

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор/Декан
института ветеринарии и
биотехнологий
Скрипкин Валентин Сергеевич

« ____ » _____ 20__ г.

Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.16.02 Оборудование и автоматизация биотехнологических
процессов**

19.03.01 Биотехнология

Биотехнология продуктов питания

бакалавр

очная

1. Цель дисциплины

Целью дисциплины Оборудование и автоматизация биотехнологических процессов является формирование у студентов навыков выбора, применения и эксплуатации современного оборудования и автоматизированного ПО для управления технологическими процессами в пищевой биотехнологии

2. 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 компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-3 Способен принимать участие в разработке алгоритмов и программ, пригодных для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Выбирает и применяет современное ПО (системы автоматизации, базы данных, специализированные программы) для управления технологическими процессами в пищевой биотехнологии	знает принцип построения и функционирования современных SCADA- и MES-систем умеет анализировать технологические требования пищевого биотехнологического производства, выбирать на их основе подходящие программные средства (SCADA-системы, ПЛК, СУБД, специализированные пакеты для моделирования и расчётов), проводить их установку и настройку для организации сбора, хранения и визуализации параметров процессов (температуры, pH, расхода, давления и т. п.), разрабатывать и внедрять алгоритмы управления и адаптивной регулировки технологических операций, обеспечивать интеграцию автоматизированных систем с корпоративными информационными системами, проводить тестирование и отладку, а также осуществлять мониторинг, диагностику и поддержку эксплуатационной надёжности и информационной безопасности этих ПО в условиях реального производства владеет навыками навыками анализа технологических требований и умением выбирать, настраивать и эксплуатировать современные автоматизационные системы (SCADA-платформы для сбора и визуализации данных, PLC-контроллеры), интегрировать их с MES и LIMS (Laboratory Information Management Systems) для надёжного хранения и обработки лабораторных и производственных данных, а также применять специализированные пакеты (например BioPAT MFCS/BioBrain для биопроцесс-контроля) и программные средства (MATLAB/Simulink, AutoCAD Plant 3D) для моделирования, мониторинга и оптимизации ключевых стадий пищевой биотехнологии

<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 основные принципы построения технологических схем биотехнологических процессов — от выбора типа и параметров ферментера до оборудования для очистки и стабилизации с учётом энергоэффективности, требований безопасности и стандартов качества</p> <p>умеет на основе анализа технологических требований и нормативных документов разрабатывать блок-схемы ключевых стадий биотехнологического производства, выполнять расчёт и селекцию аппаратов с учётом показателей энерго-эффективности требований промышленной безопасности, а также осуществлять обоснованный выбор оборудования в соответствии с действующими стандартами качества пищевой продукции и технико-экономическими показателями процесса</p> <p>владеет навыками навыками разработки и обоснования комплексных технологических схем биотехнологического производства, включая ключевые стадии ферментации, очистки и стабилизации, с применением современных методов расчёта и выбора оборудования и программных средств управления.</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 принцип работы и конструктивные особенности основных видов оборудования пищевых биотехнологических производств — биореакторов и ферментеров с регулируемыми параметрами, аппаратов разделения и очистки, систем стерилизации и гомогенизации, а также средства контроля и автоматизации с учётом требований к материалам и энергопотреблению</p> <p>умеет выбирать и эксплуатировать оборудование для биотехнологических процессов производства пищевых продуктов</p> <p>владеет навыками приёмами выполнения операций, связанных с выбором, эксплуатацией и техническим обслуживанием оборудования, применяемого в биотехнологических процессах производства пищевых продуктов</p>
<p>ОПК-5 Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами</p>	<p>ОПК-5.2 Применяет методы и средства контроля для контроля физико-химических, микробиологических и органолептических показателей сырья, промежуточных и</p>	<p>знает принципы и методы контроля качества пищевых продуктов, включая физико-химические, микробиологические и органолептические показатели</p> <p>умеет применять методы и средства контроля для оценки физико-химических,</p>

процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции	готовых пищевых продуктов	микробиологических и органолептических показателей сырья, промежуточных и готовых пищевых продуктов владеет навыками методами и средствами контроля, включая физико-химические, микробиологические и органолептические анализы, для оценки качества сырья, промежуточных и готовых пищевых продуктов
ОПК-5 Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции	ОПК-5.3 Регулирует и оптимизирует параметры биотехнологических процессов производства пищевых продуктов в изменяющихся условиях	знает принципы регулирования и оптимизации параметров биотехнологических процессов в производстве пищевых продуктов, включая методы анализа и интерпретации экспериментальных данных, а также основы проектирования технологических решений для адаптации процессов к изменяющимся условиям умеет регулировать и оптимизировать параметры биотехнологических процессов производства пищевых продуктов в изменяющихся условиях владеет навыками навыками регулирования и оптимизации параметров биотехнологических процессов производства пищевых продуктов в изменяющихся условиях, включая использование современных методов контроля и автоматизации для обеспечения стабильности качества продукции и эффективности производства

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Оборудование и автоматизация биотехнологических процессов» является дисциплиной обязательной части программы.

Изучение дисциплины осуществляется в 4 семестре(-ах).

Для освоения дисциплины «Оборудование и автоматизация биотехнологических процессов» студенты используют знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин:

Ознакомительная практика

Математическое моделирование и обработка данных

Аналитическая химия

Освоение дисциплины «Оборудование и автоматизация биотехнологических процессов» является необходимой основой для последующего изучения следующих дисциплин:

Преддипломная практика

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Промышленное производство биологически активных веществ

Протеиновые технологии и инновационные заменители мяса

Основы проектирования предприятий биотехнологической промышленности

Методы контроля качества сырья и готовой пищевой продукции

Биоинжиниринг живых систем

Биотехнология белковых и биологически активных веществ

Пищевая биоиндустрия

Основы программирования и моделирования в биотехнологическом производстве

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу с обучающимися с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины «Оборудование и автоматизация биотехнологических процессов» в соответствии с рабочим учебным планом и ее распределение по видам работ представлены ниже.

Семестр	Трудоемкость час/з.е.	Контактная работа с преподавателем, час			Самостоятельная работа, час	Контроль, час	Форма промежуточной аттестации (форма контроля)
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия			
4	144/4	24	54		30	36	Эк
в т.ч. часов: в интерактивной форме		4	6				

Семестр	Трудоемкость час/з.е.	Внеаудиторная контактная работа с преподавателем, час/чел					
		Курсовая работа	Курсовой проект	Зачет	Дифференцированный зачет	Консультации перед экзаменом	Экзамен
4	144/4						0.25

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

№	Наименование раздела/темы	Семестр	Количество часов					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций	Код индикаторов достижения компетенций
			всего	Лекции	Семинарские занятия		Самостоятельная работа			
					Практические	Лабораторные				
1.	1 раздел. Фундаментальные понятия автоматизации и ферментация									
1.1.	Автоматизация ферментационные процессы	4	22	10	12		12	Устный опрос	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-4.3, ОПК-3.1	
1.2.	Контрольная точка	4	2		2			КТ 1	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-4.3, ОПК-3.1	

2.	2 раздел. Очистка, стабилизация и системы автоматизации									
2.1.	Очистка, стабилизация и АСУ	4	26	8	18		12		Устный опрос	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-4.3, ОПК-3.1
2.2.	Контрольная точка	4	2		2			КТ 2	Коллоквиум	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-4.3, ОПК-3.1
3.	3 раздел. Контроль качества и оптимизация процессов									
3.1.	Контроль качества и оптимизация	4	24	6	18		6		Устный опрос	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-4.3, ОПК-3.1
3.2.	Контрольная точка	4	2		2			КТ 3	Коллоквиум	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-4.3, ОПК-3.1
4.	4 раздел. Экзамен									
4.1.	Экзамен	4								ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-4.3, ОПК-3.1
	Промежуточная аттестация	Эк								
	Итого		144	24	54		30			
	Итого		144	24	54		30			

5.1. Лекционный курс с указанием видов интерактивной формы проведения занятий

Тема лекции (и/или наименование раздел) (вид интерактивной формы проведения занятий)/ (практическая подготовка)	Содержание темы (и/или раздела)	Всего, часов / часов интерактивных занятий/ практическая подготовка
Автоматизация и ферментационные процессы	Введение в автоматизацию биотехнологических процессов	2/-
Автоматизация и ферментационные процессы	Требования к программному обеспечению и оборудованию	2/-
Автоматизация и ферментационные процессы	Аппаратура для ферментации	2/-
Автоматизация и ферментационные процессы	Расчёты основных параметров ферментации	4/-
Очистка, стабилизация и АСУ	Мембранные методы очистки	2/-
Очистка, стабилизация и АСУ	Технологии стабилизации (сушка, лиофилизация)	2/-
Очистка, стабилизация и АСУ	SCADA- и PLC-системы в пищевой биотехнологии	2/-
Очистка, стабилизация и АСУ	Проектирование баз данных для АСУ	2/-
Контроль качества и оптимизация	Методы физико-химического контроля	2/-
Контроль качества и оптимизация	Микробиологические и органолептические методы оценки	2/-
Контроль качества и оптимизация	Адаптивные алгоритмы управления и энергоэффективность и безопасность оборудования	2/-
Итого		24

5.2.1. Семинарские (практические) занятия с указанием видов проведения занятий в интерактивной форме

Наименование раздела дисциплины	Формы проведения и темы занятий (вид интерактивной формы проведения занятий)/(практическая подготовка)	Всего, часов / часов интерактивных занятий/ практическая подготовка	
		вид	часы
Автоматизация и ферментационные процессы	Обзор и настройка ПО для АСУ	Пр	2/-/-
Автоматизация и ферментационные процессы	Расчёт объёма и конфигурации биореактора	Пр	6/-/-
Автоматизация и ферментационные	Моделирование ферментации в специализированном ПО	Пр	4/-/-

процессы			
Контрольная точка	Контрольная точка	Пр	2/-/-
Очистка, стабилизация и АСУ	Ультрафильтрация и мембранные установки	Пр	4/-/-
Очистка, стабилизация и АСУ	Сорбционные и сушильные процессы	Пр	6/-/-
Очистка, стабилизация и АСУ	Конфигурирование SCADA-проекта	Пр	4/-/-
Очистка, стабилизация и АСУ	Построение и тестирование СУБД для АСУ	Пр	4/-/-
Контрольная точка	Контрольная точка	Пр	2/-/-
Контроль качества и оптимизация	Измерение физических параметров	Пр	4/-/-
Контроль качества и оптимизация	Микробиологический анализ проб	Пр	6/-/-
Контроль качества и оптимизация	Симуляция адаптивного управления	Пр	4/-/-
Контроль качества и оптимизация	Оценка энергоэффективности	Пр	4/-/-
Контрольная точка	Контрольная точка	Пр	2/-/-
Итого			

5.3. Курсовой проект (работа) учебным планом не предусмотрен

5.4. Самостоятельная работа обучающегося

Темы и/или виды самостоятельной работы	Часы
Изучение ГОСТов и ТУ по ферментационному оборудованию. Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.	4
Подготовка реферата «Современные биореакторные системы». Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.	8
Анализ научных статей по очистке и стабилизации. Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.	6

Разработка мини-проекта автоматизации участка очистки . Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.	6
Подготовка отчёта «Контроль показателей качества». Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.	4
Исследование методов повышения энергоэффективности. Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.	2

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

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Оборудование и автоматизация биотехнологических процессов» размещено в электронной информационно-образовательной среде Университета и доступно для обучающегося через его личный кабинет на сайте Университета. Учебно-методическое обеспечение включает:

1. Рабочую программу дисциплины «Оборудование и автоматизация биотехнологических процессов».

2. Методические рекомендации для организации самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Оборудование и автоматизация биотехнологических процессов».

3. Методические рекомендации по выполнению письменных работ () (при наличии).

4. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы студентами заочной формы обучения (при наличии)

5. Методические указания по выполнению курсовой работы (проекта) (при наличии).

Для успешного освоения дисциплины, необходимо самостоятельно детально изучить представленные темы по рекомендуемым источникам информации:

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения	Рекомендуемые источники информации (№ источника)		
		основная (из п.8 РПД)	дополнительная (из п.8 РПД)	метод. лит. (из п.8 РПД)
1	Автоматизация и ферментационные процессы. Изучение ГОСТов и ТУ по ферментационному оборудованию. Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.	Л1.1, Л1.2	Л2.1, Л2.2, Л2.3	Л3.1, Л3.2
2	Автоматизация и ферментационные процессы. Подготовка реферата «Современные биореакторные системы». Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.	Л1.1, Л1.2	Л2.1, Л2.2, Л2.3	Л3.1, Л3.2
3	Очистка, стабилизация и АСУ. Анализ научных статей по очистке и стабилизации. Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.	Л1.1, Л1.2	Л2.1, Л2.2, Л2.3	Л3.1, Л3.2
4	Очистка, стабилизация и АСУ. Разработка мини-проекта автоматизации участка очистки. Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.	Л1.1, Л1.2	Л2.1, Л2.2, Л2.3	Л3.1, Л3.2
5	Контроль качества и оптимизация. Подготовка отчёта «Контроль показателей качества». Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.	Л1.1, Л1.2	Л2.1, Л2.2, Л2.3	Л3.1, Л3.2
6	Контроль качества и оптимизация. Исследование методов повышения энергоэффективности. Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.	Л1.1, Л1.2	Л2.1, Л2.2, Л2.3	Л3.1, Л3.2

7. Фонд оценочных средств (оценочных материалов) для проведения промежуточной ат-

тестации обучающихся по дисциплине «Оборудование и автоматизация биотехнологических процессов»

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

Индикатор компетенции (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции	

7.2. Критерии и шкалы оценивания уровня усвоения индикатора компетенций, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Оценка знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций по дисциплине «Оборудование и автоматизация биотехнологических процессов» проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль проводится в течение семестра с целью определения уровня усвоения обучающимися знаний, формирования умений и навыков, своевременного выявления преподавателем недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по её корректировке, а также для совершенствования методики обучения, организации учебной работы и оказания индивидуальной помощи обучающемуся.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Оборудование и автоматизация биотехнологических процессов» проводится в виде Экзамен.

За знания, умения и навыки, приобретенные студентами в период их обучения, выставляются оценки «ЗАЧТЕНО», «НЕ ЗАЧТЕНО». (или «ОТЛИЧНО», «ХОРОШО», «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО», «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» для дифференцированного зачета/экзамена)

Для оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в университете применяется балльно-рейтинговая система оценки качества освоения образовательной программы. Оценка проводится при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций обучающихся. Рейтинговая оценка знаний является интегрированным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине.

Состав балльно-рейтинговой оценки студентов очной формы обучения

Для студентов очной формы обучения знания по осваиваемым компетенциям формируются на лекционных и практических занятиях, а также в процессе самостоятельной подготовки.

В соответствии с балльно-рейтинговой системой оценки, принятой в Университете студентам начисляются баллы по следующим видам работ:

№ контрольной точки	Оценочное средство результатов индикаторов достижения компетенций		Максимальное количество баллов
4 семестр			
КТ 1	Коллоквиум		10
КТ 2	Коллоквиум		10
КТ 3	Коллоквиум		10
Сумма баллов по итогам текущего контроля			30
Посещение лекционных занятий			20
Посещение практических/лабораторных занятий			20
Результативность работы на практических/лабораторных занятиях			30
Итого			100
№ контрольной точки	Оценочное средство результатов индикаторов достижений компетенций	Максимальное количество баллов	Критерии оценки знаний студентов
4 семестр			

КТ 1	Коллоквиум	10	<p>1–3 балла (начальный уровень) – студент демонстрирует поверхностное понимание принципов работы с микроорганизмами, ферментами и клеточными культурами, не способен выбирать и применять методы культивирования и контроля (критерии: распознавание только базовых понятий, отсутствие анализа); 4–7 баллов (средний уровень) – студент знает основные методы подготовки питательных сред и базовой ферментации, может проводить простейшие эксперименты и частично интерпретировать результаты, но допускает ошибки в настройке биореакторов и аналитике (критерии: выполнение задач по образцу, частичная самостоятельность, наличие описательных, но неполных аргументов); 8–10 баллов (продвинутый уровень) – студент уверенно анализирует и выбирает биологические объекты для заданных технологических процессов, корректно настраивает и контролирует параметры ферментации, полно и обоснованно оформляет отчёты и стандарты, демонстрируя глубокое понимание и способность к самостоятельному решению нестандартных задач</p>
------	------------	----	--

КТ 2	Коллоквиум	10	<p>1–3 балла (начальный уровень) – студент демонстрирует поверхностное понимание принципов работы с микроорганизмами, ферментами и клеточными культурами, не способен выбирать и применять методы культивирования и контроля (критерии: распознавание только базовых понятий, отсутствие анализа); 4–7 баллов (средний уровень) – студент знает основные методы подготовки питательных сред и базовой ферментации, может проводить простейшие эксперименты и частично интерпретировать результаты, но допускает ошибки в настройке биореакторов и аналитике (критерии: выполнение задач по образцу, частичная самостоятельность, наличие описательных, но неполных аргументов); 8–10 баллов (продвинутый уровень) – студент уверенно анализирует и выбирает биологические объекты для заданных технологических процессов, корректно настраивает и контролирует параметры ферментации, полно и обоснованно оформляет отчёты и стандарты, демонстрируя глубокое понимание и способность к самостоятельному решению нестандартных задач</p>
------	------------	----	--

КТ 3	Коллоквиум	10	<p>1–3 балла (начальный уровень) – студент демонстрирует поверхностное понимание принципов работы с микроорганизмами, ферментами и клеточными культурами, не способен выбирать и применять методы культивирования и контроля (критерии: распознавание только базовых понятий, отсутствие анализа); 4–7 баллов (средний уровень) – студент знает основные методы подготовки питательных сред и базовой ферментации, может проводить простейшие эксперименты и частично интерпретировать результаты, но допускает ошибки в настройке биореакторов и аналитике (критерии: выполнение задач по образцу, частичная самостоятельность, наличие описательных, но неполных аргументов); 8–10 баллов (продвинутый уровень) – студент уверенно анализирует и выбирает биологические объекты для заданных технологических процессов, корректно настраивает и контролирует параметры ферментации, полно и обоснованно оформляет отчёты и стандарты, демонстрируя глубокое понимание и способность к самостоятельному решению нестандартных задач</p>
------	------------	----	--

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения на промежуточной аттестации

При проведении итоговой аттестации «зачет» («дифференцированный зачет», «экзамен») преподавателю с согласия студента разрешается выставлять оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «зачет») по результатам набранных баллов в ходе текущего контроля успеваемости в семестре по выше приведенной шкале.

В случае отказа – студент сдает зачет (дифференцированный зачет, экзамен) по приведенным выше вопросам и заданиям. Итоговая успеваемость (зачет, дифференцированный зачет, экзамен) не может оцениваться ниже суммы баллов, которую студент набрал по итогам текущей и промежуточной успеваемости.

При сдаче (зачета, дифференцированного зачета, экзамена) к заработанным в течение семестра студентом баллам прибавляются баллы, полученные на (зачете, дифференцированном зачете, экзамене) и сумма баллов переводится в оценку.

Критерии и шкалы оценивания ответа на экзамене

Сдача экзамена может добавить к текущей балльно-рейтинговой оценке студентов не более 20 баллов:

Содержание билета	Количество баллов
Теоретический вопрос №1	до 7
Теоретический вопрос №2	до 7
Задача (оценка умений и	до 6

Критерии оценки ответа на экзамене

Теоретические вопросы (вопрос 1, вопрос 2)

7 баллов выставляется студенту, полностью освоившему материал дисциплины или курса в соответствии с учебной программой, включая вопросы рассматриваемые в рекомендованной программой дополнительной справочно-нормативной и научно-технической литературы, свободно владеющему основными понятиями дисциплины. Требуется полное понимание и четкость изложения ответов по экзаменационному заданию (билету) и дополнительным вопросам, заданных экзаменатором. Дополнительные вопросы, как правило, должны относиться к материалу дисциплины или курса, не отраженному в основном экзаменационном задании (билете) и выявляют полноту знаний студента по дисциплине.

5 балла заслуживает студент, ответивший полностью и без ошибок на вопросы экзаменационного задания и показавший знания основных понятий дисциплины в соответствии с обязательной программой курса и рекомендованной основной литературой.

3 балла дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.

2 балла дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

1 балл дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

0 баллов - при полном отсутствии ответа, имеющего отношение к вопросу.

Оценивание задачи

6 баллов Задачи решены в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности.

5 баллов Задачи решены с небольшими недочетами.

4 балла Задачи решены с небольшими недочетами.

3 балла Задачи решены не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы.

2 балла Задачи решены не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы.

1 баллов Задачи решены частично, с большим количеством вычислительных ошибок, объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

0 баллов Задачи не решены или работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

Перевод рейтинговых баллов в пятибалльную систему оценки знаний обучающихся:
для экзамена:

- «отлично» – от 89 до 100 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному;

- «хорошо» – от 77 до 88 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы

недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками;

- «удовлетворительно» – от 65 до 76 баллов – теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки;

- «неудовлетворительно» – от 0 до 64 баллов - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий

7.3. Примерные оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Оборудование и автоматизация биотехнологических процессов»

Экзаменационные билеты по дисциплине «Оборудование и автоматизация биотехнологических процессов».

Билет № 1

1. Перечислите основные уровни автоматизированной системы управления (АСУ) пищевыми биотехнологическими процессами.

2. Выполните расчет объема дискретного биореактора для ферментации: задано требуемое переработать 200 м³ субстрата за 24 ч при цикле 8 ч; концентрация клеток в конце цикла — 5 г/л.

3. Опишите алгоритм настройки PID-регулятора температуры в процессах ферментации с использованием SCADA-системы.

Билет № 2

1. Назовите основные типы мембран, используемых в ультрафильтрации пищевых продуктов.

2. Спроектируйте технологическую схему очистки сыворотки с помощью ультрафильтрации и нанофильтрации: переработка 10 м³/ч, входное давление 2,5 бар, выходное — 0,5 бар.

3. Продемонстрируйте последовательность ввода в эксплуатацию PLC-контроллера для управления насосом подачи в систему мембранной очистки.

Билет № 3

1. Охарактеризуйте основные физико-химические методы контроля качества готовых пищевых продуктов.

2. Рассчитайте время сушки лиофилизационной камеры объемом 50 л при начальной влажности продукта 70 % и остаточной 5 %, если удельная скорость сублимации 0,1 кг/(м²·ч) и площадь контакта — 2 м².

3. Опишите процесс разработки базы данных технологических параметров для автоматизированного учёта и мониторинга в пищевой биотехнологии.

Билет № 4

1. Перечислите основные функции SCADA-систем в управлении биотехнологическими установками.

2. Выполните подбор модели центрифуги для предварительного отделения клеток: объём партии 500 л, плотность суспензии 1,05 г/см³, требуемый остаток клеток не более 0,1 % по массе.

3. Пошагово опишите процедуру создания тренда параметров (температура, pH) в среде Wonderware InTouch.

Билет № 5

1. Назовите этапы технологической схемы стабилизации продуктов с помощью сушки горячим воздухом.

2. Составьте расчетный баланс воздуха для сушилки барабанного типа: влажность сырья до сушки 60 %, после — 10 %; расход сырья 200 кг/ч; влажность входящего воздуха 10 %.

3. Опишите методику калибровки датчика влажности в канале сушки.

Билет № 6

1. Дайте определение понятию «энергоэффективность» в контексте биотехнологических процессов.
2. Проведите расчет потребления электроэнергии при работе трех перемешивающих устройств по 1,5 кВт, 8 ч в сутки, 300 дн/год.
3. Опишите алгоритм адаптивного управления скоростью перемешивания в зависимости от вязкости среды.

Билет № 7

1. Назовите основные виды биореакторов и их области применения в пищевой биотехнологии.
2. Выберите и обоснуйте тип биореактора для производства йогурта с суточной производительностью 10 т, указав ключевые параметры (объем, материал, перемешивание).
3. Продемонстрируйте последовательность моделирования процесса ферментации в MATLAB/Simulink.

Билет № 8

1. Перечислите биологические и инженерные причины падения производительности ферментации.
2. Рассчитайте коэффициент массовой передачи кислорода $k_L a$ для аэрируемого биореактора: скорость подачи воздуха 5 л/мин, объем 100 л, температура 30 °С.
3. Опишите настройку тревожных сигналов (alarms) в SCADA-системе при снижении pO_2 ниже 20 %.

Билет № 9

1. Охарактеризуйте роль базы данных в истории технологических параметров производства.
2. Спроектируйте структуру таблицы для хранения показателей pH, температур и расхода воздуха в биореакторе (включите поля, типы данных и ключи).
3. Опишите процедуру резервного копирования и восстановления базы данных технологических параметров.

Билет № 10

1. Назовите основные методы микробиологического контроля сырья.
2. Рассчитайте минимальное время выдержки в термостате при 72 °С для пастеризации молока объемом 100 л, если необходимо убить 10^5 КОЕ/мл.
3. Опишите настройку программы контроля качества в специализированном ПО (например, LabVIEW).

Билет № 11

1. Что такое «стабилизация» в биотехнологических процессах и зачем она нужна?
2. Составьте технологическую схему стабилизации сывороточного концентрата с помощью спрей-сушки: входное содержание сухих веществ 25 %, производительность 500 кг/ч.
3. Опишите алгоритм контроля температуры продукта по выходу из сушилки с помощью ПЛК.

Билет № 12

1. Перечислите требования к оборудованию для работы с агрессивными средами в пищевой биотехнологии.
2. Подберите материалы конструкций для теплообменника, контактирующего с молочной сывороткой при 80 °С.
3. Опишите процедуру инспекции и верификации сварных швов на ферментере.

Билет № 13

1. Охарактеризуйте принципы работы и применение датчиков pH в биореакторах.
2. Выполните расчёт калибровочной кривой датчика pH: измеренные значения 4.0, 7.0, 9.0; показания электродов 150 mV, 0 mV, -60 mV.
3. Опишите алгоритм автоматической коррекции pH в SCADA-системе через ввод щёлочи.

Билет № 14

1. Что такое PLC и какова его роль в АСУ пищевых производств?
2. Спроектируйте логику простого ПЛК-программы для управления насосом подачи культуры: включение при уровне ниже 30 % и выключение при 70 %.

3. Опишите процедуру отладки ПЛК-программы с использованием эмулятора.

Билет № 15

1. Перечислите виды контроля температуры на стадиях ферментации и очистки.

2. Рассчитайте тепловой баланс реакционной емкости: мощность нагревателя 5 кВт, теплоотдача через изоляцию 1 кВт, объем среды 200 л.

3. Опишите настройку тренда температуры в PLC/SCADA для оценки динамики прогрева.

Билет № 16

1. Опишите методы контроля органолептических показателей готовой продукции.

2. Разработайте план отбора проб для сенсорного анализа сыра: 5 параметров оценки, 12 панелей, двукратное повторение.

3. Опишите внедрение результатов органолептического контроля в систему управления качеством.

Билет № 17

1. Что такое автоматическое регулирование технологического процесса?

2. Выполните расчет коэффициентов PID-регулятора: задающая величина температуры 37 °С, текущая 34 °С, $\Delta t = 10$ с, $K_p = 2.0$, $K_i = 0.5$.

3. Опишите методику валидации настроек регулятора на реальном оборудовании.

Билет № 18

1. Перечислите основные параметры энергоэффективности оборудования.

2. Проведите расчет удельного энергопотребления для центрифуги 3 кВт, работающей 2000 ч/год при загрузке 80 %.

3. Опишите процесс оптимизации режима работы оборудования для снижения энергозатрат.

Билет № 19

1. Дайте определение понятию «микробиологический контроль процесса».

2. Рассчитайте скорость роста микробной культуры: начальная концентрация 1×10^6 КОЕ/мл, конечная 8×10^6 КОЕ/мл за 6 ч.

3. Опишите использование специализированного ПО для обработки микробиологических данных.

Билет № 20

1. Что включает в себя понятие «аппаратурная схема» технологического процесса?

2. Нарисуйте упрощенную аппаратурную схему ферментационной линии с биореактором ($V = 1000$ л), теплообменником и сепаратором.

3. Объясните, как выполнить проверку схемы на соответствие требованиям безопасности (HAZOP-анализ).

Билет № 21

1. Назовите основные программные среды для моделирования биотехнологических процессов.

2. Сравните возможности MATLAB/Simulink и Aspen Plus при моделировании стадии очистки, приведя два преимущества и два ограничения каждого.

3. Опишите практику использования пакета Plant Simulation для оценки пропускной способности линии.

Билет № 22

1. Охарактеризуйте работу системы сбора и архивирования производственных данных (Historian).

2. Спроектируйте структуру базы Historian: интервалы записи 1 с, ключевые теги – температура, pH, расход воздуха.

3. Опишите процесс восстановления данных после сбоя системы.

Билет № 23

1. Что понимается под «линейной скоростью потока» в мембранных установках?

2. Рассчитайте линейную скорость в трубопроводе диаметром 50 мм при расходе $5 \text{ м}^3/\text{ч}$.

3. Опишите методику измерения расхода в мембранном модуле.

Билет № 24

1. Перечислите показатели, характеризующие качество воды для технологических нужд.

2. Рассчитайте потребность в деминерализованной воде для очистки установки: 5 промывок по 200 л каждая.

3. Опишите построение автоматической системы дозирования реагентов при подготовке воды.

Билет № 25

1. Дайте определение «сепарации клеток» и перечислите методы.

2. Выполните расчет производительности дискового центрифуги: 2 бар перепада давления, поток 3 м³/ч.

3. Опишите процедуру настройки параметров центрифуги в SCADA-системе.

Билет № 26

1. Что такое «лиофилизация» и в каких случаях она применяется?

2. Составьте расчёт вакуума для лиофилизатора: температура конденсации пара –50 °С, требуемая скорость сублимации 0,08 кг/(м²·ч), площадь 1,5 м².

3. Опишите последовательность контроля и регистрации параметров лиофилизационного процесса.

Билет № 27

1. Назовите требования к программному обеспечению для управления энергоэффективностью.

2. Разработайте простой алгоритм подсчёта удельного энергопотребления на стадии перемешивания с учётом загрузки и частоты вращения.

3. Опишите внедрение и тестирование данного алгоритма в MATLAB.

Билет № 28

1. Перечислите основные стандарты и нормативы безопасности для оборудования пищевой биотехнологии.

2. Проведите оценку соответствия резервного питания ферментера требованиям (необходимо обеспечить 2 ч автономной работы при нагрузке 10 кВт).

3. Опишите процедуру периодической верификации системы аварийного отключения.

Билет № 29

1. Что понимается под «динамикой процесса» и почему её важно контролировать?

2. Выполните расчет времени установления режима для температуры: $\Delta T = 15$ °С, τ (время запаздывания) = 5 мин, постоянная времени системы = 10 мин.

3. Опишите методику построения и анализа переходных процессов в специализированном ПО.

Билет № 30

1. Перечислите основные принципы многоуровневой защиты автоматизированных систем управления.

2. Спроектируйте схему разграничения прав доступа в SCADA-системе из трёх ролей: оператор, инженер, администратор.

3. Опишите процедуру аудита событий безопасности и формирования отчётов.

Перечень тем письменных (реферативных) работ по дисциплине «Оборудование и автоматизация биотехнологических процессов». Каждая тема ориентирована на углублённое изучение ключевых аспектов курса.

1. Современные SCADA-системы в пищевой биотехнологии

Обзор архитектуры, функциональных возможностей и примеров внедрения SCADA-решений для управления ферментацией и очисткой.

2. Разработка и оптимизация технологических схем ферментации

Методики проектирования, выбор оборудования и адаптация схем под требования энерго- и ресурсосбережения.

3. Использование мембранных процессов для очистки биотехнологических продуктов

Сравнительный анализ ультрафильтрации, нанофильтрации и обратного осмоса в пищевой отрасли.

4. Энергоэффективность биотехнологического оборудования

Критерии оценки и методы повышения КПД при работе перемешивающих устройств, теплообменников и сушилок.

5. Автоматическое регулирование параметров биопроцессов с помощью PID-регуляторов

Принципы настройки, алгоритмы тьюнинга и примеры реализации в SCADA- и PLC-средах.

6. Применение PLC для управления технологическим оборудованием в пищевой биотехнологии

Особенности программирования логики, отладка на эмуляторе и интеграция с базами данных.

7. Системы сбора и анализа технологических данных (Historian)

Архитектура, структура тегов и практика восстановления данных после сбоев.

8. Контроль качества пищевых продуктов: физико-химические и микробиологические подходы

Методы измерения pH, температуры, микро- и макронутриентов, а также оценка органолептики.

9. Программные средства моделирования биотехнологических процессов: MATLAB/Simulink vs. Aspen Plus

Сравнительный анализ возможностей, преимуществ и ограничений для стадий ферментации и очистки.

10. Оптимизация процессов лиофилизации и сушки: математическое моделирование и ПО

Обзор пакетов для расчёта режимов сублимации и тепломассообмена.

11. Критерии оценки эффективности биотехнологических процессов

Показатели выходности, производительности, экологической и экономической эффективности.

12. Нормативно-правовые требования и стандарты безопасности оборудования пищевой биотехнологии

Государственные и международные регламенты, процедуры верификации и аттестации

Вопросы для устного опроса:

Фундаментальные понятия автоматизации и ферментация

1. Дайте определение автоматизации биотехнологического процесса и перечислите её ключевые задачи.

2. Какие уровни автоматизации (полевой, программно-логический, информационный) выделяют в биотехнологии?

3. Что такое обратная связь и какие виды обратных связей применяют при управлении ферментацией?

4. Охарактеризуйте основные параметры процесса ферментации, подлежащие автоматическому контролю.

5. Какую роль играют датчики pH и растворённого кислорода в автоматизированных ферментационных установках?

6. В чём состоит отличие между непрерывным и пакетным режимами ферментации с точки зрения автоматизации?

7. Перечислите преимущества применения программируемых логических контроллеров (ПЛК) в ферментационных реакторах.

8. Какие алгоритмы регулирования (П, ПИ, ПИД) применимы для стабилизации температуры в ферментореакторе и почему?

9. Опишите принцип работы системы человек–машина (HMI) в контуре управления ферментацией.

10. Какие архитектурные схемы автоматизации (каскадная, ступенчатая, децентрализованная) применимы к ферментационным процессам и в каких случаях?

11. Как автоматизация способствует повышению воспроизводимости и масштабируемости ферментационных процессов?

12. Что понимается под «автоматизированной системой мониторинга» (SCADA) и какие функции она выполняет в биореакторе?

13. Опишите влияние автоматизированного регулирования скорости перемешивания на кинетику ферментации.

14. Какие риски связаны с чрезмерной степенью автоматизации в ферментации и как их минимизировать?

15. Приведите пример успешного внедрения комплексной автоматизации на ферментационном производстве (описательно).

Очистка, стабилизация и системы автоматизации

1. Какие основные операции включает этап очистки биотехнологического продукта после ферментации?
2. Как автоматизированные системы улучшают эффективность мембранной фильтрации?
3. Опишите принцип работы автоматизированного блока хроматографии для очистки белков.
4. В чём заключается задача стабилизации продукта, и какие параметры при этом контролируются?
5. Какие виды датчиков применяют для контроля проводимости и pH при очистке?
6. Как системы автоматизации обеспечивают предотвращение контаминации во время очистки?
7. Перечислите алгоритмы управления скоростью подачи элюента в колонну хроматографии.
8. Как автоматизация регулирует температуру и давление при ультрафильтрации?
9. Опишите роль ПЛК в управлении секвенцией вспомогательного оборудования (насосы, клапаны).
10. Какие требования предъявляются к системе автоматизации при работе с коррозионно-активными средами?
11. Как реализуется автоматический контроль заданного состава буферов для стабилизации продукта?
12. В чём преимущество использования модульной автоматизированной архитектуры при очистке?
13. Опишите возможные аварийные сценарии при очистке и стабилизации и способы их автоматического обнаружения.
14. Каковы принципы интеграции систем очистки и стабилизации в единую SCADA-среду?
15. Приведите пример настройки автоматизированного этапа глубокой очистки (диализ, экстракция) на пищевом производстве.

Контроль качества и оптимизация процессов

1. Какие критические контрольные точки (CCP) выделяют при биотехнологическом производстве пищевых продуктов?
2. Как автоматизация помогает в сборе и анализе данных для показателей качества (влажность, титры, чистота)?
3. Опишите применение онлайн-анализаторов (например, NIR-спектрометрии) для контроля качества.
4. В чём состоит суть метода статистического управления процессом (SPC) в биотехнологии?
5. Как автоматизированные системы сигнализации (alarms) используются для предотвращения отклонений по качеству?
6. Перечислите основные KPI, применимые для оценки эффективности ферментационных и очистных процессов.
7. Какие методы оптимизации режимов ферментации (DoE, моделирование) интегрируют в системы автоматизации?
8. Опишите алгоритм адаптивного управления (интеллектуальная оптимизация) для повышения выхода продукта.
9. Как система автоматизированной отчётности (MES) поддерживает требования GMP при производстве пищевых добавок?
10. В чём преимущества использования цифровых двойников для оптимизации биотехнологических процессов?
11. Как реализуется автоматизированное тестирование образцов на микробиологическую чистоту?
12. Опишите подход к регулярной валидации и калибровки автоматизированного оборудования для контроля качества.

13. Какие данные собирает и анализирует система LIMS, и как они влияют на оптимизацию процессов?

14. Как анализ больших данных (big data) и машинное обучение могут быть интегрированы в автоматизацию для оптимизации?

15. Приведите пример повышения выхода продукта за счёт внедрения автоматизированного контроля и оптимизации процесса.

Контрольная точка 1

Тематический блок 1 (модули 1–2): «Автоматизация и ферментационные процессы»

Форма: коллоквиум (устная + письменная часть)

Время: 90 мин

1. Краткий ответ (5 мин)

Перечислите три уровня управления автоматизированной системы (АСУ) и назовите задачи каждого уровня.

2. Письменная задача (20 мин)

Рассчитайте объём однократного цикла дискретного биореактора, если за 24 ч необходимо получить 500 кг продукта при массовой концентрации биомассы 4 г/л; средний выход продукта на единицу биомассы – 0,8 г/г.

3. Проектировочная задача (20 мин)

Составьте упрощённую структурную схему SCADA-системы для контроля температурного и липидного параметров в процессе ферментации. Укажите, какие датчики и исполнительные механизмы вы подключаете на каждом уровне АСУ.

4. Демонстрация навыков работы в ПО (30 мин)

На компьютере продемонстрируйте последовательность создания простого тренда (графика) изменения pH в среде InTouch или аналогичной SCADA-системе: настройка тега, интервалы опроса, построение тренда, сохранение отчёта.

Контрольная точка 2

Тематический блок 2 (модули 3–4): «Очистка, стабилизация и системы автоматизации»

Форма: коллоквиум (устная + письменная часть)

Время: 90 мин

1. Краткий ответ (5 мин)

Назовите основные отличия ультрафильтрации от нанофильтрации по размеру пор и рабочему давлению.

2. Письменная задача (20 мин)

Рассчитайте производительность мембранной установки для очистки сыворотки, если через модуль с эффективной площадью 8 м² при давлении на входе 3,0 бар проходит 12 м³/ч, а выходное давление 0,6 бар. Оцените поток проницаемого объёма (л/м²·ч).

3. Проектировочная задача (20 мин)

Схематично спроектируйте блочную технологическую линию очистки и стабилизации плодово-ягодного экстракта, включив: мембранную фильтрацию, сорбцию на активированном угле и сушку распылением. Укажите параметры расхода сырья и основные технологические показатели (давление, температура, влажность).

4. Демонстрация навыков работы в ПО (30 мин)

На ПК покажите создание и тестирование структуры SQL-базы для хранения технологических параметров АСУ (таблица «Filtration», поля: Timestamp, Pressure_in (бар), Flux (л/м²·ч), Temperature (°C)). Выполните три простейших SELECT-запроса.

Контрольная точка 3

Тематический блок 3 (модули 5–6): «Контроль качества и оптимизация процессов»

Форма: коллоквиум (устная + письменная часть)

Время: 90 мин

1. Краткий ответ (5 мин)

Перечислите четыре основных метода физико-химического контроля качества готового продукта и назовите для каждого ключевой прибор.

2. Письменная задача (20 мин)

Рассчитайте энергоёмкость процесса лиофилизации для камеры объёмом 60 л: начальная влажность 65 %, конечная 5 %, площадь сублимации 2,4 м², удельная скорость сублимации 0,09 кг/(м²·ч), теплоподача 150 Вт/м².

3. Проектировочная задача (20 мин)

Опишите адаптивный алгоритм регулирования подачи холодной воды в теплообменник по изменению температуры выходящего продукта: какие параметры вы мониторите, как рассчитываете уставку, как реализуете коррекцию.

4. Демонстрация навыков работы в ПО (30 мин)

В среде MATLAB/Simulink создайте простую модель ПИД-регулятора по температуре: дайте исходные параметры ($K_p=1.5$, $K_i=0.4$, $K_d=0.1$), продемонстрируйте реакцию системы на ступенчатое изменение уставки.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

основная

Л1.1 Смирнов Ю. А. Технические средства автоматизации и управления [Электронный ресурс]:учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат, Магистратура. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 456 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/174286>

Л1.2 Сажин С. Г. Средства автоматического контроля технологических параметров [Электронный ресурс]:учебник; ВО - Бакалавриат, Аспирантура. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 368 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/211670>

дополнительная

Л2.1 Бородин И. Ф., Судник Ю. А. Автоматизация технологических процессов:учебник для студентов вузов по специальности 311400 "Электрификация и автоматизация с.-х. пр-ва". - М.: КолосС, 2007. - 344 с.

Л2.2 Атанов И. В., Грицай Д. И., Капустин И. В., Кулаев Е. В. Цифровые технологии, автоматизированные системы и роботы в животноводстве:[учеб. пособие]. - Ставрополь: АГРУС, 2020. - 7,63 МБ

Л2.3 Шлыков С. Н., Омаров Р. С. Инновации в проектировании пищевых предприятий:учеб. пособие. - Ставрополь, 2024. - 1,52 МБ

б) Методические материалы, разработанные преподавателями кафедры по дисциплине, в соответствии с профилем ОП.

Л3.1 Деведеркин И. В. Учебное пособие для выполнения лабораторных работ по дисциплине "Автоматизированные системы управления в АПК":для студентов очной формы обучения направления подготовки 35.03.06 - Агроинженерия, профиль - Электрооборудование и электротехнологии в сел. хоз-ве. - Ставрополь, 2020. - 1,81 МБ

Л3.2 Алексеев Г. В., Бриденко И. И., Кравцова Е. В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Процессы и аппараты пищевых систем» [Электронный ресурс]:учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат, Магистратура. - Санкт-Петербург: Лань, 2025. - 296 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/464291>

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

№	Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
1	Coursera: каталог курсов по биотехнологии и автоматизации технологических процессов (ферментация, СКАДА-системы)	https://www.coursera.org/courses?query=biotechnology&utm_source=chatgpt.com
2	edX: курсы по биотехнологии продуктов питания и смежным инженерным дисциплинам, включая программирование ПЛК и SCADA	https://www.edx.org/learn/biotechnology?utm_source=chatgpt.com

3	MIT OpenCourseWare: свободный доступ к материалам курса «Bioprocess Engineering» и сопутствующим лекциям по моделированию и контролю процессов	https://ocw.mit.edu/?utm_source=chatgpt.com
4	NPTEL (Индия): курс «Introduction To Process Modeling In The Membrane Separation Technology» для глубокого изучения мембранных методов очистки	https://onlinecourses.nptel.ac.in/noc22_ch08/preview?utm_source=chatgpt.com
5	Fermenters Club Academy: серия само-пасед курсов по теории и практике ферментации, включая работу с биореакторами	https://fermentersclub.com/self-paced-classes/?utm_source=chatgpt.com
6	International ASET: интенсивный курс «Membrane Separation Technology» — теория, проекты, моделирование ультрафильтрации и обратного осмоса	https://international-aset.com/MST/home.html?utm_source=chatgpt.com
7	Udemy: «Step-by-Step Learn Wonderware InTouch SCADA» — практический тренинг по созданию SCADA-проекта для пищевых производств	https://www.udemy.com/course/step-by-step-learn-wonderware-intouch-scada-practically/?srsltid=AfmBOopGwvIDlGmk_BroIGcL0wb5-nc2s9nkrrsWoutyfsjNxZkULyW2&utm_source=chatgpt.com
8	YouTube: серия видео «SCADA System Design on Food Manufacturing Batching» для начального ознакомления с автоматизацией на предприятиях пищевой промышленности	https://www.youtube.com/watch?v=wIh13VGR72I&utm_source=chatgpt.com
9	Вебинар «Simulate Biopharmaceutical Manufacturing for Improved Plant Performance» — моделирование и оптимизация процессов	https://www.mathworks.com/videos/simulate-biopharmaceutical-manufacturing-for-improved-plant-performance-81960.html?utm_source=chatgpt.com

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины «Оборудование и автоматизация биотехнологических процессов».

Краткое содержание

Студентам рекомендуется последовательно изучать теорию на лекциях, закреплять её на практических занятиях и в лабораториях, а самостоятельную работу использовать для глубокого анализа, расчётов и подготовки отчётов. Методические указания охватывают общие положения, цели и задачи, структуру и формы учебной работы, требования к результатам, организацию самостоятельного обучения, критерии оценивания и список основных ресурсов.

1. Общие положения

Изучение дисциплины включает лекции, практические занятия (семинары и лаборатории) и самостоятельную работу. Преподаватель знакомит студентов с программой, формами контроля, критериями оценивания и перечнем обязательной литературы в начале курса. Материалы дисциплины входят в УМК по направлению 19.03.01 «Биотехнология» и соответствуют государственным образовательным стандартам.

2. Цели и задачи освоения

- Цель — сформировать профессиональные знания и умения по выбору оборудования, автоматизации и управлению биотехнологическими процессами в пищевой промышленности.

• Задачи:

1. Освоить принципы работы АСУ, SCADA и PLC-систем.
2. Научиться рассчитывать и подбирать оборудование для ферментации, очистки и стабилизации.
3. Развить навыки контроля качества — физико-химического, микробиологического и органолептического.
4. Владеть методами оптимизации параметров процессов в изменяющихся условиях.

3. Структура и формы учебной работы

- Лекции: изложение теоретических основ, демонстрация примеров; студенты готовят

конспекты и отвечают на вопросы.

- Практические и лабораторные занятия: выполнение расчётов, проектирование схем, работа с ПО; студентам раздаются подробные инструкции и задания к каждому занятию.
- Самостоятельная работа: включает подготовку рефератов, расчётов, проектных заданий и анализ кейсов; оформляется в виде отчётов с выводами и списком литературы.

4. Требования к результатам освоения

Студент должен уметь:

1. Выбирать и настраивать ПО (SCADA, базы данных) для управления процессами.
 2. Разрабатывать технологические схемы и выполнять расчёты ключевых этапов (ферментация, очистка, стабилизация).
 3. Применять методы контроля качества и проводить лабораторные исследования.
 4. Оптимизировать параметры процессов с учётом энергоэффективности и безопасности.
- #### 5. Организация самостоятельной работы
1. Планирование: разделите общий объём — 30 ч — на темы блоков, согласуйте график с преподавателем и контрольными точками.
 2. Подбор источников: используйте учебники, ГОСТы, статьи из Springer/ScienceDirect и электронные ресурсы (Coursera, MIT OCW).
 3. Выполнение заданий: расчёты, проекты и рефераты оформляйте согласно ГОСТ 7.0.5-2008; включайте таблицы, схемы и ссылки на источники.
 4. Самопроверка: сравнивайте результаты с примерами из методических рекомендаций и обсуждайте спорные моменты на консультациях.
- #### 6. Критерии оценивания
- Точность и полнота расчётов и схем — до 40 %.
 - Качество оформления отчёта (структура, ссылки, язык) — до 20 %.
 - Глубина анализа и обоснованность выводов — до 20 %.
 - Навыки работы с ПО (моделирование, базы данных, тренды) — до 20 %.
- #### 7. Рекомендуемые ресурсы
- Учебники и монографии: Антипов С.Т., Журавлёв А.В. «Развитие инженерии техники пищевых технологий»; Остриков А.Н. «Процессы и аппараты пищевых производств».
 - Онлайн-курсы: Coursera (Bioprocess Control), edX (Food Biotechnology), MIT OpenCourseWare «Bioprocess Engineering».
 - ПО и документация: Wonderware InTouch, MATLAB/Simulink, AutoCAD Plant 3D, SCADA/PLC-мануалы и базы данных.
 - Электронные библиотеки: Springer, ScienceDirect, Foodb.ca, NAL USDA for microbiological methods.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства и информационных справочных систем (при необходимости).

11.1 Перечень лицензионного программного обеспечения

1. Kaspersky Endpoint Security 12.11 - Антивирус

11.3 Перечень программного обеспечения отечественного производства

1. Kaspersky Endpoint Security 12.11 - Антивирус

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются следующие информационно справочные системы: СПС «Консультант плюс», СПС «Гарант».

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Номер аудитор ии	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
-------	---	------------------	---

1	Учебная аудитория для проведения занятий всех типов (в т.ч. лекционного, семинарского, практической подготовки обучающихся), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	54	Специализированная мебель: столы – 14 шт., стулья - 28 шт., учебная доска, плазменная ТВ панель - 1 шт., компьютер преподавательский- 1шт, демонстрационные плакаты, макеты, подключение к сети «Интернет», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета, выход в корпоративную сеть университета.
2	Помещение для самостоятельной работы обучающихся, подтверждающее наличие материально-технического обеспечения, с перечнем основного оборудования		
		130	Специализированная мебель на 100 посадочных мест, персональные компьютеры – 56 шт., телевизор – 1шт., принтер – 1шт., цветной принтер – 1шт., копировальный аппарат – 1шт., сканер – 1шт., Wi-Fi оборудование, подключение к сети «Интернет», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета, выход в корпоративную сеть университета.

13. Особенности реализации дисциплины лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

а) для слабовидящих:

- на промежуточной аттестации присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- задания для выполнения, а также инструкция о порядке проведения промежуточной аттестации оформляются увеличенным шрифтом;

- задания для выполнения на промежуточной аттестации зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- студенту для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

в) для глухих и слабослышащих:

- на промежуточной аттестации присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- промежуточная аттестация проводится в письменной форме;

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости поступающим предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- по желанию студента промежуточная аттестация может проводиться в письменной форме;

д) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента промежуточная аттестация проводится в устной форме.

Рабочая программа дисциплины «Оборудование и автоматизация биотехнологических процессов» составлена на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология (приказ Минобрнауки России от 10.08.2021 г. № 736).

Автор (ы)

_____ зав. каф. КТПИПСП, дбн Шлыков Сергей Николаевич

Рецензенты

_____ доц. КТПИПСП, квн Ходусов Александр Анатольевич

_____ доц. КТПИПСП, ксxn Растоваров Евгений Иванович

Рабочая программа дисциплины «Оборудование и автоматизация биотехнологических процессов» рассмотрена на заседании Кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции протокол № 12 от 09.04.2026 г. и признана соответствующей требованиям ФГОС ВО и учебного плана по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология

Заведующий кафедрой _____ Шлыков Сергей Николаевич

Рабочая программа дисциплины «Оборудование и автоматизация биотехнологических процессов» рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Института ветеринарии и биотехнологий протокол № 5 от 14.04.2026 г. и признана соответствующей требованиям ФГОС ВО и учебного плана по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология

Руководитель ОП _____