

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

УТВЕРЖДАЮ

Директор/Декан
института ветеринарии и
биотехнологий
Скрипкин Валентин Сергеевич

«__» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ)

**Б1.О.16.03 Основы проектирования предприятий
биотехнологической промышленности**

19.03.01 Биотехнология

Биотехнология продуктов питания

бакалавр

очная

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций ОП ВО и овладение следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<p>ОПК-4 Способен проектировать отдельные технические и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний</p>	<p>ОПК-4.1 Применяет знания инженерных дисциплин для анализа и проектирования элементов технических и технологических систем биотехнологического производства</p>	<p>знает основы инженерных дисциплин, включая принципы проектирования технических и технологических систем, методы анализа процессов биотехнологического производства, а также нормативные требования, предъявляемые к оборудованию и производственным процессам в данной области.</p> <p>умеет применять знания инженерных дисциплин для анализа и проектирования элементов технических и технологических систем биотехнологического производства. Это включает в себя способность определять характеристики, рассчитывать, моделировать и оптимизировать основные параметры биотехнологических процессов, а также выбирать и обосновывать оборудование для их реализации, обеспечивая эффективность и соответствие нормативным требованиям.</p> <p>владеет навыками методами инженерного анализа и проектирования, включая навыки применения математического моделирования, расчёта и оптимизации элементов технических и технологических систем биотехнологического производства, таких как ферментеры, теплообменники и системы фильтрации, с учётом требований энергоэффективности, безопасности и нормативных стандартов качества.</p>
<p>ОПК-4 Способен проектировать отдельные элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического</p>	<p>ОПК-4.2 Проектирует отдельные элементы технических и технологических систем (ферментеры, теплообменники)</p>	<p>знает принципы проектирования и расчёта ключевых элементов технических и технологических систем биотехнологического производства пищевых продуктов, включая ферментеры, теплообменники и системы фильтрации, а также этапов процессов ферментации, сепарации и сушки, с учётом действующих нормативных требований, стандартов качества, энергоэффективности и безопасности.</p>

<p>производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний</p>	<p>ки, системы фильтрации) и ключевые стадии биотехнологического производства пищевых продуктов (ферментация, сепарация, сушка) с учётом нормативных требований</p>	<p>умеет В рамках компетенции ОПК-4.2 выпускник должен уметь проектировать отдельные элементы технических и технологических систем биотехнологического производства пищевых продуктов, включая ферментеры, теплообменники и системы фильтрации, а также ключевые стадии производственного процесса, такие как ферментация, сепарация и сушка, с учетом действующих нормативных требований. Это включает в себя способность разрабатывать технические решения, соответствующие стандартам качества, безопасности и энергоэффективности, обеспечивая эффективное функционирование биотехнологических производств.</p> <p>владеет навыками методами проектирования ключевых элементов технических и технологических систем биотехнологического производства пищевых продуктов, включая ферментеры, теплообменники и системы фильтрации, а также уметь разрабатывать стадии процессов ферментации, сепарации и сушки с учетом действующих нормативных требований, обеспечивая соответствие проектируемых решений стандартам качества, безопасности и энергоэффективности.</p>
<p>ОПК-4 Способен проектировать отдельные элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний</p>	<p>ОПК-4.3 Разрабатывает технологические схемы и подбирает оборудование для ключевых стадий биотехнологического производства (ферментация, очистка, стабилизация) с учётом требований энергоэффективности, безопасности и стандартов качества</p>	<p>знает принципы разработки технологических схем и выбор оборудования для ключевых стадий биотехнологического производства, таких как ферментация, очистка и стабилизация. Это включает понимание процессов биотехнологии, методов расчета и проектирования оборудования, а также требований энергоэффективности, безопасности и стандартов качества, применяемых в пищевой промышленности. Знание нормативной документации и стандартов, таких как ISO 9001 и ISO 22000, также является необходимым для обеспечения соответствия производственных процессов установленным требованиям.</p> <p>умеет разрабатывать технологические схемы и осуществлять обоснованный выбор оборудования для ключевых стадий биотехнологического производства, таких как ферментация, очистка и стабилизация, с учетом требований энергоэффективности, безопасности и соблюдения стандартов качества. Это включает в себя проведение расчетов и подбор технологического оборудования на основе применения базовых инженерных и технологических знаний.</p>

		<p>владеет навыками</p> <p>методами разработки технологических схем и подбора оборудования для ключевых стадий биотехнологического производства, таких как ферментация, очистка и стабилизация, с учётом требований энергоэффективности, безопасности и стандартов качества. Это включает в себя умение анализировать технологические процессы, выбирать и обосновывать применение соответствующего оборудования, а также обеспечивать соответствие проектируемых решений действующим нормативным документам и стандартам в области биотехнологии. Владение данными навыками позволяет эффективно проектировать и оптимизировать биотехнологические процессы, обеспечивая высокое качество и безопасность продукции при рациональном использовании ресурсов.</p>
<p>ОПК-5 Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции</p>	<p>ОПК-5.1 Выбирает и эксплуатирует оборудование для биотехнологических процессов производства пищевых продуктов</p>	<p>знает</p> <p>характеристики и принцип работы технологического оборудования, используемого в биотехнологических процессах производства пищевых продуктов. Это включает в себя понимание особенностей конструкций, принципов функционирования, режимов работы и технических характеристик таких аппаратов, как ферментеры, теплообменники, фильтрационные системы и сушильные установки. Кроме того, необходимо знать правила эксплуатации, обслуживания и ремонта данного оборудования, а также требования безопасности и охраны труда, связанные с его использованием. Знание этих аспектов позволяет эффективно и безопасно управлять технологическими процессами на биотехнологических предприятиях.</p> <p>умеет</p> <p>выбирать и эффективно эксплуатировать технологическое оборудование для биотехнологических процессов в пищевой промышленности. Это включает в себя умение обосновывать выбор оборудования с учётом технологических требований, эксплуатационных характеристик и экономической целесообразности. Также студент должен уметь контролировать работу оборудования, проводить его техническое обслуживание и диагностику, обеспечивать соблюдение норм безопасности и санитарных стандартов, а также оптимизировать режимы работы для повышения производительности и качества продукции.</p>

		<p>владеет навыками навыками выбора и эксплуатации технологического оборудования, необходимого для ведения биотехнологических процессов в пищевой промышленности. Это включает в себя знание характеристик оборудования, принципов его работы, а также умение проводить техническое обслуживание, наладку, настройку и ремонт в соответствии с эксплуатационной документацией. Кроме того, важно соблюдать правила охраны труда, санитарной и пожарной безопасности при эксплуатации оборудования, а также вести соответствующую документацию. Владение этими навыками обеспечивает эффективную и безопасную работу на всех этапах биотехнологического производства пищевых продуктов.</p>
ПК-1 Способен оперативно управлять производством биотехнологической продукции для пищевой промышленности	ПК-1.1 Способен организовать и контролировать ведение технологического процесса производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности	<p>знает организацию и контроль технологического процесса производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности. Это включает понимание технологий производства, методов контроля качества, принципов обеспечения безопасности пищевых продуктов, а также навыков планирования, мониторинга и оптимизации процессов с использованием современных информационных технологий и стандартов качества, таких как ISO 22000. Кроме того, важно знание принципов мотивации и управления персоналом, а также умение вести соответствующую документацию и отчетность.</p> <p>умеет организовывать и контролировать ведение технологического процесса производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности. Это включает в себя подготовку технологического оборудования, проведение технического обслуживания, настройку и регулировку оборудования, а также контроль за соблюдением технологических параметров и режимов производства.</p> <p>владеет навыками навыками организации и контроля технологического процесса производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности. Это включает в себя подготовку технологического оборудования, проведение технического обслуживания, настройку и регулировку систем безопасности и автоматики, а также обеспечение выполнения производственных заданий на всех стадиях технологического процесса.</p>

2. Перечень оценочных средств по дисциплине

№	Наименование раздела/темы	Семестр	Код индикаторов достижения компетенций	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций
1.	1 раздел. Модуль 1			
1.1.	Введение и нормативные требования	5	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ПК-1.1, ОПК-5.1	Устный опрос
1.2.	Проектирование ферментеров	5	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ПК-1.1, ОПК-5.1	Устный опрос
1.3.	Контрольная точка	5	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ПК-1.1, ОПК-5.1	Коллоквиум
2.	2 раздел. Модуль 2			
2.1.	Технология ферментации	5	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ПК-1.1, ОПК-5.1	Устный опрос
2.2.	Сепарация: фильтрация и центрифугирование	5	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ПК-1.1, ОПК-5.1	Устный опрос
2.3.	Контрольная точка	5	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ПК-1.1, ОПК-5.1	Коллоквиум
3.	3 раздел. Модуль 3			
3.1.	Теплообменники и сушка	5	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ПК-1.1, ОПК-5.1	Устный опрос
3.2.	Автоматизация, энергоэффективность и безопасность	5	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ПК-1.1, ОПК-5.1	Устный опрос
3.3.	Контрольная точка	5	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ПК-1.1, ОПК-5.1	Коллоквиум
4.	4 раздел. Экзамен			
4.1.	Экзамен	5	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ПК-1.1, ОПК-5.1	
	Промежуточная аттестация			Эк

3. Оценочные средства (оценочные материалы)

Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде (Оценочные материалы)
Текущий контроль			
Для оценки знаний			
1	Устный опрос	Средство контроля знаний студентов, способствующее установлению непосредственного контакта между преподавателем и студентом, в процессе которого преподаватель получает широкие возможности для изучения индивидуальных особенностей усвоения студентами учебного материала.	Перечень вопросов для устного опроса
2	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
Для оценки умений			
Для оценки навыков			
Промежуточная аттестация			

3	Курсовые работы (проектов)	Вид самостоятельной письменной работы, направленный на творческое освоение общепрофессиональных и профильных профессиональных дисциплин (модулей) и выработку соответствующих профессиональных компетенций. При написании курсовой работы студент должен полностью раскрыть выбранную тему, соблюсти логику изложения материала, показать умение делать обобщения и выводы.	Перечень тем курсовых работ (проектов)
4	Экзамен	Средство контроля усвоения учебного материала и формирования компетенций, организованное в виде беседы по билетам с целью проверки степени и качества усвоения изучаемого материала, определить необходимость введения изменений в содержание и методы обучения.	Комплект экзаменационных билетов

4. Примерный фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) "Основы проектирования предприятий биотехнологической промышленности"

Примерные оценочные материалы для текущего контроля успеваемости

Вопросы для устного опроса:

Тема 1. Введение и нормативные требования

1. Что включает в себя понятие "биотехнологическое предприятие"?
2. Назовите основные этапы проектирования биотехнологического предприятия.
3. Какие нормативные документы регулируют проектирование предприятий пищевой биотехнологии в РФ?
4. Что такое санитарно-защитная зона и какие нормативы к ней предъявляются?
5. Какие требования СанПиН предъявляются к планировке помещений на биотехнологических предприятиях?
6. Что включает в себя концепция GMP и как она применяется в проектировании?
7. Чем отличаются нормативы по безопасности для пищевых и фармацевтических производств?
8. Что такое производственный контроль и на каком этапе проектирования он учитывается?
9. Какие документы входят в проектную документацию на предприятие пищевой биотехнологии?
10. Перечислите стадии жизненного цикла проекта биотехнологического предприятия.
11. Как классифицируются зоны чистоты в производственных помещениях?

12. Что входит в состав предпроектного обследования территории?
13. Какие санитарные разрывы нужно учитывать при планировании территории предприятия?
14. Почему важна стандартизация в проектировании производств биотехнологической продукции?
15. Какой контроль осуществляется со стороны Роспотребнадзора при проектировании новых производств?

Тема 2. Проектирование ферментеров

1. Что такое ферментер и какова его основная функция?
2. Какие основные типы ферментеров применяются в пищевой биотехнологии?
3. Какие параметры учитываются при выборе типа ферментера?
4. Как рассчитывается рабочий объем ферментера?
5. В чем заключается важность стерилизации при проектировании ферментера?
6. Какие материалы предпочтительны при изготовлении ферментеров?
7. Какова роль мешалки в ферментере?
8. Какие системы автоматизации чаще всего применяются в ферментерах?
9. Почему важна аэрация в ферментерах и как она реализуется?
10. Как обеспечивается теплообмен в ферментерах?
11. Что такое биобезопасность в контексте проектирования ферментеров?
12. Какие типы датчиков и контрольно-измерительных приборов устанавливаются на ферментере?
13. Каково значение герметичности в конструкции ферментера?
14. Какие гигиенические требования предъявляются к ферментерам?
15. В чем различие между ферментерами периодического и непрерывного действия?

Тема 3. Технология ферментации и сепарация (фильтрация, центрифугирование)

1. Какие основные этапы включает технология ферментации?
2. Какова цель подготовки питательной среды перед ферментацией?
3. Какие параметры контроля важны в процессе ферментации?
4. В чем заключается разница между аэробной и анаэробной ферментацией?
5. Какие организмы чаще всего используются в пищевой ферментации?
6. Что такое биомасса и как она извлекается после ферментации?
7. Для чего применяют фильтрацию в биотехнологическом производстве?
8. Какие типы фильтрации применимы на пищевых производствах?
9. Как осуществляется выбор фильтрующего материала?
10. В чем заключается принцип действия центрифуги?
11. Какие различают типы центрифуг?
12. Как обеспечивается стерильность при сепарации?
13. Почему важен контроль скорости вращения в центрифуге?
14. Какова роль сепарации в очистке биопродукта?
15. Какие меры предосторожности применяются при работе с центрифугами?

Тема 4. Теплообменники и сушка

1. Какие задачи решает теплообмен в пищевой биотехнологии?
2. Какие типы теплообменников используются в биотехнологических производствах?
3. Как выбирается тип теплообменника для конкретного процесса?
4. Что такое коэффициент теплопередачи и от чего он зависит?
5. Какие теплоносители применяются в пищевой промышленности?
6. Почему важно поддерживать заданную температуру в биотехнологических процессах?
7. Какие виды сушки применяются в пищевой биотехнологии?
8. Каковы основные параметры процесса сушки?
9. В чем преимущества распылительной сушки для получения порошковых продуктов?
10. Какие факторы влияют на выбор метода сушки?
11. Что такое вакуумная сушка и где она применяется?
12. Какие виды оборудования применяются для инфракрасной сушки?

13. Как влияет сушка на биологические свойства продукта?
14. Какие требования к гигиене предъявляются к сушильному оборудованию?
15. В чем особенности теплообмена в стерильных процессах?

Тема 5. Автоматизация, энергоэффективность и безопасность

1. Какие процессы подлежат автоматизации на биотехнологическом предприятии?
2. Какие системы управления чаще всего применяются на пищевых производствах?
3. Что такое SCADA-система и какова её роль в управлении производством?
4. Как автоматизация повышает безопасность и точность процессов?
5. Какие параметры обычно контролируются в автоматическом режиме?
6. Как обеспечивается энергоэффективность на предприятии?
7. Какие существуют методы снижения энергопотребления в биотехнологии?
8. В чем преимущества использования рекуператоров?
9. Какие меры безопасности должны быть предусмотрены при проектировании оборудования?
10. Что включает в себя анализ рисков на предприятии?
11. Какие средства индивидуальной защиты обязательны при работе с оборудованием?
12. Как осуществляется вентиляция и фильтрация воздуха в производственных зонах?
13. В чем разница между активной и пассивной безопасностью?
14. Какие датчики и сигнализация используются для предотвращения аварийных ситуаций?
15. Почему важно учитывать энергоэффективность уже на этапе проектирования?

Коллоквиум 1:

1. Теоретические вопросы
 1. Дайте определение понятия «технологический цикл» и перечислите его основные стадии.
 2. Назовите три ключевых нормативных документа (ГОСТ, ISO или ТУ), применяемых при проектировании пищевых биотехнологических предприятий.
2. Расчётно-проектные задачи
 - Задача 1.
На стандартном участке предварительной обработки сырья перерабатывают 1 000 кг плодово-ягодного сырья в сутки. Определите потребную площадь склада и бункерного оборудования, если:
 - о плотность сырья = 600 кг/м³;
 - о склад занимает объём, обеспечивающий трёхсуточный запас;
 - о коэффициент уплотнения при хранении = 0,85.

3. Чертёжно-схематические задания

- Задание 1.
Составьте блок-схему типового пищевого биотехнологического предприятия, включив узлы: приём и подготовка сырья, ферментация, сепарация, сушка, очистка стоков.

Коллоквиум 2:

1. Теоретические вопросы
 1. Перечислите четыре основных типа мешалок в ферментерах и укажите их области применения.
 2. Опишите влияние pH и температуры на кинетику микробной ферментации.
2. Расчётно-проектные задачи
 - Задача 2.
Спроектируйте объём стационарного аэробного ферментера, если нужно обеспечить производство 2 тонн продукта в сутки при:
 - о выходе по продукту 0,3 кг/(м³·сут);
 - о времени одного цикла 36 ч;
 - о коэффициенте незагруженности 0,1.
3. Чертёжно-схематические задания
 - Задание 2.
Нарисуйте схему подачи воздуха и сбора избыточной пены для ферментера объёмом, рассчитанным в задаче 2, с указанием основных запорных и контрольных приборов.

Коллоквиум 3:

1. Теоретические вопросы

1. Сравните принципы действия центрифуги и глубинного фильтра.
2. Перечислите три основных метода сушки биомасс и их характерные особенности.

2. Расчётно-проектные задачи

- Задача 3.

Для станции сепарации задано: исходный объём сусла 1,5 м³, концентрация целевого белка 10 г/л, выход после центрифугирования 88 %.

1. Определите массу получаемого осадка (кг).

2. Вычислите требуемую производительность центрифуги (м³/ч), если процесс должен уложиться в 4 ч.

- Задача 4.

Расчёт теплообменника-охладителя:

- о охлаждаем 2 м³ ферментационного бульона с 38 °С до 20 °С;
- о удельная теплоёмкость 4 кДж/(кг·°С), плотность 1 000 кг/м³;
- о средний перепад температур по стенке $\Delta t = 12$ °С;
- о коэффициент теплоотдачи $U = 800$ Вт/(м²·°С).

Определите требуемую площадь теплообмена (м²).

3. Чертёжно-схематические задания

- Задание 3.

Постройте принципиальную схему распылительной сушилки с указанием узлов подачи сырья, камеры сушки, циклона, бункера готового продукта и системы горячего воздуха.

**Примерные оценочные материалы
для проведения промежуточной аттестации (зачет, экзамен)
по итогам освоения дисциплины (модуля)**

Экзаменационные вопросы

Билет № 1

1. Дайте определение понятию «ферментер» и перечислите основные виды по принципу действия.

2. Выполните расчёт объёма стационарного ферментера для аэрационной ферментации, если задан суточный выход продукта 5 т, коэффициент выхода 0,25 кг/м³·сут, время цикла 48 ч.

3. Постройте технологическую схему одноступенчатой аэробной ферментации с учётом подогрева и аэрации.

Билет № 2

1. Опишите основные требования нормативных документов GMP для пищевой биотехнологии.

2. Рассчитайте площадь теплообменника-рекумбератора (кожух–труба), если необходимо охладить 1 м³ сусла с 40 °С до 25 °С при теплоёмкости 4,2 кДж/(кг·°С), Δt на стенке 10 °С, коэффициент теплоотдачи 600 Вт/(м²·°С).

3. Составьте алгоритм управления температурным режимом в ферментере с использованием ПИД-регулирования.

Билет № 3

1. Перечислите стадии разработки технологической схемы биотехнологического производства.

2. Постройте расчётный баланс по материальным потокам для процесса сепарации: исходный объём сусла 2 м³, концентрация целевого белка 8 г/л, выход после центрифугирования 85 %.

3. Разработайте схему фильтрации сусла через глубинный фильтр с указанием последовательности операций мойки.

Билет № 4

1. Объясните роль аэрации в биореакторе и факторы, влияющие на её эффективность.

2. Рассчитайте мощность насоса для подачи воздуха в ферментер объёмом 10 м³ при избыточном давлении 0,2 бар и расходе 0,5 м³/м³·мин.

3. Спроектируйте конструкцию пенного скиммера для удаления избыточной пены в процессе.

Билет № 5

1. Охарактеризуйте методы сушки для биомасс: распылительная и ленточная.
2. Определите массу продукта, получаемого из 500 л суслу при сушке распылительной сушилкой с выходом сушки 10 %.
3. Нарисуйте блок-схему распылительной сушки с указанием основных узлов.

Билет № 6

1. Назовите основные типы сепарации в биотехнологии и их принцип действия.
2. Проведите расчёт скорости центрифугирования в приборе с радиусом 0,2 м при угловой скорости 3000 об/мин для гравитационного отделения клеток.
3. Сформулируйте критерии отбора метода сепарации для молочно-брожений.

Билет № 7

1. Дайте определение понятию «энергетический баланс» на предприятии биотехнологического цикла.
2. Рассчитайте тепловую нагрузку на холодильник, если необходимо охладить 1,5 м³ ферментационного бульона с 37 °С до 10 °С (ср. теплоёмкость 3,9 кДж/кг·°С, плотность 1000 кг/м³).
3. Опишите мероприятия по повышению энергоэффективности при проектировании ферментера.

Билет № 8

1. Перечислите функции автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП).
2. Составьте принципиальную схему АСУ ТП для двухкамерного ферментера с датчиками рН, температуры и давления.
3. Разработайте алгоритм аварийной остановки при превышении давления 0,3 бар.

Билет № 9

1. Раскройте понятие «коррозионная стойкость» материалов в биотехнологическом оборудовании.
2. Выберите материал для теплообменника, если агрессивность среды рН = 3, температура 70 °С, и обоснуйте выбор.
3. Опишите методы защиты оборудования от коррозии.

Билет № 10

1. Опишите принципы работы глубинного фильтра для очистки суслу.
2. Рассчитайте площадь фильтрующей поверхности для проточного глубинного фильтра при расходе 2 м³/ч и допустимой скорости 200 л/м²·ч.
3. Сравните достоинства и недостатки глубинной и мембранной фильтрации.

Билет № 11

1. Дайте характеристику нормам ISO 22000 и их роли в пищевой биотехнологии.
2. Проведите расчёт воздушного режима для поддержания стерильности газовой фазы: объём камеры 1 м³, воздухообмен 15 об/ч.
3. Разработайте профиль температурного режима для пастеризации сока.

Билет № 12

1. Раскройте виды перемешивающих устройств в ферментерах и их область применения.
2. Рассчитайте мощность редуктора и электродвигателя для мешалки с диаметром импеллера 0,5 м при частоте 120 об/мин и вязкости среды 0,001 Па·с.
3. Спроектируйте форму и расположение лопастей для оптимального перемешивания.

Билет № 13

1. Перечислите основные показатели качества продукта в биотехнологическом производстве.
2. Рассчитайте выход продуктового осадка после центрифугирования: сусло 3 м³, концентрация продукта 6 г/л, выход 90 %.
3. Разработайте систему контроля качества на стадии сепарации.

Билет № 14

1. Объясните основные принципы GMP и их значение для биотехнологических предприятий.
2. Составьте план валидации процесса стерилизации ферментера объёмом 5 м³ при 121 °С, 20 мин.
3. Предложите методы верификации чистоты оборудования после СІР-моек.

Билет № 15

1. Дайте определение понятию «массообмен» и его значению в биотехнологических процессах.
2. Рассчитайте коэффициент массообмена кислорода в ферментере (k_L) при скорости аэрации $0,3 \text{ м}^3/\text{м}^3 \cdot \text{ч}$ и объёме 8 м^3 .
3. Опишите принцип разработки режимов непрерывной ферментации.

Билет № 16

1. Охарактеризуйте методы сушки биопродуктов: морозостойкая и конвективная.
2. Определите время сушки порошка при сушке на лотках: толщина слоя 5 мм , температура $60 \text{ }^\circ\text{C}$, влажность исходного продукта 70% .
3. Спроектируйте лотковую сушилку для производства 100 кг/сут порошка.

Билет № 17

1. Перечислите требования к санитарно-гигиеническому оборудованию на пищевом предприятии.
2. Рассчитайте объём моечного раствора для СІР-системы: длина магистрали 100 м , диаметр труб 50 мм , кратность циркуляции 3 .
3. Разработайте график проведения СІР-моёк и валидации системы.

Билет № 18

1. Объясните принципы работы теплообменника типа «труба в трубе».
2. Рассчитайте длину внутренней трубы, если задана площадь теплообмена 15 м^2 и диаметр трубы $0,1 \text{ м}$.
3. Составьте чертёж схемы подключения теплоносителя на входе и выходе теплообменника.

Билет № 19

1. Раскройте понятие «пенообразование» в биореакторах и его последствия.
2. Подберите ёмкость для сборки пены объёмом 20 л и рассчитайте параметры отсоса при $0,05 \text{ м}^3/\text{мин}$.
3. Опишите методы контроля и ликвидации пены в процессе.

Билет № 20

1. Дайте определение «стабилизации продукта» и её целей.
2. Составьте технологическую схему сушки и последующей грануляции лактозы при $40 \text{ }^\circ\text{C}$.
3. Обоснуйте выбор метода стабилизации для ферментного препарата.

Билет № 21

1. Перечислите виды систем фильтрации: камера, кассета, модуль.
2. Рассчитайте число кассет в модульном фильтре при расходе $1 \text{ м}^3/\text{ч}$ и производительности одной кассеты 100 л/ч .
3. Спроектируйте последовательность замены картриджей в модульном фильтре.

Билет № 22

1. Опишите роль теплоизоляции в энергетическом балансе предприятия.
2. Рассчитайте толщину пеноизоляции для трубопровода $\Phi 100 \text{ мм}$, если теплотери не должны превышать 15 Вт/м .
3. Разработайте план мероприятий по утеплению оборудования.

Билет № 23

1. Охарактеризуйте технологию непрерывной десальтизации и её применение.
2. Постройте расчётный материалый баланс по непрерывному фильтрованию суслу $0,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ с концентрацией 10 г/л .
3. Предложите схему рециркуляции жидкости для минимизации стоков.

Билет № 24

1. Раскройте понятие «обратный осмос» и области применения в биотехнологии.
2. Рассчитайте расход подпиточной воды для системы обратного осмоса производительностью $2 \text{ м}^3/\text{ч}$ при проницаемости мембраны $0,5 \text{ л}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{бар})$ и давлении 3 бар .
3. Составьте чертёж установки обратного осмоса с насосом высокого давления.

Билет № 25

1. Дайте определение «пастеризация» и отличия от стерилизации.
2. Рассчитайте теплообменную поверхность пластинчатого аппарата, если необходимо

нагреть 0,5 м³ сока с 20 °С до 72 °С при $\Delta t = 15$ °С и $U = 1200$ Вт/(м²·°С).

3. Разработайте временной график температурных режимов в зоне выдержки.

Билет № 26

1. Перечислите основные показатели энергоэффективности биотехнологических установок.

2. Рассчитайте коэффициент использования тепла в системе рекуперации, если подаётся 1 м³ горячей воды при 80 °С, отводится 1 м³ при 40 °С, теплоёмкость 4,2 кДж/(кг·°С).

3. Опишите мероприятия по улучшению КПД рекуперативного теплообменника.

Билет № 27

1. Объясните принципы aseptic design и их значение для производства стерильных продуктов.

2. Постройте схему оборудования для асептической подачи среды в ферментер объёмом 2 м³.

3. Составьте перечень мероприятий по контролю чистоты воздушной среды.

Билет № 28

1. Охарактеризуйте методы контроля биобезопасности и уровни BSL.

2. Спроектируйте шлюз-камеру для уровня BSL-2 с учётом объёма 4 м³ и однократного воздухообмена 12 об/ч.

3. Опишите систему реагирования на аварийный выброс культур.

Билет № 29

1. Перечислите этапы валидации и квалификации оборудования (IQ, OQ, PQ).

2. Разработайте протокол PQ для теплового режима сушилki при 60 °С на 4 ч.

3. Опишите процедуру документирования результатов квалификации.

Билет № 30

1. Дайте определение «технологической карты» и её структуре.

2. Составьте фрагмент технологической карты для процесса сепарации: входное сусло 1 м³, выход 0,85 м³, метод центрифугирования.

3. Разработайте план обучения персонала по выполнению технологической карты.

Темы письменных работ (эссе, рефераты, курсовые работы и др.)

Темы курсовых работ по дисциплине «Основы проектирования предприятий биотехнологической промышленности» (профиль «Биотехнология продуктов питания»):

1. Проектирование однофазного ферментера для производства молочнокислых культур.
2. Разработка технологической схемы двухступенчатой ферментации для получения кефира.
3. Расчёт и конструирование кожухотрубного теплообменника для охлаждения бродильного сусла.
4. Проект фильтрационной установки глубинного типа для очистки сыворотки.
5. Схема и расчёт центрифуги для отделения дрожжей после спиртового брожения.
6. Автоматизация поддержания pH и температуры в биореакторе объёмом 5 м³.
7. Энергоэффективная система рекуперации тепла на пищевом биотехнологическом участке.
8. Проектирование распылительной сушилки для получения молочного порошка.
9. Разработка схемы газоочистки и аэрации в ферментере при производстве ацетона–бутанол–этанольного брожения.
10. Проект установки обратного осмоса для подготовки воды к ферментации.
11. Расчёт и выбор мембранного фильтра для концентрирования белков в сыворотке.
12. Технологическая схема пастеризации и гомогенизации сока с последующей ферментацией.
13. Проектирование системы CIP-моёк для ферментационного отделения.
14. Разработка процесса сушки на лотках для концентрированных фруктовых экстрактов.
15. Проект пенного скиммера и системы удаления пены при производстве пива.
16. Моделирование массообмена кислорода в аэробном ферментере.
17. Расчёт энергоэффективности и выбор теплоизоляции для трубопроводов в биотехнологическом цехе.
18. Автоматизированная система контроля и управления процессом сухого брожения.
19. Проект двухступенчатой фильтрации с применением касетных фильтров для кваса.
20. Разработка технологической схемы производства йогурта с высоким выходом пробиотиков.
21. Проектирование и расчёт вакуумной сушилки для получения экстрактов из ягодных культур.
22. Схема и расчёт ректификационной колонны для получения пищевого этанола.
23. Проект системы аварийного сброса избыточного давления в ферментере.
24. Валидация и квалификация (IQ/OQ/PQ) теплообменного оборудования в пищевой биотехнологии.
25. Разработка технологической карты процесса сепарации и концентрирования биопрепаратов.
26. Проектирование модульной установки для производства лактозы из молочной сыворотки.
27. Расчёт и выбор теплообменника–регенератора для сока в линии сокопереработки.
28. Схема управления и контроля стерильности воздуха в асептическом отделении.
29. Проект установки для микрокапсулирования пробиотиков методом спрея.
30. Разработка энерго- и ресурсосберегающей схемы приготовления питательной среды для культивирования микроорганизмов.