

**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.19 Промышленное производство биологически активных
веществ**

19.03.01 Биотехнология

Биотехнология продуктов питания

бакалавр

очная

1. Цель дисциплины

Целями освоения дисциплины Промышленное производство биологически активных веществ являются формирование у студентов знаний и практических навыков проектирования ключевых элементов биотехнологических систем — ферментеров, теплообменников и фильтрационных установок — с учётом технологических параметров и нормативных требований. Кроме того, студенты научатся глубоко анализировать и оптимизировать основные стадии производства пищевых биологически активных веществ (ферментацию, сепарацию, сушку) и разрабатывать обоснованные технические решения для их внедрения в промышленное производство.

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-4 Способен проектировать отдельные элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний	ОПК-4.2 Проектирует отдельные элементы технических и технологических систем (ферментеры, теплообменники, системы фильтрации) и ключевые стадии биотехнологического производства пищевых продуктов (ферментация, сепарация, сушка) с учётом нормативных требований	знает базовые принципы устройства и расчёта ферментеров, теплообменников и фильтрационных систем, а также технологические и нормативные требования к стадиям ферментации, сепарации и сушки пищевых биологически активных веществ. умеет рассчитывать и проектировать ключевые элементы биотехнологических систем (ферментеры, теплообменники, фильтрационные модули) и оптимизировать основные стадии производства пищевых БАВ (ферментацию, сепарацию, сушку) в соответствии с действующими нормативами. владеет навыками навыками расчёта и проектирования ферментеров, теплообменников и систем фильтрации, а также разработки и оптимизации стадий ферментации, сепарации и сушки с учётом действующих нормативных требований.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Промышленное производство биологически активных веществ» является дисциплиной обязательной части программы.

Изучение дисциплины осуществляется в семестре(-ах).

Для освоения дисциплины «Промышленное производство биологически активных веществ» студенты используют знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин:

Оборудование и автоматизация биотехнологических процессов

Основы проектирования предприятий биотехнологической промышленности

Пищевые добавки в биотехнологическом производстве

Освоение дисциплины «Промышленное производство биологически активных веществ» является необходимой основой для последующего изучения следующих дисциплин:

Преддипломная практика

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Биоинжиниринг живых систем

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 «Промышленное производство биологически активных веществ» 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			
6	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
6	144/4						0.25

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием ответственного 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. Основы проектирования биотехнологических систем									
1.1.	Введение в промышленную биотехнологию	6	6	2	4		2	Устный опрос	ОПК-4.2	
1.2.	Проектирование ферментеров	6	8	2	6		4	Устный опрос	ОПК-4.2	
1.3.	Теплообменные аппараты	6	6	2	4		2	Устный опрос	ОПК-4.2	
1.4.	Системы фильтрации и мембраны	6	4	2	2		2	Устный опрос	ОПК-4.2	
1.5.	Контрольная точка	6	2		2			КТ 1	Коллоквиум	ОПК-4.2
2.	2 раздел. Ключевые стадии биотехнологического производства									
2.1.	Ферментация: режимы и масштабирование	6	8	2	6		4	Устный опрос	ОПК-4.2	

2.2.	Сепарация и очистка	6	6	2	4		2		Устный опрос	ОПК-4.2
2.3.	Сушка и стабилизация	6	6	2	4		2		Устный опрос	ОПК-4.2
2.4.	Интеграция downstream-операций	6	4	2	2		2		Устный опрос	ОПК-4.2
2.5.	Контрольная точка	6	2		2			КТ 2	Коллоквиум	ОПК-4.2
3.	3 раздел. Интеграция, экономика и проектная работа									
3.1.	Процессная интеграция и масштаб-ап	6	8	2	6		4		Устный опрос	ОПК-4.2
3.2.	Нормативно-правовое оформление и валидация	6	6	2	4		2		Устный опрос	ОПК-4.2
3.3.	Экономический и экологический анализ	6	6	2	4		2		Устный опрос	ОПК-4.2
3.4.	Проектно-исследовательская работа	6	4	2	2		2		Устный опрос	ОПК-4.2
3.5.	Контрольная точка	6	2		2			КТ 3	Коллоквиум	ОПК-4.2
4.	4 раздел. Экзамен									
4.1.	Экзамен	6								ОПК-4.2
	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
Введение в промышленную биотехнологию	Обзор пищевых БАВ и технологических цепочек	2/-
Проектирование ферментеров	Типы биореакторов, гидродинамика, материальный и тепловой балансы.	2/-
Теплообменные аппараты	Принципы расчета теплообменников, выбор материалов.	2/-
Системы фильтрации и мембраны	Принципы ультрафильтрации, обратного осмоса.	2/-
Ферментация: режимы и масштабирование	Аэробные и анаэробные процессы, стратегии масштабирования.	2/-
Сепарация и очистка	Методы центрифугирования, хроматографии.	2/-
Сушка и стабилизация	Технологии лиофилизации и распылительной сушки.	2/-
Интеграция downstream-	Последовательность стадий, уменьшение	2/-

операций	потеря продукта.	
Процессная интеграция и масштаб-ап	Синергия upstream/downstream, автоматизация процессов.	2/-
Нормативно-правовое оформление и валидация	Подготовка ТЗ, валидация оборудования и процессов.	2/-
Экономический и экологический анализ	Себестоимость, LCA-оценка, устойчивое развитие.	2/-
Проектно-исследовательская работа	Методология проектной работы, требования к отчетности.	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
Введение в промышленную биотехнологию	Анализ примеров пищевых продуктов с БАВ.	Пр	4/-/-
Проектирование ферментеров	Расчет параметров ферментеров, моделирование процессов.	Пр	6/-/-
Теплообменные аппараты	Решение задач по расчету теплообменников.	Пр	4/-/-
Системы фильтрации и мембраны	Практические работы по фильтрации.	Пр	2/-/-
Контрольная точка	Контрольная точка	Пр	2/-/-
Ферментация: режимы и масштабирование	Проведение ферментации в лабораторных условиях.	Пр	6/-/-
Сепарация и очистка	Лабораторные работы по сепарации и очистке.	Пр	4/-/-
Сушка и стабилизация	Проведение сушки образцов, оценка качества.	Пр	4/-/-
Интеграция downstream-операций	Моделирование интегрированных процессов.	Пр	2/-/-
Контрольная точка	Контрольная точка	Пр	2/-/-
Процессная интеграция и масштаб-ап	Разработка интегрированных биотехнологических процессов.	Пр	6/-/-
Нормативно-правовое оформление и валидация	Анализ нормативных документов, подготовка отчетов.	Пр	4/-/-
Экономический и экологический анализ	Расчет экономических показателей, анализ экологических аспектов.	Пр	4/-/-

Проектно-исследовательская работа	Разработка проекта технологической линии.	Пр	2/-/-
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 классификации БАВ и их применения. Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.	2
Подготовка отчетов по расчетам. Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.	4
Изучение дополнительных материалов по теплообмену. Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.	2
Анализ результатов практических работ. Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.	2
Анализ данных ферментации. Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.	4
Подготовка отчетов по лабораторным работам. Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.	2
Анализ эффективности методов сушки. Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.	2

<p>Разработка схем интеграции процессов. Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.</p>	2
<p>Подготовка презентации по интеграции процессов. Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.</p>	4
<p>Изучение дополнительных материалов по валидации. Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.</p>	2
<p>Подготовка отчетов по экономическому анализу. Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.</p>	2
<p>Подготовка и оформление проектной документации. Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.</p>	2

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

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Промышленное производство биологически активных веществ» 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 «Промышленное производство биологически активных веществ».

2. Методические рекомендации для организации самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Промышленное производство биологически активных веществ».

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	Введение в промышленную биотехнологию. Изучение классификации БАВ и их применения. Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.	Л1.1, Л1.2, Л1.3	Л2.1, Л2.2	Л3.1, Л3.2
2	Проектирование ферментеров. Подготовка отчетов по расчетам. Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.	Л1.1, Л1.2, Л1.3	Л2.1, Л2.2	Л3.1, Л3.2
3	Теплообменные аппараты. Изучение дополнительных материалов по теплообмену. Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.	Л1.1, Л1.2, Л1.3	Л2.1, Л2.2	Л3.1, Л3.2
4	Системы фильтрации и мембраны. Анализ результатов практических работ. Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.	Л1.1, Л1.2, Л1.3	Л2.1, Л2.2	Л3.1, Л3.2
5	Ферментация: режимы и масштабирование. Анализ данных ферментации. Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.	Л1.1, Л1.2, Л1.3	Л2.1, Л2.2	Л3.1, Л3.2
6	Сепарация и очистка. Подготовка отчетов по лабораторным работам. Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.	Л1.1, Л1.2, Л1.3	Л2.1, Л2.2	Л3.1, Л3.2
7	Сушка и стабилизация. Анализ эффективности методов сушки. Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.	Л1.1, Л1.2, Л1.3	Л2.1, Л2.2	Л3.1, Л3.2

8	Интеграция downstream-операций. Разработка схем интеграции процессов. Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.	Л1.1, Л1.2, Л1.3	Л2.1, Л2.2	Л3.1, Л3.2
9	Процессная интеграция и масштаб-ап. Подготовка презентации по интеграции процессов. Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.	Л1.1, Л1.2, Л1.3	Л2.1, Л2.2	Л3.1, Л3.2
10	Нормативно-правовое оформление и валидация. Изучение дополнительных материалов по валидации. Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.	Л1.1, Л1.2, Л1.3	Л2.1, Л2.2	Л3.1, Л3.2
11	Экономический и экологический анализ. Подготовка отчетов по экономическому анализу. Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.	Л1.1, Л1.2, Л1.3	Л2.1, Л2.2	Л3.1, Л3.2
12	Проектно-исследовательская работа. Подготовка и оформление проектной документации. Подготовка к контрольной точке. Подготовка к зачету.	Л1.1, Л1.2, Л1.3	Л2.1, Л2.2	Л3.1, Л3.2

7. Фонд оценочных средств (оценочных материалов) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Промышленное производство биологически активных веществ»

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 «Промышленное производство биологически активных веществ» 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 «Промышленное производство биологически активных веществ» 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

теоретиче-ских 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
6 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
6 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 «Промышленное производство биологически активных веществ»

Экзаменационные вопросы

Билет 1

1. Охарактеризуйте основные типы биореакторов, используемых в пищевой биотехнологии.

2. Опишите процедуру расчёта материального баланса для стационарного режима ферментации.

3. Рассчитайте необходимую поверхность теплопередачи кожухотрубного теплообменника для пастеризации 500 л 10%-ного раствора БАВ при подаче на вход с 25 °С до 72 °С за 5 мин (удельная теплоёмкость раствора 3,8 kJ/kg·K, теплопередача 800 W/m²·K, плотность 1 kg/l).

Билет 2

1. Назовите три ключевые стадии downstream-обработки пищевых БАВ и их назначение.

2. Опишите метод ультрафильтрации для концентрирования биопродукта из жидкой фазы.

3. Спроектируйте схему центрифугирования: рассчитайте время разделения для 100 л суспензии с плотностью клеток 1,05 g/cm³ на роторе радиуса 0,15 м при 3000 об/мин (коэффициент сепарации 1200).

Билет 3

1. Перечислите основные нормативы GMP и ISO, применимые к производству БАВ.

2. Опишите процедуру верификации и валидации нового мембранного модуля в линии очистки.

3. Для лиофилизатора с камерой объёмом 2 м³ рассчитайте время сушки 20 кг продукта (начальная влажность 70 %, целевая влажность 2 %) при тепловой нагрузке 1,2 kW и теплопотерях 0,2 kW.

Билет 4

1. Дайте определение «ферментативной активности» и единицы её измерения.

2. Опишите эксперимент по определению оптимальной pH среды для культивирования гриба *Aspergillus oryzae*.

3. Проведите расчёт оптимальной скорости аэрации (vvm) для 200 л культуры дрожжей (кислородная потребность 30 mmol O₂/h·l) при насыщении воздуха 8 mmol O₂/l.

Билет 5

1. Что такое LCA (Life Cycle Assessment) и как оно применяется в биотехнологии?

2. Опишите порядок проведения оценки экономической эффективности линии экстракции БАВ.

3. Рассчитайте чистую приведённую стоимость (NPV) проекта производства БАВ: инвестиции 1,5 млн €, срок 5 лет, ставка дисконтирования 8 %, ежегодный денежный поток 400 000 €.

Билет 6

1. Назовите основные параметры стационарной и полунепрерывной ферментации.

2. Опишите методику контроля биомассы по оптической плотности при 600 нм.
3. Спланируйте эксперимент batch-ферментации 100 л *Lactobacillus plantarum*: задайте объём инокулята (5 %), температуру 37 °С, время — до достижения $OD_{600} = 5$.

Билет 7

1. Что такое коэффициент передачи кислорода k_{La} и от чего он зависит?
2. Опишите способ определения k_{La} методом динамического насыщения.
3. Рассчитайте k_{La} , если время установления концентрации DO от 0 до 80 % составляет 120 с, при объёме 50 л.

Билет 8

1. Перечислите основные методы детоксикации побочных продуктов ферментации.
2. Опишите схему экстракции БАВ органическим растворителем.
3. Для сепарации 200 л суспензии рассчитайте объём экстракта при коэффициенте распределения 1,8 и соотношении фаз 1:1.

Билет 9

1. Дайте определение «критические контрольные точки» (НАССР) и их роль.
2. Опишите разработку НАССР-плана для линии производства БАВ.
3. Составьте таблицу ССР для трёх стадий: ферментация, центрифугирование, сушка.

Билет 10

1. Что такое мембранный флюкс и как он влияет на производительность?
2. Опишите методику промывки мембран при обратном осмосе.
3. Рассчитайте ожидаемый флюкс ($l/m^2 \cdot h$) для UF-модуля площадью $0,5 m^2$ при давлении 2,5 bar и вязкости среды $1,2 mPa \cdot s$.

Билет 11

1. Перечислите типы расположения теплообменников в технологической схеме.
2. Опишите метод расчёта теплового баланса многосекционной сушилки.
3. Рассчитайте энергию, необходимую для распылительной сушки 50 л 10 % раствора БАВ (энтальпия испарения воды $2256 kJ/kg$).

Билет 12

1. Что такое стехиометрия процесса и зачем она нужна в биотехнологии?
2. Опишите расчёт поглощения субстрата по уровню углекислого газа в off-gas.
3. Для реакции $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_2H_5OH + 2 CO_2$ рассчитайте потребление глюкозы для выхода 80 кг этанола.

Билет 13

1. Дайте определение «функциональный ингредиент» и его роль в пищевых БАВ.
2. Опишите процедуру стандартизации концентрата БАВ по активности.
3. Рассчитайте объём раствора-концентрата для дозы 500 mg активного вещества при концентрации 2 g/l.

Билет 14

1. Что такое гидродинамика реактора и какие потери вследствие неё учитываются?
2. Опишите эксперимент по оценке турбулентности в ферментере методом питчера.
3. Рассчитайте Reynolds число для потока среды в трубе диаметром 0,05 м при скорости 1 m/s (вязкость $1 mPa \cdot s$, плотность $1000 kg/m^3$).

Билет 15

1. Назовите основные виды сушки БАВ и их преимущества.
2. Опишите методику контроля остаточной влажности после сушки.
3. Рассчитайте время сушки на распылительной сушилке для 30 л суспензии с расходом воздуха $300 m^3/h$.

Билет 16

1. Что понимается под «контролем качества» в производстве БАВ?
2. Опишите процедуру отбора проб для контроля микробиологической чистоты.
3. Спроектируйте план отбора проб (10 проб по 100 мл) из разных точек линии: ферментер, выход центрифуги, приёмная ёмкость сушилки.

Билет 17

1. Определите термин «асептическая обработка» и её значение.
2. Опишите тепловую стерилизацию реактора: расчёт времени и температуры.
3. Для реактора 200 л рассчитайте время стерилизации при $121 \text{ }^\circ\text{C}$ ($z\text{-value} = 10 \text{ }^\circ\text{C}$, D_{121}

= 2 min).

Билет 18

1. Что такое стабильность БАВ и какие факторы её определяют?
2. Опишите эксперимент по оценке срока годности лиофилизата.
3. Для образцов при хранении 6 мес при 4 °С и 25 °С рассчитайте скорость деградации, если активность упала с 100 % до 85 % и до 70 % соответственно.

Билет 19

1. Дайте определение «масштаб-ап» и его основные принципы.
2. Опишите методику перехода от лабораторного к пилотному объёму.
3. Рассчитайте фактор масштабирования для объёма 2 л → 200 л по площади поверхности (геометрическое подобие).

Билет 20

1. Что понимается под «энергетической эффективностью» технологических установок?
2. Опишите подход к снижению энергозатрат при сушке БАВ.
3. Рассчитайте снижение энергопотребления, если теплоутилизация возвращает 60 % тепла в систему (начальное потребление 1000 kW).

Билет 21

1. Перечислите современные методы анализа БАВ в продуктах питания.
2. Опишите протокол HPLC-анализа концентрации БАВ.
3. Для колонки 4,6×150 mm, мобильная фаза 60:40 ацонитрил–вода, рассчитайте объём пробы для обнаружения 10 ppm при чувствительности 0,5 mAU.

Билет 22

1. Что такое «санитарный дизайн» оборудования и его ключевые требования?
2. Опишите процедуру SIP-мойки (clean-in-place) ферментера.
3. Спроектируйте цикл SIP для ферментера 100 л: 3 % NaOH — 20 min при 60 °С, промывка, 1 % H₃PO₄ — 15 min.

Билет 23

1. Дайте определение «асептической упаковки» и её особенности.
2. Опишите технологию асептической розлива БАВ в пластиковую тару.
3. Рассчитайте производительность линии 1000 бутылок/час при дозировке 50 ml/бутылку.

Билет 24

1. Что такое «биоразработки» и их значение в индустрии БАВ?
2. Опишите этапы отбора штаммов-продуцентов БАВ.
3. Спланируйте скрининг-эксперимент: 96 лунок, инокулят 5 µl, чтение OD после 24 ч.

Билет 25

1. Перечислите источники побочных продуктов ферментации и пути их утилизации.
2. Опишите схему комплементарной утилизации CO₂ из off-gas.
3. Рассчитайте объём биореактора для одновременной утилизации 10 mol CO₂/h при плотности культуры 1,2 kg/m³.

Билет 26

1. Дайте определение «технологической устойчивости» биопроцесса.
2. Опишите метод мониторинга параметров процесса в реальном времени.
3. Спроектируйте систему SCADA для линии ферментации с 5 параметрами: pH, T, DO, расход воздуха, скорость мешалки.

Билет 27

1. Что такое «анализ рисков» (FMEA) в биотехнологических процессах?
2. Опишите построение FMEA для стадии фильтрации.
3. Выполните FMEA-таблицу для трёх основных отказов UF-модуля: засорение, протечка, кавитация.

Билет 28

1. Определите термин «биосигнатура» и её применение.
2. Опишите методику детектирования биосигнатур в off-gas.
3. Рассчитайте концентрацию метана при выходе 50 ppm при расходе газа 100 l/min.

Билет 29

1. Что такое «цикл жизни продукта» (PLC) в контексте БАВ?

2. Опишите этапы PLC для пищевого БАВ от разработки до утилизации.
3. Постройте график распределения затрат по этапам PLC, если общие затраты 1 млн €, распределение: R&D – 30 %, производство – 50 %, маркетинг – 20 %.

Билет 30

1. Перечислите современные тренды цифровизации в пищевой биотехнологии.
2. Опишите применение машинного обучения для оптимизации режима ферментации.
3. Спроектируйте простую модель регрессии: независимые переменные pH, T, DO; зависимая — выход БАВ; данные — 50 образцов.

1. Проектирование ферментеров и биореакторов

Изучить современные подходы к гидродинамическому и тепловому моделированию ферментеров, их материалы и гигиенический дизайн в пищевой промышленности , .

2. Инновационные теплообменные аппараты в биопроцессах

Проанализировать типы и схемы теплообменников, используемые для пастеризации и регенерации энергии в пищевой биотехнологии .

3. Мембранные технологии очистки: ультрафильтрация и обратный осмос

Раскрыть принципы работы, конфигурации модулей и методы борьбы с загрязнением мембран при производстве БАВ .

4. Стратегии масштабирования upstream-операций

Описать методики перехода от лабораторных реакторов к пилотным и промышленным установкам с учётом геометрического и кинетического подобия .

5. Downstream-обработка: центрифугирование и хроматография

Исследовать отдельно процессы центрифугирования и хроматографии, их сочетание в линии очистки БАВ и влияние на выход и чистоту продукта .

6. Сушка биопродуктов: лиофилизация vs. распылительная сушка

Сравнить технологические и энергетические параметры обоих методов, оценить их влияние на стабильность БАВ .

7. Интеграция upstream- и downstream-операций

Проанализировать схемы интеграции стадий производства с точки зрения минимизации потерь продукта и энерго-/водопотребления .

8. Нормативное и регуляторное обеспечение производства БАВ

Рассмотреть требования GMP, ISO 22000 и HACCP для пищевой биотехнологии, включая примеры документального оформления .

9. Оценка экономической эффективности биопроцессов

Разработать модель расчёта себестоимости и NPV проекта производства БАВ, провести анализ чувствительности основных параметров .

10. Устойчивое развитие и LCA в пищевой биотехнологии

Исследовать применение методологии оценки жизненного цикла (LCA) для снижения экологического следа производства БАВ .

11. Цифровизация и автоматика в производстве БАВ

Описать современные SCADA/PLC-системы и подходы машинного обучения для оптимизации режимов ферментации .

12. Кейс-стади: разбор неудач и успехов промышленных биопроцессов

Провести анализ реальных примеров из литературы (например, провалы серийных запусков) и выработать рекомендации по их предотвращению .

Вопросы устного опроса:

Тема 1: Основы проектирования биотехнологических систем

1. Что понимается под биотехнологической системой?
2. Назовите основные принципы проектирования биотехнологических производств.
3. Какие этапы включает в себя процесс проектирования биотехнологического предприятия?
4. Что такое технико-экономическое обоснование проекта?
5. Какую роль играет выбор сырья при проектировании биотехнологического процесса?
6. В чем отличие проектирования лабораторной установки и промышленной установки?
7. Какие факторы учитываются при выборе местоположения биотехнологического предприятия?

8. Что включает состав проекта биотехнологической установки?
9. Какие нормативные документы регламентируют проектирование биотехнологических объектов в России?
10. Что такое блок-схема производственного процесса и какова её роль?
11. Какие требования предъявляются к санитарной и экологической безопасности при проектировании?
12. Что включает в себя технологическая часть проекта?
13. Что такое масштабирование биотехнологического процесса и зачем оно необходимо?
14. Как определяется потребность в оборудовании на стадии проектирования?
15. Каковы основные ошибки при проектировании биотехнологических систем и как их избежать?

Тема 2: Ключевые стадии биотехнологического производства

1. Какие стадии включает в себя типичный биотехнологический процесс?
2. Что представляет собой стадия подготовки питательной среды?
3. Какие особенности стерилизации в биотехнологическом производстве?
4. Что такое инокуляция и в чём её роль?
5. В чём отличие культивирования в периодической и непрерывной системах?
6. Что такое ферментация и какие бывают типы биореакторов?
7. Как осуществляется контроль параметров во время культивирования?
8. Каковы цели стадии выделения и очистки целевого продукта?
9. Назовите основные методы выделения биологически активных веществ.
10. Что такое стадия сушки и каковы её технологические варианты?
11. Какие параметры важны при стабилизации конечного продукта?
12. В чём особенности упаковки и хранения биотехнологической продукции?
13. Как осуществляется контроль качества на различных стадиях производства?
14. Что входит в понятие «вспомогательные операции» в биотехнологии?
15. Как взаимодействуют между собой стадии биотехнологического производства?

Тема 3: Интеграция, экономика и проектная работа: Промышленное производство биологически активных веществ

1. Что такое биологически активные вещества (БАВ) и как они классифицируются?
2. Какие существуют подходы к получению БАВ в пищевой биотехнологии?
3. Каковы особенности промышленного производства БАВ?
4. Что означает интеграция процессов в биотехнологическом производстве?
5. Как влияет интеграция на себестоимость продукции?
6. Какие основные статьи затрат при производстве БАВ?
7. Какие методы расчета экономической эффективности используются в биотехнологии?
8. Что включает в себя бизнес-план проекта по производству БАВ?
9. Какие факторы влияют на рентабельность биотехнологического производства?
10. Как организуется логистика сырья и продукции на предприятии?
11. Как осуществляется выбор оборудования для производства БАВ?
12. Что такое жизненный цикл биотехнологического продукта?
13. Какие риски характерны для проектов по производству БАВ и как ими управлять?
14. Как оценивается коммерческий потенциал новых БАВ?
15. В чём заключаются особенности проектной деятельности в рамках производства БАВ?

Коллоквиум 1

Темы:

- Введение в промышленную биотехнологию
- Проектирование ферментеров
- Теплообменные аппараты
- Системы фильтрации и мембраны
- Нормативы и стандарты (GMP, ISO, HACCP)

1. Теоретические вопросы
 1. Охарактеризуйте основные режимы работы биореактора (batch, fed-batch, continuous).
 2. Перечислите три ключевых стандарта GMP/ISO, применимых к пищевой биотехнологии, и кратко опишите их назначение.
 3. Объясните, почему выбор материала теплопередающей поверхности теплообменника критичен для безопасности БАВ.
 4. В чём разница между ультрафильтрацией и нанофильтрацией? Приведите пример применения каждой.
2. Практические задачи
 1. Расчёт теплопередачи.
 - о Исходные данные: 200 л 8 %-ного раствора БАВ, нагрев с 20 °С до 65 °С за 4 мин, $c = 3,9 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, $\rho = 1 \text{ kg}/\text{л}$, $U = 750 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.
 - о Задание: рассчитать требуемую площадь поверхности теплообменника.
 2. Материальный баланс в ферментере.
 - о Исходные данные: подача питательной среды 150 л/ч, выход клеточной массы 2 g/l, концентрация субстрата на выходе 1 g/l.
 - о Задание: составить баланс субстрата и биомассы за 1 час работы в стационарном режиме.
3. Короткое исследовательское задание
 - Анализ стандарта. Выберите один из международных стандартов (GMP, ISO 22000 или НАССР), найдите и процитируйте два ключевых пункта, которые должны быть отражены в технологической спецификации линии БАВ. Опишите, как вы бы внедрили эти требования в лабораторный протокол. (до 200 слов)

Коллоквиум 2

Темы:

- Ферментация: режимы и масштабирование
- Сепарация и очистка (центрифугирование, хроматография)
- Сушка и стабилизация (лиофилизация, распылительная сушка)
- Интеграция downstream-операций

1. Теоретические вопросы
 1. Объясните принципы масштабирования ферментации по геометрическому и кинетическому подобию.
 2. Перечислите основные стадии центрифугирования и фактор, определяющий эффективность разделения.
 3. Сравните плюсы и минусы лиофилизации и распылительной сушки для термолабильных БАВ.
 4. Опишите ключевые шаги интеграции upstream и downstream, позволяющие минимизировать потери продукта.
2. Практические задачи
 1. Расчёт $k_{L/a}$.
 - о Данные: объём 100 л, время насыщения DO от 0 до 80 % — 100 с, что соответствует $k_{L/a}$.
 - о Задание: рассчитать $k_{L/a}$ (s^{-1}).
 2. Проектирование линии очистки.
 - о Исходные данные: 150 л суспензии с продуктом, требуемая чистота 95 %, начальная концентрация БАВ 1 g/l.
 - о Задание: предложить последовательность стадий (центрифугирование + хроматография) с указанием объёмов и параметров (скорость ротора, тип носителя). (10 баллов)
3. Короткое исследовательское задание
 - Кейс-стади: найдите в открытой литературе пример неудачного проекта downstream-линии (ферментация → сепарация → сушка). Опишите основные причины сбоев и предложите два способа их предотвращения. (до 250 слов)

Коллоквиум 3

Темы:

- Процессная интеграция и автоматизация
- Нормативно-правовое оформление и валидация
- Экономический и экологический анализ
- Проектно-исследовательская работа

1. Теоретические вопросы

1. Опишите основные функции SCADA-системы в управлении линией БАВ.
2. Перечислите три этапа валидации технологического процесса и их критерии.
3. Что включает в себя LCA-анализ для пищевых биопроцессов?
4. Назовите ключевые показатели эффективности (KPI) для экономической оценки

проекта БАВ.

2. Практические задачи

1. NPV-анализ.

о Инвестиции: 2 млн €, срок эксплуатации 7 лет, ставка дисконтирования 10 %, ожидаемый годовой денежный поток 350 000 €.

- о Задание: рассчитать NPV проекта.

2. Оптимизация энергопотребления.

о Данные: линия сушки потребляет 1 200 kW; установка теплоутилизации возвращает 50 % тепла.

- о Задание: рассчитать новое потребление и определить экономию в kW·h за сутки при 24-часовом режиме.

3. Выступление-защита проекта

- Групповая презентация: подготовьте 5-минутную защиту проектного задания — разработка интегрированной линии БАВ (ферментер + downstream) с учётом нормативов и экономического обоснования. Оценка: полнота решения, обоснованность параметров, качество визуализации.

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 Голубев В. Н., Чичева-Филатова Л. В., Шеленская Т. В. Пищевые и биологически активные добавки: учебник для студентов вузов. - М.: Академия, 2003. - 208 с.

Л1.2 под общ. ред. А. П. Нечаева Технологии пищевых производств: учебник для студентов вузов по специальности: "Машины и аппараты пищевых пр-в", "Пищевая инженерия малых предприятий", направления "Пищевая инженерия". - М.: КолосС, 2005. - 768 с.

Л1.3 Захарычев В. В. Химия биологически активных веществ. Фитогормоны, биостимуляторы и другие регуляторы роста растений [Электронный ресурс]: учебник; ВО - Бакалавриат. - Санкт-Петербург: Лань, 2025. - 412 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/436031>

дополнительная

Л2.1 Магомедов Г. О., Олейникова А. Я., Плотникова И. В., Лобосова Л. А. Функциональные пищевые ингредиенты и добавки в производстве кондитерских изделий [Электронный ресурс]: учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат, Магистратура. - Санкт-Петербург: ГИОРД, 2015. - 440 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=69874

Л2.2 Омаров Р. С., Сычева О. В., Шлыков С. Н. Пищевые добавки [Электронный ресурс]: учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат, Магистратура, Аспирантура. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 64 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/165807>

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

Л3.1 Орлова Т. В., Степовой А. В., Ольховатов Е. А., Варивода А. А. Оборудование перерабатывающих производств [Электронный ресурс]: учебник; ВО - Бакалавриат, Магистратура. - Санкт-Петербург: Лань, 2024. - 284 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/394697>

ЛЗ.2 Бородулин Д. М., Шулбаева М. Т., Сафонова Е. А., Вагайцева Е. А. Процессы и аппараты пищевых производств и биотехнологии [Электронный ресурс]: учеб. пособие для СПО. - Санкт-Петербург: Лань, 2025. - 292 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/437222>

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

№	Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
1	Coursera: Introduction to Industrial Bioprocess Development — обзор стадий биопроцессов, включая ферментацию и downstream-операции; рассчитан на студентов и специалистов с базовой подготовкой в биотехнологии	https://www.coursera.org/learn/industrial-bioprocess-development?utm_source=chatgpt.com
2	edX/DelftX: Industrial Biotechnology — углублённые инженерные расчёты в биопроцессах, ферментация и промышленные процессы; подходит для отработки математических моделей	https://www.edx.org/learn/biotechnology/delft-university-of-technology-industrial-biotechnology?utm_source=chatgpt.com
3	MIT OpenCourseWare: Biochemical Engineering (10.442) — комплексный курс по кинетике микробных систем, массо- и теплообмену, масштабированию и ферментации	https://ocw.mit.edu/courses/10-442-biochemical-engineering-spring-2005/?utm_source=chatgpt.com
4	NPTEL: Industrial Biotechnology — лекции по downstream-операциям (фильтрация, испарение, извлечение), ферментации и кейсам пищевой промышленности	https://archive.nptel.ac.in/courses/102/105/102105058/?utm_source=chatgpt.com

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания помогут студентам третьего курса системно освоить дисциплину «Промышленное производство биологически активных веществ» по профилю «Биотехнология продуктов питания». Они направлены на формирование теоретических знаний, практических навыков и исследовательских умений, необходимых для компетенции ОПК-4.2.

1. Структура и последовательность освоения курса

Курс разделён на три раздела по 48 академических часов, каждый завершается текущей проверкой знаний (коллоквиумом).

В каждом разделе комбинируются лекции (2 ч на тему), практические занятия (2 или 4 ч) и самостоятельная работа (2–6 ч).

Общий объём дисциплины — 144 ч: 24 ч лекций, 54 ч практик, 30 ч самостоятельной работы и 36 ч оценочных мероприятий.

2. Лекционные занятия

Подход: обратное проектирование — от ожидаемых результатов к содержанию и активностям.

Формат: вводная часть, теоретическая составляющая и интерактив (вопросы, мини-кейсы).

Рекомендации студентам: вести конспект в формате «вопрос–ответ», фиксировать 2–3 ключевых вывода после каждой лекции.

3. Практические занятия

Цель: отработка расчётных методов (балансы, теплопередача, KLa и др.) и навыков работы с оборудованием (ферментеры, мембраны, центрифуги, сушилки).

Методика: лабораторные эксперименты в малых группах (3–4 человека) для развития кооперации и взаимного обучения.

Отчётность: после каждого занятия готовится отчёт (1–2 страницы) с анализом данных, выводами и предложениями по оптимизации.

4. Самостоятельная работа

Содержание: чтение профильных статей и глав учебников, анализ нормативных документов, подготовка мини-проектов и кейс-стади.

Формат: задания выдаются после модулей; сроки выполнения — 1–2 недели; результаты оформляются в виде рефератов (2–3 страницы) или презентаций.

Контроль: итоговая оценка самостоятельной работы составляет до 20 % от общего балла.

5. Групповая проектная работа

Состав групп: 4–5 человек с распределением ролей (проектировщик, аналитик, технолог, отчётчик).

Этапы: постановка технического задания → предварительный расчёт → лабораторная отработка → экономическое обоснование → защита проекта.

Критерии оценки: качество технического решения, глубина анализа нормативной базы, экономическая модель, уровень визуализации и презентации.

6. Оценочные материалы и текущий контроль

Коллоквиумы после каждого раздела: содержат теоретические вопросы, расчётные задачи и исследовательское задание.

Итоговая проверка: защита групповых проектов и комплексный тест по всем темам.

Бальная шкала: каждый коллоквиум — до 50 баллов; проект — до 30 баллов; самостоятельная работа и тесты — до 20 баллов.

7. Рекомендации по подготовке и тайм-менеджменту

Планирование: составьте еженедельный график с учётом всех видов занятий и самостоятельной работы.

Рефлексия: после каждой активности фиксируйте 3 «достижения» и 1 «зону для роста» для обсуждения с преподавателем или в группе.

Коммуникация: активно пользуйтесь форумом курса для вопросов, участвуйте в обсуждениях и peer-review работ одногруппников.

8. Безопасность и этика в лаборатории

Всегда используйте СИЗ: халаты, перчатки, защитные очки, при необходимости — респираторы.

Соблюдайте протоколы асептики и утилизации биологических отходов.

Тщательно документируйте все шаги эксперимента и соблюдайте академическую честность.

Следуя этим методическим указаниям, вы сможете эффективно освоить курс, сформировать ключевые компетенции в проектировании биотехнологических систем и стать готовыми к самостоятельной работе в индустрии пищевой биотехнологии.

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 «Промышленное производство биологически активных веществ» 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. КТПИПС, дбн Шлыков Сергей Николаевич

Рецензенты

_____ доц. КТПИПС, квн Ходусов Александр Анатольевич

_____ доц. КТПИПС, ксxn Растоваров Евгений Иванович

Рабочая программа дисциплины «Промышленное производство биологически активных веществ» 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 «Промышленное производство биологически активных веществ» 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 _____