Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Кафедра машин и процессов химических и биотехнологических производств

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.1 Технологическое оборудование»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
19.03.01 Биотехнология
(код и наименование направления подготовки)

Промышленная биотехнология
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2026

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.В.1 Технологическое оборудование*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра машин и процессов химических и биотехнологических производств
наименование кафедры

протокол № _____ от "___" _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой
Кафедра машин и процессов химических и биотехнологических производств
наименование кафедры *подпись* А.В. Быков *расшифровка подписи*

Исполнители:
Заведующий кафедрой МПХБП *должность* *подпись* А.В. Быков *расшифровка подписи*

должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
19.03.01 Биотехнология *код наименование* *личная подпись* А.В. Быков *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
личная подпись С.А. Бикчентаева *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета
личная подпись А.В. Берестова *расшифровка подписи*

№ регистрации _____
189084

© Быков А.В., 2026
© ОГУ, 2026

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

Формирование у обучающихся системных теоретических знаний и практических инженерных навыков, необходимых для обоснованного выбора, грамотной эксплуатации, расчета и технического обслуживания основного и вспомогательного технологического оборудования биотехнологических производств.

Задачи:

- Изучить классификацию оборудования биотехнологических производств по назначению, принципу действия и материальному исполнению.
- Освоить физико-химические основы процессов, протекающих в оборудовании: гидродинамика в ферментере, массоперенос кислорода (kLa), кинетика термоинактивации при стерилизации, мембранное разделение. Понимание принципов расчета аппаратов.
- Изучить конструктивные особенности основного оборудования отечественного и зарубежного производства (ферментеры Sartorius / GEA / Bioengineering, сепараторы Alfa Laval, гомогенизаторы GEA Panda, сублимационные сушилки).

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.13 Физика, Б1.Д.Б.16 Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика, Б1.Д.Б.25 Процессы и аппараты пищевых производств*

Постреквизиты дисциплины: *Б2.П.Б.У.1 Ознакомительная практика*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-2 Планирует процессы промышленного производства биотехнологической продукции	ПК*-2-В-1 Оценивает факторы, влияющие на процессы промышленного производства биотехнологической продукции ПК*-2-В-2 Разрабатывает предложения по совершенствованию ассортиментной политики и ценообразования	**Знать:** технологические схемы обвязки основного оборудования (ферментеров, мембранных установок) и правила их эксплуатации в непрерывном режиме. **Уметь:** составлять почасовой график работы линии (Гант-диаграмму) с учетом времени на CIP/SIP и рассчитывать коэффициент использования

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		оборудования (КИО) **Владеть:** методами расчета сопряженности аппаратов (например, выбор объема буферной емкости между стадиями центрифугирования и сушки)
ПК*-8 Способен разрабатывать систему мероприятий и организовать работу по проведению испытаний, внедрению и применению инновационных технологий для повышения эффективности технологических процессов производства продукции	ПК*-8-В-1 Решает научно-исследовательские и научно-производственные задачи в области производства биотехнологических продуктов с учетом фундаментальных знаний техники и технологии ПК*-8-В-3 Способен осуществлять поиск, анализ и использование научно-технической информации для разработки и внедрения инноваций на биотехнологическом предприятии	**Знать:** методики промышленных испытаний технологического оборудования (протоколы IQ/OQ/PQ — квалификация установки, монтажа, эксплуатационных характеристик) **Уметь:** разрабатывать программу испытаний нового оборудования или инновационной технологии на пилотной установке **Владеть:** навыками работы с аналитическим и технологическим оборудованием для сбора данных в ходе испытаний (хроматографы, спектрофотометры, датчики on-line контроля pH/pO_2)

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	4 семестр	Всего
Общая трудоёмкость	**144**	**144**
Контактная работа:	**102,5**	**102,5**
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	16	16

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	4 семестр	Всего
Лабораторные работы (ЛР)	50	50
Консультации	1	1
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5
Самостоятельная работа: *- выполнение курсовой работы (КР);* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- изучение разделов курса в системе электронного обучения;* *- подготовка к лабораторным занятиям;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к коллоквиумам;* *- подготовка к рубежному контролю и т.п.)*	**41,5** +	**41,5**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Оборудование для стерилизации.	27	7	2	10	8
2	Ферментеры (Биореакторы)	32	8	4	10	10
3	Оборудование для разделения.	30	6	4	10	10
4	Разрушение клеток.	26	6	2	10	8
5	Постферментационное оборудование.	29	7	4	10	8
	Итого:	144	34	16	50	44

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Оборудование для стерилизации. Термические методы (автоклавы, стерилизаторы непрерывного действия). Барботирование. Стерилизация газом (этиленоксид). Стерилизация мембранная фильтрация. Расчет основного времени нагрева и охлаждения.

Раздел 2. Ферментеры (Биореакторы) Классификация: по способу подвода энергии (механические, пневматические, гидродинамические). Аппараты с механическим перемешиванием: типы мешалок (турбинные, пропеллерные, якорные), барботеры, рассекатели пены. Аппараты колонного типа (барботажные, эрлифтные). Принцип работы и гидродинамика. Фотобиореакторы. CMR (Continuous Stirred-Tank Reactor) и PFR (Plug Flow Reactor).

Раздел 3. Оборудование для разделения. Центрифуги: осадительные, фильтрующие, сепараторы (тарельчатые). Фактор разделения. Фильтры: нутч-фильтры, рамные фильтр-прессы, патронные и мембранные фильтры. Вспомогательные вещества (диатомит, перлит).

Раздел 4. Разрушение клеток. Дробилки (бисерные, валковые). Дезинтеграторы. Гомогенизаторы высокого давления (типа ГМБ). Ультразвуковые диспергаторы.

Раздел 5. Постферментационное оборудование. Выпарные аппараты: пленочные (Alfa Laval, GEA). Сушка: распылительные сушилки (сравнение с лиофильными). Мембранное оборудование: установки микро-, ультра- и нанофильтрации (тангенциальный поток).

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Устройство и работа автоклава. Контроль стерильности.	10
2	2	Оборудование для приготовления и асептического розлива питательных сред.	10
3	3	Изучение конструкции лабораторного ферментера с механическим перемешиванием.	10
4	4	Разделение биомассы. Лабораторные и пилотные центрифуги.	10
5	5	Изучение систем управления биотехнологическим процессом.	10
		Итого:	50

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2	Инженерный расчет ферментера	4
2	1,4	Расчет мешалки, центрифуги, установки стерилизации	4
3	5	Работа с технической документацией	4
4	3	Подбор центробежного или перистальтического насоса для перекачки термолабильной жидкости	4
		Итого:	16

4.5 Курсовая работа (4 семестр)

Примерные темы курсовых работ

Сравнительный анализ конструкций ферментеров с механическим перемешиванием для аэробных процессов.

Проектирование эрлифтного биореактора для культивирования дрожжей.

Выбор и обоснование биореактора для глубинного культивирования E. coli с целью получения рекомбинантного белка.

Разработка конструкции лабораторного фотобиореактора для культивирования микроводорослей (Chlorella / Spirulina).

Оборудование для культивирования анаэробных микроорганизмов: конструктивные особенности барботируемых и вакуумных ферментеров.

Анализ конструкций систем пеногашения в промышленных биореакторах (механические, химические, ультразвуковые).

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

- Омаров, Р. С. Основы пищевой биотехнологии: учебное пособие / Р. С. Омаров, С. Н. Шлыков. - Ставрополь: СтГАУ, 2024. - 88 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - Режим доступа: URL: https://e.lanbook.com/book/462188

- Стрельчик, Н. В. Научные основы микробного синтеза: учебное пособие / Н. В. Стрельчик. - Омск: Омский ГАУ, 2021. - 73 с. - ISBN 978-5-89764-931-0. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: URL:https://e.lanbook.com/book/197786

- Голубцова, Ю. В. Биотехнология пищевого сырья и продуктов питания: учебное пособие / Ю. В. Голубцова, О. В. Кригер, А. Ю. Просеков. - Кемерово: КемГУ, 2017. - 111 с. - ISBN 979-5-89289-123-2. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - Режим доступа: URL: https://e.lanbook.com/book/103935

- Рогов, И. А. Пищевая биотехнология [Текст]: в 4 кн.: учеб. для студентов вузов / И. А. Рогов, Л. В. Антипова, Г. П. Шуваева. - М.: КолосС, Кн. 1: Основы пищевой биотехнологии, 2004. - 440 с. - ISBN 5-9532-0104-4.

- Бирюков, В. В. Основы промышленной биотехнологии [Текст]: учеб. пособие для вузов / В. В. Бирюков. - Москва: КолосС, 2004. - 296 с. - ISBN 5-9532-0231-8. - ISBN 5-98109-008-1.

5.2 Дополнительная литература

- Рябичева, А. Е. Пищевая биотехнология: учебно-методическое пособие / А. Е. Рябичева, В. А. Стрельцов. - Брянск: Брянский ГАУ, 2022. - 53 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - Режим доступа: URL: https://e.lanbook.com/book/304994

- Современные научные, технологические и социально-этические проблемы в биотехнологии: учебное пособие / Ж. А. Сапронова, С. В. Свергузова, Н. С. Лупандина, А. В. Святченко. - Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2020. - 78 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - Режим доступа: URL: https://e.lanbook.com/book/177606

- Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения: учебник / А. Ю. Просеков, О. А. Неверова, Г. Б. Пищиков, В. М. Позняковский. - 2-е изд., перераб. и доп. - Кемерово: КемГУ, 2019. - 262 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - Режим доступа: URL: https://e.lanbook.com/book/135193

- Биотехнология продуктов питания из сырья животного происхождения: учебное пособие / составитель П. С. Кобыляцкий. - Персиановский: Донской ГАУ, 2018. - 86 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - Режим доступа: URL: https://e.lanbook.com/book/114989

- Биотехнология: учебное пособие/ составитель Е. Г. Федорчук. - Белгород: БелГАУ им. В. Я. Горина, 2014. - 201 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - Режим доступа: URL: https://e.lanbook.com/book/123383

- Щербакова, Ю. В. Метод биотестирования для оценки качества продукции агропромышленного комплекса : монография / Ю. В. Щербакова, Ф. Ю. Ахмадуллина. — Казань : КНИТУ, 2023. — ISBN 978-5-7882-3445-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/513555

- Клунова, С. М. Биотехнология [Текст]: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Биология" / С. М. Клунова, Т. А. Егорова, Е. А. Живухина. - Москва: Академия, 2010. - 256 с. - ISBN 978-5-7695-6697-4.

– Егорова, Т. А. Основы биотехнологии [Текст]: учебное пособие для вузов / Т. А. Егорова, С. М. Клунова, Е. А. Живухина. -3-е изд., стер. – М: Академия, 2006. – 208 с. – ISBN 5- 7695-2808-7

5.3 Периодические издания

- Достижения науки и техники АПК: журнал. - М.: Агентство "Роспечать".
- Мясная индустрия: журнал. - М.: Агентство "Роспечать".
- Хлебопродукты: журнал. - М.: Агентство "Роспечать".

5.4 Интернет-ресурсы

- https://biblioclub.ru/ - Электронно-библиотечная система Университетская библиотека ONLINE. Ресурс содержит учебники и учебные пособия, монографии, периодические издания, справочники, словари, энциклопедии, видео- и аудиоматериалы. Каталог систематически пополняется новой актуальной литературой.

- https://propionix.ru/biotekhnologiya - На сайте представлен курс биотехнологии для получения различных продуктов.

- http://cbio.ru/ - Интернет-журнал «Коммерческая биотехнология», содействующий развитию и коммерциализации российской биотехнологии.

- https://biorosinfo.ru/ - Общество биотехнологов России участвует в работе национальных технологических платформ в рамках сотрудничества Россия–ЕС.

5.5 «Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий» рабочих программ учебных дисциплин

1 Операционная система РЕД ОС.

2 Пакет офисных приложений «МойОфис Образование»

3 Для работы с ресурсами Интернет - веб-браузер Яндекс https://yandex.ru/..

4 ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2026]. – Режим доступа в сети ОГУ http://garant.net.osu.ru.

5 Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования – АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - http://aist.osu.ru.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий предназначена учебная аудитория, оснащенная необходимыми для выполнения работ оборудованием, химическими реактивами, посудой и материалами согласно используемым методикам анализа.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.