачет</i>	0,1		

5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, ак. ч
1	Эксперимент как предмет исследования	Понятие эксперимента. Классификация экспериментальных исследований. Основные понятия. Пассивный и активный эксперимент. Виды и методы измерений.	4
2.	Некоторые понятия теории вероятностей и математической статистики	Случайные величины и функции их распределения. Нормальный закон распределения. Основные понятия математической статистики.	4
3	Статистическая обработка результатов эксперимента	Ошибки эксперимента: грубая, систематическая, случайная. Критерии выявления грубых ошибок. Выборочное среднеквадратичное (стандартное) отклонение. Доверительный интервал и доверительная вероятность.	6
4	Дисперсионный анализ	Однофакторный дисперсионный анализ при равном числе и в случае разного числа повторных опытов. Двухфакторный дисперсионный анализ в отсутствии и при наличии повторных опытов.	6
5	Корреляционный и регрессионный анализ	Корреляционный анализ, коэффициент корреляции. Приближенная регрессия, ее виды. Метод наименьших квадратов. Коэффициент достоверности аппроксимации, величина средней ошибки аппроксимации. Линейная регрессия. Параболическая регрессия. Полиномы Чебышева. Множественная регрессия.	8
6	Планирование и оптимизация эксперимента	Полный факторный эксперимент. Понятие входного и выходного параметров. ПФЭ 2^k : матрица планирования эксперимента, расчет коэффициентов уравнения регрессии, проверка адекватности уравнения регрессии. ДФЭ 2^{k-p} . Ортогональные насыщенные планы Плакетта-Бермана. Оптимизация условий эксперимента по методу крутого восхождения. Композиционные планы.	15

5.2.2 Практические занятия (семинары)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических занятий	Трудоемкость, ак. ч
1	Эксперимент как предмет исследования	Решение задач по приготовлению растворов реактивов различных концентраций	4

2	Статистическая обработка результатов эксперимента	Выявление грубых промахов эксперимента	2
		Определение ошибки воспроизводимости эксперимента	2
		Проведение статистической обработки результатов эксперимента с заданной доверительной вероятностью	2
3	Дисперсионный анализ	Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ	2
4	Корреляционный и регрессионный анализ	Качественная и количественная оценка корреляции экспериментальных данных	2
		Определение вида функциональной зависимости экспериментальных данных	2
5	Планирование и оптимизация эксперимента	Определение характеристик планирования, составление матрицы планирования эксперимента 2^2 и 2^3	2
		ПФЭ 2^2 : определение коэффициентов уравнения регрессии и адекватность полученного уравнения при наличии повторных опытов	4
		ПФЭ 2^3 : определение коэффициентов уравнения регрессии и адекватность полученного уравнения при наличии опытов в нулевых условиях	4
		Дробный факторный эксперимент	2
		Оптимизация эксперимента по методу крутого восхождения	2

5.2.3 Лабораторный практикум *не предусмотрен*

5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час ак. ч
1	Эксперимент как предмет исследования	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	2
2	Некоторые понятия теории вероятностей и математической статистики	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	4
3	Статистическая обработка результатов эксперимента	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	4
4	Дисперсионный анализ	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	4
5	Корреляционный и регрессионный анализ	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	6
6	Планирование и оптимизация эксперимента	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	10,65

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

6.1 Основная литература

1. Леонович, А. А. Основы научных исследований / А. А. Леонович, А. В. Шелоумов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 124 с. — ISBN 978-5-507-47900-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/332117>

2. Щурин, К. В. Планирование и организация эксперимента / К. В. Щурин, Е. К. Волкова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-9875-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/230288>

6.2 Дополнительная литература:

1. Маниковская, Н. С. Основы биотехнологии : учебное пособие / Н. С. Маниковская, В. И. Минина. — Кемерово : КемГУ, 2023. — 250 с. — ISBN 978-5-8353-3086-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/407714>

6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

Основы оптимизации стадий биотехнологических процессов: методические указания для самостоятельной работы обучающихся / Воронеж. гос. ун-т инж. технол.; сост. Е. П. Анохина, О. С. Корнеева. — Воронеж: ВГУИТ, 2020. — 12 с. — Режим доступа: <https://education.vsu.ru/mod/resource/view.php?id=171240>

6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека	https://www.elibrary.ru/defaultx.asp
Образовательная платформа «Юрайт»	https://urait.ru/
ЭБС «Лань»	https://e.lanbook.com/
АИБС «МегаПро»	https://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	http://minobrnauki.gov.ru
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	http://education.vsu.ru

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

При изучении дисциплины используется программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения ЗКЛ».

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Adobe Reader XI	(бесплатное ПО) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html
Альт Образование	Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно»
Microsoft Windows 8	Microsoft Open License
Microsoft Windows 8.1	Microsoft Windows Professional 8 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level#61280574 от 06.12.2012 г.

	https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license
Microsoft Office Professional Plus 2010	Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #48516271 от 17.05.2011 г. https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #61181017 от 20.11.2012 г. https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license
Microsoft Office 2007 Standart	Microsoft Open License Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license
Libre Office 6.1	Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно» (Включен в установочный пакет операционной системы Альт Образование 8.2)
КОМПАС 3D LT v 12	(бесплатное ПО) http://zoomexe.net/ofis/project/2767-kompas-3d.html
T-FLEX CAD 3D Университетская	Договор № 74-В-ТСН-3-2018 с ЗАО «ТОП СИСТЕМЫ» от 07.05.2018 г. Лицензионное соглашение № А00007197 от 22.05.2018 г.
Компас 3D V21	Лицензионное соглашение с ЗАО «Аскон» № КАД-16-1380 Сублицензионный договор с ООО «АСКОН-Воронеж» от 09.02.2022 г.
APM WinMachine	Лицензионное соглашение с ООО НТЦ «АПМ» № 105416 от 22.11.2016 г.

Справочно-правовые системы

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Справочная правовая система «Консультант Плюс»	Договор о сотрудничестве с «Информсвязь-черноземье», Региональный информационный центр общероссийской сети распространения правовой информации Консультант Плюс № 8-99/RD от 12.02.1999 г.

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, в том числе в формате практической подготовки, включают:

Ауд. 403. Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий. Ноутбук ASUS, мультимедийный, проектор ACER, экран. Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #47881748 от 24.12.2010 г.

Ауд. 419. Учебная аудитория для лабораторных и практических занятий. Комплекты мебели для учебного процесса – 10 шт. Ноутбук ASUS, мультимедийный, проектор ACER, экран. Microsoft Windows Professional 8 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level #61280574 от 06.12.2012 г. <http://eopen.microsoft.com>
Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #47881748 от 24.12.2010 г. <http://eopen.microsoft.com>

Ауд. 416. Оборудованный учебный класс, оснащенный компьютерами: Core i3-5403.06, C2DE4600 Ноутбук ASUS, мультимедийный, проектор ACER, экран. Альт Образование 8.2 + LibreOffice 6.2. Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно»

Читальные залы библиотеки:

Компьютеры со свободным доступом в сеть Интернет и Электронными библиотечными и информационно справочными системами.

8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины (модуля) включают в себя:

- перечень компетенций с указанием индикаторов достижения компетенций, этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

ОМ представляются отдельным комплектом и входят в состав рабочей программы дисциплины (модуля).

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

ОПТИМИЗАЦИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ПКв-2	Способен проводить научно-исследовательские работы и маркетинговые исследования в области прогрессивных биотехнологий и новой биотехнологической продукции для пищевой промышленности с целью поиска и разработки новых эффективных путей получения биотехнологических продуктов, создания современных биотехнологий, в том числе нанобиотехнологий, технологий рекомбинантных дезоксирибонуклеиновых кислот, клеточных технологий	ИД2 _{ПКв-2} Применяет методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на базе стандартных пакетов прикладных программ
2	ПКв-4	Способен обеспечивать технологические режимы производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности в соответствии с технологическими параметрами и технологическими инструкциями	ИД3 _{ПКв-4} Применяет методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на базе стандартных пакетов прикладных программ
3	ПКв-7	Способен управлять действующими биотехнологическими процессами и производством	ИД1 _{ПКв-7} Осуществляет руководство проведением и управление биотехнологическими процессами производства БАВ

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД2 _{ПКв-2} Применяет методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на базе стандартных пакетов прикладных программ	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Технологии менеджмента и маркетинговых исследований рынка продукции и услуг в области производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности; - Методы математического моделирования технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на базе стандартных пакетов прикладных программ; - Показатели эффективности технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Применять методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на базе стандартных пакетов прикладных программ; - Применять статистические методы обработки экспериментальных данных для анализа технологических процессов при производстве биотехнологической продукции для пищевой промышленности; <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Проведение маркетинговых исследований передового отечественного и зарубежного опыта в области технологии производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности; - Математическое моделирование технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на базе стандартных пакетов прикладных программ в целях оптимизации производства, разработки новых технологий и технологических схем производ-

	ства биотехнологической продукции для пищевой промышленности; - Организация работ по проведению испытаний, внедрению и применению инновационных технологий для повышения эффективности технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности;
ИД3 _{ПКв-4} Применяет методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на базе стандартных пакетов прикладных программ	Знает: - Основы технологии производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности; - Условия стерильной работы, приемы отбора проб, технология процесса ферментации, сущность процессов предварительной обработки и фильтрации, экстракции, ионообменной сорбции, осаждения, сушки в производстве продуктов биосинтеза, технологии переработки и утилизации отходов; - Основные технологические операции и режимы работы технологического оборудования по производству биотехнологической продукции для пищевой промышленности;
	Умеет: - Использовать специализированное программное обеспечение в процессе выполнения технологических операций производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности в соответствии с технологическими инструкциями; - Регулировать технологические процессы производства продуктов биосинтеза по показаниям контрольно-измерительных приборов и результатам анализов на основе определения технологических параметров процессов производства продуктов биосинтеза;
	Владеет: - Регулирование параметров и режимов технологических операций производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности в соответствии с технологическими инструкциями; - Регулирование параметров качества продукции, норм расхода сырья и нормативов выхода готовой продукции в процессе выполнения технологических операций производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности в соответствии с технологическими инструкциями;
ИД1 _{ПКв-7} Осуществляет руководство проведением и управление биотехнологическими процессами производства БАВ	Знает: - Локальные нормативные акты и методические материалы, регламентирующие качество биотехнологической продукции; - Технология и контроль производства БАВ; - Основы системы управления качеством продукции;
	Умеет: - Контролировать выполнение анализов качества продукции биотехнологического производства; - Исследовать данные по вопросам качества биотехнологической продукции; - Контролировать выполнение мероприятий по улучшению качества БАВ;
	Владеет: - Руководство проведением испытаний биотехнологической продукции; - Руководство проведением работ по повышению качества продукции биотехнологического производства;

2. Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Разделы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Оценочные средства		Технология оценки (способ контроля)
			Наименование	№№ заданий	
1	Эксперимент как предмет исследования	ИД2 _{ПКв-2}	Решение задач	1-3	Проверка преподавателем (уровневая шкала)
			Собеседование (вопросы к коллоквиуму)	17-24	Проверка преподавателем (уровневая шкала)
			Банк тестовых заданий	107-119	Бланочное тестирование (процентная шкала)

			Собеседование (вопросы к зачету)	55-61	Проверка преподавателем (уровневая шкала)
2	Некоторые понятия теории вероятностей и математической статистики	ИД2 _{ПКв-2}	Собеседование (вопросы к коллоквиуму)	25, 26	Проверка преподавателем (уровневая шкала)
			Собеседование (вопросы к зачету)	62, 63	Проверка преподавателем (уровневая шкала)
3	Статистическая обработка результатов эксперимента	ИД2 _{ПКв-2}	Решение задач	4-7	Проверка преподавателем (уровневая шкала)
			Собеседование (вопросы к коллоквиуму)	27-34	Проверка преподавателем (уровневая шкала)
			Банк тестовых заданий	120-131	Бланочное тестирование (процентная шкала)
			Собеседование (вопросы к зачету)	64-72	Проверка преподавателем (уровневая шкала)
		ИД3 _{ПКв-4}	Решение задач	8	Проверка преподавателем (уровневая шкала)
4	Дисперсионный анализ	ИД3 _{ПКв-4}	Решение задач	11	Проверка преподавателем (уровневая шкала)
			Собеседование (вопросы к коллоквиуму)	35, 37	Проверка преподавателем (уровневая шкала)
			Собеседование (вопросы к зачету)	73-76	Проверка преподавателем (уровневая шкала)
5	Корреляционный и регрессионный анализ	ИД3 _{ПКв-4}	Решение задач	9, 10	Проверка преподавателем (уровневая шкала)
			Собеседование (вопросы к коллоквиуму)	38-45	Проверка преподавателем (уровневая шкала)
			Банк тестовых заданий	132-142	Бланочное тестирование (процентная шкала)
			Собеседование (вопросы к зачету)	77-84	Проверка преподавателем (уровневая шкала)
6	Планирование и оптимизация эксперимента	ИД3 _{ПКв-4}	Решение задач	12-14	Проверка преподавателем (уровневая шкала)
			Собеседование (вопросы к зачету)	85-97	Проверка преподавателем (уровневая шкала)
			Кейс-задание	148	Проверка преподавателем (уровневая шкала)
		ИД1 _{ПКв-7}	Решение задач	15, 16	Проверка преподавателем (уровневая шкала)
			Собеседование (вопросы к коллоквиуму)	46-54	Проверка преподавателем (уровневая шкала)
			Банк тестовых заданий	143-146	Бланочное тестирование (процентная шкала)
			Собеседование (вопросы к зачету)	98-106	Проверка преподавателем (уровневая шкала)
			Кейс-задание	149	Проверка преподавателем (уровневая шкала)

3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации (зачет)

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

Аттестация обучающегося по дисциплине проводится по рейтингу текущей успеваемости и предусматривает возможность последующего собеседования (зачета).

3.1 Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям

ПКв-2 - Способен проводить научно-исследовательские работы и маркетинговые исследования в области прогрессивных биотехнологий и новой биотехнологической продукции для пищевой промышленности с целью поиска и разработки новых эффективных путей получения биотехнологических продуктов, создания современных биотехнологий, в том числе нанобиотехнологий, технологий рекомбинантных дезоксирибонуклеиновых кислот, клеточных технологий (ИД2_{ПКв-2} – Применяет методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на базе стандартных пакетов прикладных программ)

ПКв-4 - Способен обеспечивать технологические режимы производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности в соответствии с технологическими параметрами и технологическими инструкциями (ИД3_{ПКв-4} - Применяет методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на базе стандартных пакетов прикладных программ)

ПКв-7 - Способен управлять действующими биотехнологическими процессами и производством (ИД1_{ПКв-7} - Осуществляет руководство проведением и управление биотехнологическими процессами производства БАВ)

Осуществляется обучающимися самостоятельно с использованием литературы, рекомендованной к изучению и представленной в рабочей программе дисциплины.

3.2 Задания к практическим занятиям

ПКв-2 - Способен проводить научно-исследовательские работы и маркетинговые исследования в области прогрессивных биотехнологий и новой биотехнологической продукции для пищевой промышленности с целью поиска и разработки новых эффективных путей получения биотехнологических продуктов, создания современных биотехнологий, в том числе нанобиотехнологий, технологий рекомбинантных дезоксирибонуклеиновых кислот, клеточных технологий (ИД2_{ПКв-2} – Применяет методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на базе стандартных пакетов прикладных программ)

№ задания	Формулировка задания									
	Рассчитать массу вещества кристаллогидрата карбоната натрия $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ для приготовления 200 мл 15%-ного раствора углекислого натрия.									
	Рассчитать объем концентрированной кислоты H_2SO_4 плотностью 1,84 г/мл для приготовления 500 мл 0,1 Н раствора.									
	Определите, сколько нужно взять растворов соли 60%-й и 10%-й концентраций для приготовления 300 г раствора 25%-й концентрации.									
	Результаты определения массовой доли жира в пробе молока приведены в таблице. Проверьте результаты на наличие грубых промахов.									
	№ анализа	1	2	3	4	5	6	7		
	W, %	3,75	3,76	3,84	3,65	3,78	3,82	3,85		
	Результаты определения массовой доли белка в творожной сыворотке приведены в таблице. Определить ошибку воспроизводимости.									
	№ анализа	1	2	3	4	5	6	7	8	

	W, %	0,82	0,90	0,86	0,93	0,92	0,88	0,82	0,90
	Провести статистическую обработку результатов анализа массовой доли белка в пробе молока с доверительной вероятностью P=0,90, в опыте было проведено 8 анализов и получены следующие результаты:								
	№ анали-	1	2	3	4	5	6	7	8
	Бм, %	3,20	3,15	3,18	3,24	3,30	3,20	3,30	3,25
	Провести статистическую обработку результатов анализа кислотности кефира с доверительной вероятностью P=0,95, если в опыте были получены следующие результаты:								
	№ анализа	1	2	3	4	5	6	7	8
	K, °T	86	87	84	88	87	86	88	89

ПКв-4 - Способен обеспечивать технологические режимы производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности в соответствии с технологическими параметрами и технологическими инструкциями (ИДЗ_{ПКв-4} - Применяет методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на базе стандартных пакетов прикладных программ)

№ задания	Формулировка задания																																
	<p>При изучении влияния на выход биомассы дрожжей нового стимулятора роста получены две выборки: первая – выход дрожжей (в процентах) при культивировании их в среде без стимулятора (контроль); вторая – при внесении в среду стимулятора (опыт). Определить является ли достоверным повышение выхода дрожжей при внесении в среду культивирования нового стимулятора роста.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">№ опыта</th> <th colspan="2">Выход дрожжей, %</th> </tr> <tr> <th>Контроль</th> <th>Опыт</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>72</td> <td>73</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>70</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>74</td> <td>78</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>78</td> <td>80</td> </tr> </tbody> </table>						№ опыта	Выход дрожжей, %		Контроль	Опыт	1	72	73	2	70	75	3	74	78	4	78	80										
№ опыта	Выход дрожжей, %																																
	Контроль	Опыт																															
1	72	73																															
2	70	75																															
3	74	78																															
4	78	80																															
	<p>Установить функциональную зависимость между дозой ферментного препарата (X) и продолжительностью сквашивания (Y) молока при производстве творога с использованием 5%-ной закваски.</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>X, кг/т</td> <td>1,0</td> <td>0,8</td> <td>0,6</td> <td>0,4</td> <td>0,2</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>Y, час</td> <td>3,1</td> <td>3,5</td> <td>3,9</td> <td>4,6</td> <td>5,1</td> <td>5,4</td> </tr> </tbody> </table>						X, кг/т	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1	Y, час	3,1	3,5	3,9	4,6	5,1	5,4													
X, кг/т	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1																											
Y, час	3,1	3,5	3,9	4,6	5,1	5,4																											
	<p>В результате исследований процесса ферментативного гидролиза были получены зависимости содержания сырого протеина (СП, %), сырой клетчатки (СК, %) и степени извлечения (СИ, %) белка от типа и концентрации (с, %) используемого ферментного препарата (табл.). Требуется оценить корреляцию полученных данных качественно и количественно.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">с, %</th> <th colspan="3">Protex 7L</th> </tr> <tr> <th>СП, %</th> <th>СК, %</th> <th>СИ, %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>30,0</td> <td>27,0</td> <td>62,5</td> </tr> <tr> <td>0,05</td> <td>23,3</td> <td>31,8</td> <td>58,7</td> </tr> <tr> <td>0,1</td> <td>18,4</td> <td>36,9</td> <td>54,1</td> </tr> <tr> <td>0,2</td> <td>16,3</td> <td>37,7</td> <td>39,1</td> </tr> <tr> <td>0,4</td> <td>15,0</td> <td>41,4</td> <td>21,0</td> </tr> </tbody> </table>						с, %	Protex 7L			СП, %	СК, %	СИ, %	0	30,0	27,0	62,5	0,05	23,3	31,8	58,7	0,1	18,4	36,9	54,1	0,2	16,3	37,7	39,1	0,4	15,0	41,4	21,0
с, %	Protex 7L																																
	СП, %	СК, %	СИ, %																														
0	30,0	27,0	62,5																														
0,05	23,3	31,8	58,7																														
0,1	18,4	36,9	54,1																														
0,2	16,3	37,7	39,1																														
0,4	15,0	41,4	21,0																														
	<p>В таблице приведены данные о степени извлечения белков в результате ферментативного гидролиза подсолнечного шрота с использованием трех ферментных препаратов. Концентрация препаратов варьировалась на пяти уровнях. Необходимо оценить значимость линейных эффектов факторов: А – тип ферментного препарата; В – концентрация ферментного препарата.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Концентрация</th> <th colspan="3">Степень извлечения, %</th> </tr> <tr> <th>Protex 7L</th> <th>Protex 40E</th> <th>Protex 6L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>62,5</td> <td>62,4</td> <td>72,5</td> </tr> <tr> <td>0,05</td> <td>58,7</td> <td>59,7</td> <td>70,1</td> </tr> </tbody> </table>						Концентрация	Степень извлечения, %			Protex 7L	Protex 40E	Protex 6L	0	62,5	62,4	72,5	0,05	58,7	59,7	70,1												
Концентрация	Степень извлечения, %																																
	Protex 7L	Protex 40E	Protex 6L																														
0	62,5	62,4	72,5																														
0,05	58,7	59,7	70,1																														

	0,1	54,1	55,1	66,0																																								
	0,2	39,1	52,1	65,9																																								
	0,4	21,0	28,7	41,0																																								
	<p>Применяя для эксперимента план ПФЭ 2^2 математически описать процесс свертывания молока в производстве сыра и установить адекватность уравнения регрессии при выбранных значениях входных факторов: температура молока 28 - 36 °С; доза фермента 1 - 3 г/100 кг. Исследуемый процесс оценивали по время свертывания (мин). Все опыты проведены в двух повторностях. Результаты опытов имели значения: 1. $Y_1=42, 45$; 2. $Y_2 = 36, 38$; 3. $Y_3= 32, 29$; 4. $Y_4 = 26, 28$.</p>																																											
	<p>Применяя для эксперимента план ПФЭ 2^2 математически описать процесс сквашивания молока в производстве творога кислотным способом и установить адекватность уравнения регрессии при выбранных значениях входных факторов: температура молока 26 -38 °С; доза закваски 3-10%. Исследуемый процесс оценивали по кислотности сгустка (°Т). Все опыты проведены в двух повторностях. Результаты опытов имели значения: 1. $Y_1 = 78; 76$; 2. $Y_2 = 74; 73$; 3. $Y_3= 68; 70$; 4. $Y_4 =66; 68$</p>																																											
	<p>Применяя планирование ПФЭ установить влияние условий химического гидролиза шрота на содержание общих углеводов в гидролизате и адекватность уравнения регрессии. В качестве факторов были выбраны: X_1 - температура гидролиза (от 115 до 125 °С); X_2 - начальное значение pH (2 - 4); X_3 - гидромодуль (10 - 20).</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Натуральные значения факторов</th> <th>Количество ОУ, г/л</th> </tr> <tr> <th>X_1</th> <th>X_2</th> <th>X_3</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>125</td> <td>4</td> <td>20</td> <td>4,8</td> </tr> <tr> <td>115</td> <td>4</td> <td>20</td> <td>3,3</td> </tr> <tr> <td>125</td> <td>2</td> <td>20</td> <td>8,2</td> </tr> <tr> <td>115</td> <td>2</td> <td>20</td> <td>5,3</td> </tr> <tr> <td>125</td> <td>4</td> <td>10</td> <td>7,8</td> </tr> <tr> <td>115</td> <td>4</td> <td>10</td> <td>6,0</td> </tr> <tr> <td>125</td> <td>2</td> <td>10</td> <td>19,0</td> </tr> <tr> <td>115</td> <td>2</td> <td>10</td> <td>9,4</td> </tr> </tbody> </table> <p>Для определения дисперсии воспроизводимости были поставлены четыре опыта в нулевых условиях и получены следующие значения концентрации общих углеводов (г/л): 10,6; 11,0; 12,2; 10,5.</p>				Натуральные значения факторов			Количество ОУ, г/л	X_1	X_2	X_3	Y	125	4	20	4,8	115	4	20	3,3	125	2	20	8,2	115	2	20	5,3	125	4	10	7,8	115	4	10	6,0	125	2	10	19,0	115	2	10	9,4
Натуральные значения факторов			Количество ОУ, г/л																																									
X_1	X_2	X_3	Y																																									
125	4	20	4,8																																									
115	4	20	3,3																																									
125	2	20	8,2																																									
115	2	20	5,3																																									
125	4	10	7,8																																									
115	4	10	6,0																																									
125	2	10	19,0																																									
115	2	10	9,4																																									

ПКв-7 - Способен управлять действующими биотехнологическими процессами и производством (ИД1_{ПКв-7} - Осуществляет руководство проведением и управление биотехнологическими процессами производства БАВ)

№ задания	Формулировка задания
	<p>При исследовании процесса сквашивания молока в производстве творога выбраны следующие факторы: X_1- кислотность молока (18-26 °Т), X_2-доза $CaCl_2$ (10-30 г/100 кг). Эффективность процесса оценивали по времени сквашивания, ч. Для установления влияния факторов на исследуемый процесс необходимо провести планирование ПФЭ 2^2</p>
	<p>При исследовании влияния условий химического гидролиза шрота на содержание общих углеводов в гидролизате в качестве факторов выбраны: X_1 - температура гидролиза (от 115 до 125 °С); X_2 - начальное значение pH (от 2 до 4); X_3 - гидромодуль (от 10 до 20). Для установления влияния факторов на исследуемый процесс необходимо провести планирование ПФЭ 2^3.</p>

3.3 Собеседование (вопросы к коллоквиуму)

ПКв-2 - Способен проводить научно-исследовательские работы и маркетинговые исследования в области прогрессивных биотехнологий и новой биотехнологической продукции для пищевой промышленности с целью поиска и разработки новых эффективных путей получения биотехнологических продуктов, создания современных биотехнологий, в том числе нанобиотехнологий, технологий рекомбинантных дезоксирибонуклеиновых кислот, клеточных технологий (ИД2_{ПКв-2} – Применяет методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на базе стандартных пакетов прикладных программ)

№ задания	Текст вопроса
	Предмет и задачи дисциплины
	Понятие эксперимента. Классификация экспериментальных исследований
	Дайте определение понятию измерение, виды измерений
	Дайте характеристику пассивного эксперимента
	Охарактеризуйте активный эксперимент
	Что такое погрешность эксперимента? Классификация погрешностей
	Дайте характеристику абсолютной, относительной и приведенной погрешности
	Дайте характеристику систематической и случайной погрешности эксперимента
	Случайные величины и функции их распределения. Нормальный закон распределения.
	Дайте определение следующим понятиям математической статистики: генеральная и выборочная совокупность, варианты
	В чем заключается предварительная обработка результатов эксперимента?
	Какие критерии оценки грубых промахов используют на практике?
	Как применяется критерий Романовского для оценки грубых промахов?
	Как применяется критерий Шовине для оценки грубых промахов?
	В чем заключается статистическая обработка результатов эксперимента?
	Напишите формулы расчета следующих величин: средняя арифметическая величина, среднеквадратичное отклонение, выборочная дисперсия, ошибка средней арифметической величины, доверительный интервал
	Что такое доверительная вероятность и доверительный интервал?
	С помощью какого критерия и по какой формуле можно определить является ли достоверной разница между средними арифметическими величинами двух выборочных совокупностей?

ПКв-4 - Способен обеспечивать технологические режимы производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности в соответствии с технологическими параметрами и технологическими инструкциями (ИД3_{ПКв-4} - Применяет методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на базе стандартных пакетов прикладных программ)

№ задания	Текст вопроса
	Что такое однофакторный дисперсионный анализ, какой критерий используется для проверки нулевой гипотезы о равенстве средних?
	Алгоритм расчета при проведении однофакторного дисперсионного анализа при равном числе повторных опытов
	Алгоритм расчета при проведении однофакторного дисперсионного анализа в случае разного числа повторных опытов
	Что такое корреляционный анализ, для чего применяется?
	Что характеризует коэффициент корреляции, по какой формуле находится?
	Какими способами можно оценить достоверность коэффициента корреляции?

	Какие виды функциональной зависимости наиболее часто встречаются на практике?
	Что такое регрессионный анализ?
	Какой алгоритм установления функциональной зависимости и определения уравнения регрессии при обработке экспериментальных данных?
	Каким образом проводится оценка точности аппроксимации для уравнения регрессии?
	Что такое параболическая регрессия? Вид уравнения регрессии?

ПКв-7 - Способен управлять действующими биотехнологическими процессами и производством(ИД1_{ПКв-7} - Осуществляет руководство проведением и управление биотехнологическими процессами производства БАВ)

№ задания	Текст вопроса
	Что такое планирование эксперимента и в чем преимущества математического планирования по сравнению с обычными методами исследования?
	Какие задачи решаются при реализации многофакторного эксперимента?
	Какой алгоритм математического планирования и проведения эксперимента?
	Понятие входных параметров в теории математического планирования, каким требованиям они должны соответствовать?
	Понятие выходных параметров в теории математического планирования, каким требованиям они должны соответствовать?
	Что такое ПФЭ 2^k ? Что такое уровни и интервалы варьирования факторов, кодирование факторов? Общий вид линейного уравнения регрессии
	Составьте матрицу планирования ПФЭ 2^3 без учета эффекта парного взаимодействия факторов. Напишите соответствующее матрице уравнение регрессии
	Составьте матрицу планирования ПФЭ 2^3 с учетом эффекта парного взаимодействия факторов. Напишите соответствующее матрице уравнение регрессии
	Какими свойствами обладает матрица ПФЭ?

3.4 Собеседование (вопросы к зачету)

ПКв-2 - Способен проводить научно-исследовательские работы и маркетинговые исследования в области прогрессивных биотехнологий и новой биотехнологической продукции для пищевой промышленности с целью поиска и разработки новых эффективных путей получения биотехнологических продуктов, создания современных биотехнологий, в том числе нанобиотехнологий, технологий рекомбинантных дезоксирибонуклеиновых кислот, клеточных технологий (ИД2_{ПКв-2} – Применяет методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на базе стандартных пакетов прикладных программ)

№ задания	Текст вопроса
	Предмет и задачи дисциплины
	Понятие эксперимента. Классификация экспериментальных исследований
	Дайте определение понятию измерение, виды измерений
	Дайте характеристику пассивного и активного эксперимента
	Что такое погрешность эксперимента? Классификация погрешностей
	Дайте характеристику абсолютной, относительной и приведенной погрешности
	Дайте характеристику систематической и случайной погрешности эксперимента
	Случайные величины и функции их распределения. Нормальный закон

	распределения.
	Дайте определение следующим понятиям математической статистики: генеральная и выборочная совокупность, варианты
	В чем заключается предварительная обработка результатов эксперимента?
	Какие критерии оценки грубых промахов вы знаете?
	Как применяется критерий Романовского для оценки грубых промахов?
	Как применяется критерий Шовине для оценки грубых промахов?
	Как применяется критерий вариационного размаха для оценки грубых промахов?
	В чем заключается статистическая обработка результатов эксперимента?
	Напишите формулы расчета следующих величин: средняя арифметическая величина, среднеквадратичное отклонение, выборочная дисперсия, ошибка средней арифметической величины, доверительный интервал
	Что такое доверительная вероятность и доверительный интервал?
	С помощью какого критерия и по какой формуле можно определить является ли достоверной разница между средними арифметическими величинами двух выборочных совокупностей?

ПКв-4 - Способен обеспечивать технологические режимы производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности в соответствии с технологическими параметрами и технологическими инструкциями (ИДЗ_{ПКв-4} - Применяет методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на базе стандартных пакетов прикладных программ)

№ задания	Текст вопроса
	Что такое однофакторный дисперсионный анализ, какой критерий используется для проверки нулевой гипотезы о равенстве средних?
	Алгоритм расчета при проведении однофакторного дисперсионного анализа при равном числе повторных опытов
	Алгоритм расчета при проведении однофакторного дисперсионного анализа в случае разного числа повторных опытов
	Что такое двухфакторный дисперсионный анализ?
	Что такое корреляционный анализ, для чего применяется?
	Что характеризует коэффициент корреляции, по какой формуле находится?
	Какими способами можно оценить достоверность коэффициента корреляции?
	Какие виды функциональной зависимости наиболее часто встречаются на практике?
	Что такое регрессионный анализ?
	Какой алгоритм установления функциональной зависимости и определения уравнения регрессии при обработке экспериментальных данных?
	Каким образом проводится оценка точности аппроксимации для уравнения регрессии?
	Что такое параболическая регрессия? Вид уравнения регрессии?
	Каким образом находят коэффициенты уравнения линейной регрессии в соответствии с матрицей планирования ПФЭ 2^3 ?
	Как проводят оценку значимости коэффициентов уравнения регрессии?
	Как находят дисперсию воспроизводимости эксперимента при наличии параллельных опытов?
	Как находят дисперсию воспроизводимости эксперимента при наличии серии опытов в нулевых условиях?
	Нахождение коэффициентов уравнения регрессии и оценка их значимости в ПФЭ 2^3 при наличии параллельных опытов

	Нахождение коэффициентов уравнения регрессии и оценка их значимости в ПФЭ 2^3 при наличии серии опытов в нулевых условиях
	Каким образом проводят проверку адекватности уравнения регрессии экспериментальным данным?
	Что такое ПФЭ 2^{k-p} ?
	Составьте матрицу планирования ПФЭ 2^{4-1}
	Нахождение коэффициентов уравнения регрессии и оценка их значимости в ПФЭ 2^{k-p} при наличии параллельных опытов
	Нахождение коэффициентов уравнения регрессии и оценка их значимости ПФЭ 2^{k-p} при наличии серии опытов в нулевых условиях
	Какие методы оптимизации вы знаете?
	Метод крутого восхождения по поверхности отклика

ПКв-7 - Способен управлять действующими биотехнологическими процессами и производством (ИД1_{ПКв-7} - Осуществляет руководство проведением и управление биотехнологическими процессами производства БАВ)

№ задания	Текст вопроса
	Что такое планирование эксперимента и в чем преимущества математического планирования по сравнению с обычными методами исследования?
	Какие задачи решаются при реализации многофакторного эксперимента?
0.	Какой алгоритм математического планирования и проведения эксперимента?
1.	Понятие входных параметров в теории математического планирования, каким требованиям они должны соответствовать?
2.	Понятие выходных параметров в теории математического планирования, каким требованиям они должны соответствовать?
3.	Что такое ПФЭ 2^k ? Что такое уровни и интервалы варьирования факторов, кодирование факторов? Общий вид линейного уравнения регрессии
4.	Составьте матрицу планирования ПФЭ 2^3 без учета эффекта парного взаимодействия факторов. Напишите соответствующее матрице уравнение регрессии
5.	Составьте матрицу планирования ПФЭ 2^3 с учетом эффекта парного взаимодействия факторов. Напишите соответствующее матрице уравнение регрессии
6.	Какими свойствами обладает матрица ПФЭ?

3.5 Тесты

ПКв-2 - Способен проводить научно-исследовательские работы и маркетинговые исследования в области прогрессивных биотехнологий и новой биотехнологической продукции для пищевой промышленности с целью поиска и разработки новых эффективных путей получения биотехнологических продуктов, создания современных биотехнологий, в том числе нанобиотехнологий, технологий рекомбинантных дезоксирибонуклеиновых кислот, клеточных технологий (ИД2_{ПКв-2} - Применяет методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на базе стандартных пакетов прикладных программ)

№ задания	Тестовое задание с вариантами ответов и правильными ответами
	Выбрать два ответа
7.	<p>Что является объектом изучения биотехнологии?</p> <p>а. вирусы</p> <p>б. клетки и ткани растений</p> <p>в. химический состав клеток</p> <p>г. процессы жизнедеятельности организма</p>
	Выбрать один ответ
8.	Что не является объектом изучения биотехнологии?

	<p>а. водоросли б. процессы жизнедеятельности организма в. клетки человека г. ферменты</p>
9.	<p>Какое измерение относят к статическим? а. определение массы вещества при приготовлении растворов б. определение массы субстрата в процессе ферментативного гидролиза в. определение массы вещества при его высушивании</p>
0.	<p>Как называется измерение, при котором искомое значение величины находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемым прямым измерениям а. относительное б. косвенное в. совокупное</p>
	Выбрать два ответа
1.	<p>Какое измерение относят к косвенным? а. определение биомассы клеток взвешиванием б. определение массы вещества при приготовлении растворов в. определение содержания спирта ареометром г. фотометрическое определение биомассы клеток при культивировании</p>
	Выбрать один ответ
2.	<p>Какое измерение относят к относительным? а. определение биомассы клеток при культивировании б. определение степени гидролиза субстрата в. определение объема титранта, пошедшего на реакцию с определяемым веществом</p>
3.	<p>Что является основным отличием активного эксперимента от пассивного? а. количество факторов, принятых к рассмотрению б. количество проводимых опытов, обеспечивающих решение поставленной задачи в. управляемость факторов экспериментатором г. контролируемость факторов экспериментатором</p>
4.	<p>Что характерно только для активного эксперимента? а. наличие факторов, влияющих на выходной параметр исследуемого явления б. возможность изменять уровни влияющих факторов в. возможность определения количества проводимых опытов</p>
	Выбрать два ответа
5.	<p>Какая погрешность измерений выражается в %? а. абсолютная б. относительная в. приведенная</p>
	Выбрать один ответ
6.	<p>К какому виду ошибок относится инструментальная погрешность? а. грубым б. систематическим в. случайным</p>
7.	<p>Какая погрешность может быть исключена введением соответствующих поправок в результаты измерений? а. грубая б. систематическая в. случайная</p>

8.	<p>Какая погрешность не может быть учтена и исключена при проведении повторных измерений?</p> <p>а. грубая б. систематическая в. случайная</p>
9.	<p>Какую ошибку легко обнаружить при повторных измерениях?</p> <p>а. грубую б. систематическую в. случайную</p>
	Выбрать два ответа
0.	<p>Какой критерий для выявления грубых промахов применяют при числе измерений $n=10$?</p> <p>а. критерий 3σ б. критерий Романовского в. критерий Шовине</p>
1.	<p>Какой критерий для выявления грубых промахов применяют при числе измерений $n=6$?</p> <p>а. критерий 3σ б. критерий Романовского в. критерий Шовине</p>
	Выбрать один ответ
2.	<p>Какой критерий для выявления грубых промахов применяют при числе измерений $n=12$?</p> <p>а. критерий 3σ б. критерий Романовского в. критерий Шовине</p>
3.	<p>При расчете какого критерия учитываются все результаты, включая проверяемый?</p> <p>а. критерий 3σ б. критерий Романовского в. критерий Шовине</p>
4.	<p>Какую величину используют при расчете критериев на наличие грубых промахов для выборок ограниченного объема?</p> <p>а. выборочную дисперсию б. дисперсию генеральной совокупности в. выборочное среднеквадратичное отклонение</p>
5.	<p>Какой формулой выражается выборочное среднеквадратичное отклонение?</p> <p>а. $S^2 = \frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n - 1}$ б. $S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$ в. $S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n(n - 1)}}$</p>
6.	<p>Какой формулой выражается ошибка средней арифметической величины?</p> <p>а. $S_{\bar{X}} = \frac{S}{\sqrt{n}}$ б. $S_{\bar{X}} = \frac{S}{\sqrt{n - 1}}$ в. $S_{\bar{X}} = \frac{S^2}{\sqrt{n}}$</p>
7.	<p>Какая величина характеризует ошибку опыта?</p> <p>а. выборочная дисперсия</p>

	б. ошибка средней арифметической величины в. выборочное среднеквадратичное отклонение г. доверительный интервал
8.	Какой формулой выражается выборочная дисперсия? а. $S^2 = \frac{\Sigma(X_i - \bar{X})^2}{n - 1}$ б. $S^2 = \frac{\Sigma(X_i - \bar{X})}{n - 1}$ в. $S^2 = \sqrt{\frac{\Sigma(X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$
9.	Какой критерий используется для определения достоверности разницы между средними арифметическими величинами двух выборочных совокупностей? а. критерий Фишера б. критерий Стьюдента в. критерий Шовине
10.	Какой критерий используется для определения доверительного интервала, в котором находится средняя арифметическая величина? а. критерий Стьюдента б. критерий Фишера в. критерий Шовине
Выбрать два ответа	
1.	Какой формулой выражается критерий Романовского? а. $\beta = \frac{ \bar{X} - X_i }{\sigma}$ б. $\beta = \frac{ \bar{X} - X_i }{S^2}$ в. $\beta = \frac{ \bar{X} - X_i }{\sigma^2}$ г. $\beta = \frac{ \bar{X} - X_i }{S}$

ПКв-4 - Способен обеспечивать технологические режимы производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности в соответствии с технологическими параметрами и технологическими инструкциями (ИДЗ_{ПКв-4} - Применяет методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на базе стандартных пакетов прикладных программ)

№ задания	Тестовое задание с вариантами ответов и правильными ответами
	Выбрать один ответ
2.	Каким образом можно количественно оценить корреляцию между случайными величинами? а. с помощью построения графика б. с помощью коэффициента корреляции в. с помощью уравнения приближённой регрессии г. с помощью коэффициента вариации
3.	Какие значения может принимать коэффициент корреляции? а. от 0 до 1 б. от 0 до 10 в. от -1 до +1 г. от -10 до 10
4.	О чем говорит отрицательное значение коэффициента корреляции? а. об отсутствии взаимосвязи между случайными величинами

	<p>б. о силе взаимосвязи между случайными величинами</p> <p>в. об обратной взаимосвязи между случайными величинами</p>
6.	<p>При каком значении коэффициента корреляции говорят о наличии выраженной функциональной зависимости?</p> <p>а. $r_{xy} \geq 0,7$</p> <p>б. $r_{xy} = 1$</p> <p>в. $r_{xy} \geq 0,8$</p>
6.	<p>При проведении корреляционного анализа необходимо учитывать следующие параметры:</p> <p>а. направление связи между признаками, ее силу и ошибку коэффициента корреляции;</p> <p>б. направление связи между признаками, ее силу, ошибку коэффициента корреляции и величину коэффициента вариации;</p> <p>в. направление связи между признаками, ее силу, ошибку коэффициента корреляции и величину его достоверности.</p>
7.	<p>Коэффициент корреляции между временем культивирования молочнокислых бактерий и нарастанием кислотности молока равен +0,72. Охарактеризуйте установленную связь?</p> <p>а. обратная и умеренная</p> <p>б. обратная и сильная</p> <p>в. прямая и умеренная</p> <p>г. прямая и сильная</p>
8.	<p>Коэффициент корреляции между степенью извлечения белка и содержанием сырой клетчатки равен -0,39. Охарактеризуйте установленную связь?</p> <p>а. обратная и слабая</p> <p>б. обратная и сильная</p> <p>в. обратная и умеренная</p> <p>г. прямая и слабая</p> <p>д. прямая и сильная</p> <p>е. прямая и умеренная</p>
9.	<p>Какой вид зависимости относится к степенной?</p> <p>а. $Y = a_0 \frac{1}{X^{a1}}$</p> <p>б. $Y = a_0 \cdot e^x$</p> <p>в. $Y = a_0 + a_1x + a_2x^2$</p> <p>г. $Y = a_0 \sqrt[4]{x}$</p>
	Выбрать два ответа
0.	<p>Для установления вида функциональной зависимости находят</p> <p>а. коэффициент корреляции</p> <p>б. уравнение приближённой регрессии</p> <p>в. коэффициент вариации</p> <p>г. графическую зависимость</p>
1.	<p>Проверка адекватности уравнения приближённой регрессии экспериментальным данным проводится с помощью</p> <p>а. коэффициента достоверности аппроксимации</p> <p>б. коэффициента вариации</p> <p>в. средней ошибки аппроксимации</p>
	Выбрать один ответ
2.	<p>Какое значение средней ошибки аппроксимации свидетельствует о хорошем подборе модели уравнения к исходным данным?</p> <p>а. меньше 5 %</p> <p>б. меньше 10 %</p> <p>в. в пределах 1 %</p>

ПКв-7 - Способен управлять действующими биотехнологическими процессами и производством (ИД1_{ПКв-7} - Осуществляет руководство проведением и управление биотехнологическими процессами производства БАВ)

№ задания	Тестовое задание с вариантами ответов и правильными ответами
	Выбрать один ответ
3.	Количество опытов в многофакторных экспериментах определяется уравнением $N=n^k$. Что такое n в данном уравнении? число факторов, принятых к исследованию количество уровней изменения факторов количество повторных опытов в каждой серии
4.	Какое количество опытов необходимо провести при исследовании 3-х факторов на 2-х уровнях изменения факторов? а. 9 б. 6 в. 8
5.	Какое количество опытов необходимо провести при исследовании 2-х факторов на 3-х уровнях изменения факторов? а. 9 б. 6 в. 8
6.	При исследовании глубинного культивирования продуцента что может являться выходным параметром процесса? а. помутнение питательной среды б. оптическая плотность питательной среды в. цвет питательной среды

3.6 Кейс-задания (типичные)

ПКв-2 - Способен проводить научно-исследовательские работы и маркетинговые исследования в области прогрессивных биотехнологий и новой биотехнологической продукции для пищевой промышленности с целью поиска и разработки новых эффективных путей получения биотехнологических продуктов, создания современных биотехнологий, в том числе нанобиотехнологий, технологий рекомбинантных дезоксирибонуклеиновых кислот, клеточных технологий (ИД2_{ПКв-2} - Применяет методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на базе стандартных пакетов прикладных программ)

147. При изучении влияния стимулятора роста на выход биомассы дрожжей получены следующие результаты:

№ опыта	Выход биомассы, %	
	контроль (без стимулятора)	опыт (при внесении стимулятора)
1	61	66
2	64	65
3	63	68
4	67	69
5	65	70
6	63	69

Определить является ли достоверным повышение выхода дрожжей при внесении в среду культивирования нового стимулятора роста.

Решение:

1. Найти средние значения выборок (контроля и опыта).

2. Рассчитать выборочные среднеквадратичные отклонения для контроля и опыта:

$$S_k = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} = 2,04$$

$$S_o = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} = 1,94$$

3. Рассчитать ошибку средней арифметической величины:

$$S_{\bar{x}(k)} = \frac{S}{\sqrt{n}} = 0,83$$

$$S_{\bar{x}(o)} = \frac{S}{\sqrt{n}} = 0,79$$

4. Рассчитать t-критерий Стьюдента:

5. Расчетную величину t сравнивают с табличным значением t-критерия для числа степеней свободы $f = f_1 + f_2$ и уровня значимости 0,05. Табличное значение $t(f=10, 0,05) = 2,228$. Расчетная величина t-критерия больше табличного, следовательно, повышение выхода дрожжей при внесении в среду культивирования нового стимулятора роста является достоверным.

ПКв-4 - Способен обеспечивать технологические режимы производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности в соответствии с технологическими параметрами и технологическими инструкциями (ИДЗ_{ПКв-4} - Применяет методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на базе стандартных пакетов прикладных программ)

148. Провести планирование ПФЭ 2^2 и установить влияние факторов на процесс сквашивания молока в производстве кефира (уравнение регрессии) и адекватность уравнения регрессии. Выбраны входные факторы: X_1 - температура молока (16-22°C), X_2 - доза закваски (1 -10%). Исследуемый процесс оценивали по времени сквашивания (час). Все опыты проведены в трех повторностях. Результаты опытов имели значения:

Натуральные значения факторов		Время сквашивания, час		
$X_1, ^\circ\text{C}$	$X_2, \%$	Y_1	Y_2	Y_3
16	1	10,2	10,8	10,4
16	10	8,4	8,8	8,7
22	1	7,1	7,3	7,4
22	10	6,4	6,2	6,5

Решение:

1. Выбор модели: $Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2$

2. Составление матрицы планирования эксперимента 2^2

№	x_0	x_1	x_2	x_1x_2	Y_1	Y_2	Y_3	Y_{cp}
1	+	-	-	+	10,2	10,8	10,4	10,46
2	+	-	+	-	8,4	8,8	8,7	8,63
3	+	+	-	-	7,1	7,3	7,4	7,26
4	+	+	+	+	6,4	6,2	6,5	6,36

3. Нахождение коэффициентов уравнения регрессии в соответствии с матрицей

$$b_0 = \frac{10,46 + 8,63 + 7,26 + 6,36}{4} = 8,1775$$

$$b_1 = \frac{-10,46 - 8,63 + 7,26 + 6,36}{4} = -1,3675$$

$$b_2 = \frac{-10,46 + 8,63 - 7,26 + 6,36}{4} = -0,6825$$

$$b_{12} = \frac{10,46 - 8,63 - 7,26 + 6,36}{4} = 0,2325$$

4. Статистический анализ значимости коэффициентов уравнения регрессии

а) Дисперсия воспроизводимости в каждом варианте опыта:

$$S_1^2 = \frac{(10,2 - 10,46)^2 + (10,8 - 10,46)^2 + (10,4 - 10,46)^2}{3 - 1} = 0,0934$$

$$S_2^2 = \frac{(8,4 - 8,63)^2 + (8,8 - 8,63)^2 + (8,7 - 8,63)^2}{3 - 1} = 0,04335$$

$$S_3^2 = \frac{(7,1 - 7,26)^2 + (7,3 - 7,26)^2 + (7,4 - 7,26)^2}{3 - 1} = 0,0234$$

$$S_4^2 = \frac{(6,4 - 6,36)^2 + (6,2 - 6,36)^2 + (6,5 - 6,36)^2}{3 - 1} = 0,0234$$

б) Дисперсия воспроизводимости эксперимента:

$$S_v^2 = \frac{0,0934 + 0,04335 + 0,0234 + 0,0234}{4} = 0,0458$$

в) Дисперсия среднего значения (т.к. опыты в 3-х повторностях):

$$S_y^2 = \frac{0,0458}{3} = 0,0153$$

г) Дисперсия коэффициентов регрессии:

$$S_b^2 = \frac{0,0153}{4} = 0,0038$$

д) Расчет критерия Стьюдента для каждого коэффициента регрессии:

$$t_{\text{расч1}} = \frac{|-1,3675|}{\sqrt{0,0038}} = 22,12$$

$$t_{\text{расч2}} = \frac{|-0,6825|}{\sqrt{0,0038}} = 11,04$$

$$t_{\text{расч12}} = \frac{|0,2325|}{\sqrt{0,0038}} = 3,77$$

е) Сравнение расчетного критерия Стьюдента с табличным:

$$f = (3-1) \times 4 = 8$$

$$p = 0,05$$

$$t_{\text{табл}} = 2,306$$

Для всех найденных коэффициентов $t_{\text{табл}} < t_{\text{расч}}$, следовательно все коэффициенты являются значимыми.

5. Уравнение регрессии имеет вид: $Y = 8,178 - 1,368 x_1 - 0,683 x_2 + 0,233 x_1 x_2$

6. Все коэффициенты значимы, поэтому проверка на адекватность уравнения регрессии не требуется.

ПКв-7 - Способен управлять действующими биотехнологическими процессами и производством (ИД1_{ПКв-7} - Осуществляет руководство проведением и управление биотехнологическими процессами производства БАВ)

149. В результате гидролиза шрота образуется депротенизированный шрот (ДПШ), из которого путем биоконверсии получают белково-углеводный корм. Необходимо установить влияние условий предварительной обработки ДПШ на содержание общих углеводов. В качестве факторов были выбраны: X_1 - температура гидролиза (112-128 °С); X_2 - начальное значение pH (2-4); X_3 - гидромодуль (10-20). Составьте матрицу планирования эксперимента для полного факторного эксперимента.

Решение:

1. Определите характеристики планирования

Параметр	Значения факторов		
	X_1 , °С	X_2	X_3
Основной уровень (0)	120	3	15
Интервал варьирования	8	1	5
Верхний уровень (+1)	128	4	20
Нижний уровень (-1)	112	2	10

2. Уравнение регрессии с учетом межфакторных взаимодействий:

$$Y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{23} x_2 x_3 + b_{13} x_1 x_3 + b_{123} x_1 x_2 x_3$$

3. Матрица планирования эксперимента 2^3

№ опыта	Кодированные значения факторов								Натуральные значения факторов		
	X_0	X_1	X_2	X_3	$X_1 X_2$	$X_1 X_3$	$X_2 X_3$	$X_1 X_2 X_3$	X_1 , °С	X_2	X_3
1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	128	4	20
2	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	128	4	10
3	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	128	2	20

4	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	128	2	10
5	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	112	4	20
6	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	112	4	10
7	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	112	2	20
8	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	112	2	10

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 Положение о курсовых, экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.1.02 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

Для оценки знаний, умений, навыков обучающихся по дисциплине применяется рейтинговая система. Итоговая оценка по дисциплине определяется на основании определения среднеарифметического значения баллов по каждому заданию.

5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения по дисциплине

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	Шкала оценивания	
				Академическая оценка или баллы	Уровень освоения компетенции
ПКв-2 - Способен проводить научно-исследовательские работы и маркетинговые исследования в области прогрессивных биотехнологий и новой биотехнологической продукции для пищевой промышленности с целью поиска и разработки новых эффективных путей получения биотехнологических продуктов, создания современных биотехнологий, в том числе нанобиотехнологий, технологий рекомбинантных дезоксирибонуклеиновых кислот, клеточных технологий					
ИД2 _{ПКв-2} – Применяет методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на базе стандартных пакетов прикладных программ)					
ЗНАТЬ Технологии менеджмента и маркетинговых исследований рынка продукции и услуг в области производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности; - Методы математического моделирования технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на базе стандартных пакетов прикладных программ; - Показатели эффективности технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности;	Результаты текущего тестирования	Правильность ответов при тестировании	Обучающийся ответил на 85-100 % вопросов	Отлично	Освоена / повышенный
			Обучающийся ответил на 70-84 % вопросов	Хорошо	Освоена / повышенный
			Обучающийся ответил на 50-69 % вопросов	Удовлетворительно	Освоена / базовый
			Обучающийся ответил на 0-49 % вопросов	неудовлетворительно	Не освоена / недостаточный
	Собеседование(коллоквиум, зачет)	Правильность ответов	Обучающийся дал исчерпывающий ответ на вопрос, не допустил ошибок. Студент владеет знаниями и умениями по дисциплине в полном объеме	Отлично	Освоена / повышенный
			Обучающийся дал подробный и полный ответ, допустил не более 1 ошибки. Студент владеет знаниями и умениями по дисциплине в полном объеме	Хорошо	Освоена / повышенный
			Обучающийся дал поверхностный ответ на вопрос, допустил более 2 ошибок	Удовлетворительно	Освоена / базовый
			Обучающийся не смог правильно ответить на вопрос, допустил ошибку в анализе задания	неудовлетворительно	Не освоена / недостаточный

<p>УМЕТЬ</p> <ul style="list-style-type: none"> - Применять методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на базе стандартных пакетов прикладных программ; - Применять статистические методы обработки экспериментальных данных для анализа технологических процессов при производстве биотехнологической продукции для пищевой промышленности; 	Решение задач	Правильность и полнота выполнения задания	Обучающийся правильно выбрал инструменты для решения задачи, систематизировал и наглядно представил полученные данные, сделал развернутые выводы	Отлично	Освоена / повышенный
			Обучающийся правильно выбрал инструменты для решения задачи, систематизировал и наглядно представил полученные данные, сделал краткие выводы	Хорошо	Освоена / повышенный
			Обучающийся правильно выбрал инструменты для решения задачи, но не смог грамотно их применить, выводы отсутствуют	Удовлетворительно	Освоена / базовый
			Обучающийся не смог правильно выбрать инструменты для решения задачи	неудовлетворительно	Не освоена / недостаточный
<p>ВЛАДЕТЬ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Проведение маркетинговых исследований передового отечественного и зарубежного опыта в области технологии производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности; - Математическое моделирование технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на базе стандартных пакетов прикладных программ в целях оптимизации производства, разработки новых технологий и технологических схем производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности; - Организация работ по проведению испытаний, внедрению и применению инновационных технологий для повышения эффективности технологических процессов производства биотехнологи- 	Кейс-задание	Правильное решение предложенной задачи	Обучающийся полностью разобрался в ситуации, используя теоретические знания, предложил эффективные варианты решения задачи	Отлично	Освоена / повышенный
			Обучающийся используя теоретические сведения, предложил вариант решения задачи	Хорошо	Освоена / повышенный
			Обучающийся не полностью разобрался в предложенной ситуации, предложил неверный вариант решения задачи	Удовлетворительно	Освоена / базовый
			Обучающийся не предложил вариантов решения предложенной задачи	неудовлетворительно	Не освоена / недостаточный

ческой продукции для пищевой промышленности;					
ПКв-4 - Способен обеспечивать технологические режимы производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности в соответствии с технологическими параметрами и технологическими инструкциями					
ИДЗ _{ПКв-4} - Применяет методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на базе стандартных пакетов прикладных программ					
ЗНАТЬ - Основы технологии производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности; - Условия стерильной работы, приемы отбора проб, технология процесса ферментации, сущность процессов предварительной обработки и фильтрации, экстракции, ионообменной сорбции, осаждения, сушки в производстве продуктов биосинтеза, технологии переработки и утилизации отходов; - Основные технологические операции и режимы работы технологического оборудования по производству биотехнологической продукции для пищевой промышленности;	Результаты текущего тестирования	Правильность ответов при тестировании	Обучающийся ответил на 85-100 % вопросов	Отлично	Освоена / повышенный
			Обучающийся ответил на 70-84 % вопросов	Хорошо	Освоена / повышенный
			Обучающийся ответил на 50-69 % вопросов	Удовлетворительно	Освоена / базовый
			Обучающийся ответил на 0-49 % вопросов	неудовлетворительно	Не освоена / недостаточный
	Собеседование(коллоквиум, зачет)	Правильность ответов	Обучающийся дал исчерпывающий ответ на вопрос, не допустил ошибок. Студент владеет знаниями и умениями по дисциплине в полном объеме	Отлично	Освоена / повышенный
			Обучающийся дал подробный и полный ответ, допустил не более 1 ошибки. Студент владеет знаниями и умениями по дисциплине в полном объеме	Хорошо	Освоена / повышенный
			Обучающийся дал поверхностный ответ на вопрос, допустил более 2 ошибок	Удовлетворительно	Освоена / базовый
			Обучающийся не смог правильно ответить на вопрос, допустил ошибку в анализе задания	неудовлетворительно	Не освоена / недостаточный
УМЕТЬ - Использовать специализированное программное обеспечение в процессе выполнения технологических операций производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности в соответствии с технологическими инструкциями;	Решение задач	Правильность и полнота выполнения задания	Обучающийся правильно выбрал инструменты для решения задачи, систематизировал и наглядно представил полученные данные, сделал развернутые выводы	Отлично	Освоена / повышенный
			Обучающийся правильно выбрал инструменты для решения задачи, систематизировал и наглядно пред-	Хорошо	Освоена / повышенный

- Регулировать технологические процессы производства продуктов биосинтеза по показаниям контрольно-измерительных приборов и результатам анализов на основе определения технологических параметров процессов производства продуктов биосинтеза;			ставил полученные данные, сделал краткие выводы		
			Обучающийся правильно выбрал инструменты для решения задачи, но не смог грамотно их применить, выводы отсутствуют	Удовлетворительно	Освоена / базовый
			Обучающийся не смог правильно выбрать инструменты для решения задачи	неудовлетворительно	Не освоена / недостаточный
ВЛАДЕТЬ: - Регулирование параметров и режимов технологических операций производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности в соответствии с технологическими инструкциями; - Регулирование параметров качества продукции, норм расхода сырья и нормативов выхода готовой продукции в процессе выполнения технологических операций производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности в соответствии с технологическими инструкциями;	Кейс-задание	Правильное решение предложенной задачи	Обучающийся полностью разобрался в ситуации, используя теоретические знания, предложил эффективные варианты решения задачи	Отлично	Освоена / повышенный
			Обучающийся используя теоретические сведения, предложил вариант решения задачи	Хорошо	Освоена / повышенный
			Обучающийся не полностью разобрался в предложенной ситуации, предложил неверный вариант решения задачи	Удовлетворительно	Освоена / базовый
			Обучающийся не предложил вариантов решения предложенной задачи	неудовлетворительно	Не освоена / недостаточный
ПКв-7 - Способен управлять действующими биотехнологическими процессами и производством					
ИД1ПКв-7 - Осуществляет руководство проведением и управление биотехнологическими процессами производства БАВ					
ЗНАТЬ - Локальные нормативные акты и методические материалы, регламентирующие качество биотехнологической продукции; - Технология и контроль производства БАВ; - Основы системы управления качеством продукции;	Результаты текущего тестирования	Правильность ответов при тестировании	Обучающийся ответил на 85-100 % вопросов	Отлично	Освоена / повышенный
			Обучающийся ответил на 70-84 % вопросов	Хорошо	Освоена / повышенный
			Обучающийся ответил на 50-69 % вопросов	Удовлетворительно	Освоена / базовый
			Обучающийся ответил на 0-49 % вопросов	неудовлетворительно	Не освоена / недостаточный
	Собеседование(коллокви)	Правильность ответов	Обучающийся дал исчерпывающий ответ на вопрос, не допустил оши-	Отлично	Освоена / повышенный

	ум, зачет)		бок. Студент владеет знаниями и умениями по дисциплине в полном объеме		
			Обучающийся дал подробный и полный ответ, допустил не более 1 ошибки. Студент владеет знаниями и умениями по дисциплине в полном объеме	Хорошо	Освоена / повышенный
			Обучающийся дал поверхностный ответ на вопрос, допустил более 2 ошибок	Удовлетворительно	Освоена / базовый
			Обучающийся не смог правильно ответить на вопрос, допустил ошибку в анализе задания	неудовлетворительно	Не освоена / недостаточный
УМЕТЬ - Контролировать выполнение анализов качества продукции биотехнологического производства; - Исследовать данные по вопросам качества биотехнологической продукции; - Контролировать выполнение мероприятий по улучшению качества БАВ;	Решение задач	Правильность и полнота выполнения задания	Обучающийся правильно выбрал инструменты для решения задачи, систематизировал и наглядно представил полученные данные, сделал развернутые выводы	Отлично	Освоена / повышенный
			Обучающийся правильно выбрал инструменты для решения задачи, систематизировал и наглядно представил полученные данные, сделал краткие выводы	Хорошо	Освоена / повышенный
			Обучающийся правильно выбрал инструменты для решения задачи, но не смог грамотно их применить, выводы отсутствуют	Удовлетворительно	Освоена / базовый
			Обучающийся не смог правильно выбрать инструменты для решения задачи	неудовлетворительно	Не освоена / недостаточный
ВЛАДЕТЬ: - Руководство проведением испытаний биотехнологической продукции; - Руководство проведением работ по повышению качества продукции биотехнологического производства;	Кейс-задание	Правильное решение предложенной задачи	Обучающийся полностью разобрался в ситуации, используя теоретические знания, предложил эффективные варианты решения задачи	Отлично	Освоена / повышенный
			Обучающийся используя теоретические сведения, предложил вариант решения задачи	Хорошо	Освоена / повышенный
			Обучающийся не полностью разо-	Удовлетворительно	Освоена / базовый

			брался в предложенной ситуации,предложил неверный вариант решения задачи		
			Обучающийся т не предложил вариантов решения предложенной задачи	неудовлетворительно	Не освоена / недостаточный