

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шитикова Александра Васильевна

Должность: И.о. директора института агrobiотехнологии

Дата подписания: 17.11.2025 14:24:49

Уникальный идентификатор:

fcd01ecb1fd176898631745ad12c3f716ce658



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**

(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Технологический институт

Кафедра Процессы и аппараты перерабатывающих производств

И.о. директора института Агrobiотехнологии



УТВЕРЖДАЮ:

А. В. Шитикова

“ 28 ”

08

2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.38 Процессы и аппараты биотехнологии

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 19.03.01 Биотехнология

Направленность: Биотехнология и молекулярная биотехнология

Курс 3, 4

Семестр 6, 7

Форма обучения: заочная

Год начала подготовки 2025

Москва, 2025

Разработчик Бредихин С.А., д-р. техн. наук, проф.


«26» августа 2025 г.

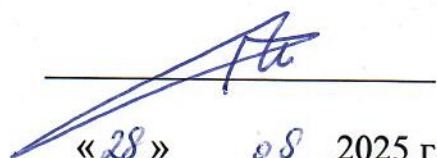
Рецензент Коноплин Н.А., к.ф-м.н., доц.


«26» августа 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры Процессов и аппаратов перерабатывающих производств протокол № 1 от «28» августа 2025 г.

Зав. кафедрой Бакин И.А., д.т.н., проф.


«28» 08 2025 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии
института Агробиотехнологии


«28» 08 2025 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой
Вертикова Е.А., д.с-х.н. проф.


«26» 08 2025 г.

Зав. отдела комплектования ЦНБ

Зам. директора ЦНБ



«27» 08 2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ.....	9
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	13
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	17
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	18
6.1 ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	18
6.2 ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	18
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	20
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	20
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	20
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	20
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	21
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	23
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	24
ВИДЫ И ФОРМЫ ОТРАБОТКИ ПРОПУЩЕННЫХ ЗАНЯТИЙ.....	24
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	24

АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.38 «Процессы и аппараты биотехнологии» для подготовки бакалавра
по направлению 19.03.01 – Биотехнология, направленности: Биотехнология и молекулярная биотехнология.

Цель освоения дисциплины: заключаются в приобретении и усвоении студентами знаний о процессах биотехнологии и аппаратов для их осуществления с учетом технических и экологических аспектов, а также в практической подготовке их к решению, как конкретных производственных задач, так и перспективных вопросов, связанных с рационализацией процессов и совершенствованием технологических аппаратов.

Место дисциплины в учебном плане: Цикл Б1.О.38, обязательная часть учебного плана, дисциплина осваивается в 5 семестре.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.1.

Краткое содержание дисциплины: Общие сведения и понятия о процессах и аппаратах биотехнологии. Движущая сила процесса. Моделирование процессов и аппаратов. Гидромеханические процессы и аппараты: процессы разделения и перемешивания. Механические процессы и аппараты: процессы измельчения биоматериалов, прессования. Тепловые процессы и аппараты. Основы теории теплопередачи. Классификация теплообменных процессов. Процессы нагревания и охлаждения. Массообменные процессы и аппараты. Основы теории массопередачи. Процесс сушки. Микробиологические процессы и аппараты. Общие сведения и понятия о микробиологических процессах. Процесс ферментации. Процессы инактивации микроорганизмов.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

Итоговый контроль по дисциплине: зачёт.

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины заключается в приобретении и усвоении студентами знаний о процессах биотехнологии и аппаратов для их осуществления с учетом технических и экологических аспектов, а также в практической подготовке их к решению, как конкретных производственных задач, так и перспективных вопросов, связанных с рационализацией процессов и совершенствованием технологических аппаратов.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Процессы и аппараты биотехнологий» относится к профессиональному циклу дисциплин (Б1), базовой (общепрофессиональной) части.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина, должны являться математика, физика, химия, информатика, инженерная графика.

Особенностью дисциплины является подготовка бакалавров к решению таких профессиональных задач как знание основных процессов, протекающих в современных аппаратах, методов их расчета, путей рационализации процессов, выбора оптимальных конструкций аппаратов в конкретных производствах, а также навыки использования результатов научных достижений.

Рабочая программа дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учётом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональных (ПК) компетенций представленных в таблице 1

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компет енции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	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-4.1 Демонстрирует знания в области инженерных расчетов, методов и средств проектирования приводов стационарных сельскохозяйственных машин	как демонстрировать знания в области инженерных расчетов, методов и средств проектирования приводов стационарных сельскохозяйственных машин	демонстрировать знания в области инженерных расчетов, методов и средств проектирования приводов стационарных сельскохозяйственных машин	приемами, методами того как демонстрировать знания в области инженерных расчетов, методов и средств проектирования приводов стационарных сельскохозяйственных машин
			ОПК-4.2 Проектирует решение конкретной задачи проектируя оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющих ресурсы и ограничений	Как проектировать решение конкретной задачи проектируя оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющих ресурсы и ограничений	проектировать решение конкретной задачи проектируя оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющих ресурсы и ограничений	приемами, методами проектирования решение конкретной задачи проектируя оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющих ресурсы и ограничений
			ОПК-4.3 Владеет навыками расчетов типовых деталей, сборочных единиц механизмов машин	Как рассчитывать типовые детали, сборочных единиц и механизмов машин	рассчитывать типовые детали, сборочных единиц и механизмов машин	навыками расчетов типовых деталей, сборочных единиц и механизмов машин

		и машин			
2.	ОПК-5 Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции	ОПК-5.1 Осуществляет расчет, подбор, технологические компоновки и размещение технологического оборудования для биотехнологического производства	Как осуществлять расчет, подбор, технологические компоновки и размещение технологического оборудования для биотехнологического производства	осуществлять расчет, подбор, технологические компоновки и размещение технологического оборудования для биотехнологического производства	приемами, методами осуществления расчет, подбор, технологические компоновки и размещение технологического оборудования для биотехнологического производства
			Как контролировать технологические параметры производства и эксплуатации оборудования на основе знаний требований к качеству выполнения биотехнологических операций	контролировать технологические параметры производства и эксплуатации оборудования на основе знаний требований к качеству выполнения биотехнологических операций	приемами, методами контроля технологических параметров производства и эксплуатации оборудования на основе знаний требований к качеству выполнения биотехнологических операций
			ОПК-5.2 Контролирует технологические параметры производства и эксплуатации оборудования на основе знаний требований к качеству выполнения биотехнологических операций	Как вести и оптимизировать основные технологические процессы, определения надежности проектируемого оборудования	навыками ведения и оптимизации основных технологических процессов, определения надежности проектируемого оборудования
		и машин			
		ОПК-5.3 Владеет навыками ведения и оптимизации основных технологических процессов,	Как вести и оптимизировать основные технологические процессы, определения надежности проектируемого оборудования	вести и оптимизировать основные технологические процессы, определения надежности проектируемого оборудования	навыками ведения и оптимизации основных технологических процессов, определения надежности проектируемого оборудования

			определения надежности проектируемого оборудования	проектируемого оборудования		
3.	ОПК-6	Способен разрабатывать составные технической документации, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом действующих стандартов, норм и правил	ОПК-6.1 Способен разрабатывать составные технической документации, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом действующих стандартов, норм и правил	Как разрабатывать составные технической документации, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом действующих стандартов, норм и правил	разрабатывать составные части технической документации, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом действующих стандартов, норм и правил	методами составных технической документации, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом действующих стандартов, норм и правил

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часа), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	час.	в т.ч. по семестрам	
		6	7
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	36	72
1. Контактная работа:	14,25	2	12
Аудиторная работа	14,25	2	
<i>в том числе:</i>			
лекции (Л)	6	2	4
практические занятия (ПЗ)	8	34	8
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	-	0,25
2. Самостоятельная работа (СРС)	88,75	34	55,75
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)			
Реферат (подготовка)		3,75	
Подготовка к зачёту	4	-	4
Вид промежуточного контроля:			зачёт

4.2. Содержание дисциплины

Тематический план учебной дисциплины

Таблица 3

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа по семестрам				Внеаудиторная работа по семестрам СР	
		Л		ПЗ		6	7
		6	7	6	7		
Раздел 1. «Общие принципы анализа, исследования и выражения закономерностей и моделирования процессов и аппаратов»	2	2	-	-	-	-	-
Раздел 2. «Гидромеханические процессы и аппараты»	21	-	2		2	7	10
Раздел 3. «Механические процессы и аппараты»	16	-	-		-	6	10

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа по семестрам				Внеаудиторная работа по семестрам ССР			
		Л		ПЗ		6		7	
		6	7	6	7	6	7	6	7
Раздел 4. «Теплофизические процессы и аппараты»	19	-	-		2	7		10	
Раздел 5. «Массообменные процессы и аппараты»	16	-	-	-	-	6		10	
Раздел 6. «Микробиологические процессы и аппараты»	29,75	-	2		4	8		15,75	
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	-	-	--	-	-		-	
Контроль	4	-		-	-	-			
Итого по дисциплине в 6 семестре	36	2	-	-	-	34			
Итого по дисциплине в 7 семестре	72	-	4	-	8	-		55,75	

Раздел 1. Введение. Общие принципы анализа, исследования и выражения закономерностей и моделирования процессов и аппаратов

Тема 1. Общие сведения и понятия о процессах и аппаратах биотехнологии

Общие представления о процессах и аппаратах биотехнологии. Основные понятия и определения. Классификация изучаемых процессов и аппаратов. Балансы массы и энергии процессов. Статика и кинетика процессов.

Тема 2. Движущая сила процесса. Моделирование процессов и аппаратов.

Выражение движущей силы процессов и сопротивления их протеканию. Задачи моделирования при научном исследовании процессов. Математическое моделирование процессов. Использование методов теории подобия и размерностей для решения уравнений математических моделей. Общие принципы устройства пищевых аппаратов.

Раздел 2. Гидромеханические процессы и аппараты

Тема 1. Процессы разделения.

Назначение и физическая сущность осаждения. Образование и разделение фаз дисперсных систем. Классификация неоднородных систем и способов их разделения. Процессы осаждения и область их применения. Движущая сила процесса осаждения. Интенсификация осаждения. Устройство и основные положения расчета осадительных центрифуг, циклонов, сепараторов.

Тема 2. Процесс фильтрования.

Назначение и физическая сущность фильтрования. Классификация способов и режимов фильтрования, устройство фильтров и фильтрующих центрифуг. Основы теории фильтрования. Основные положения расчета процессов фильтрования. Мембраны. Мембранное разделение дисперсных систем.

Тема 3. Процесс перемешивания.

Назначение и физическая сущность процесса перемешивания, особенности перемешивания жидких, вязкопластичных и зернистых биоматериалов. Классификация способов перемешивания. Устройство аппаратов для перемешивания жидких, вязкопластичных биоматериалов. Виды мешалок. Теоретические основы и математическое моделирование перемешивания. Расход энергии на перемешивание, продолжительность. Понятие качества перемешивания.

Раздел 3. Механические процессы и аппараты

Тема 1. Процессы измельчения биоматериалов.

Назначение и физическая сущность процесса измельчения биоматериалов. Определение и классификация по способам приложения механического воздействия и по назначению. Область применения. Работа деформации и разрушения. Способы измельчения, их использование в зависимости от механических свойств материалов и плотности измельчения. Затраты энергии при измельчении. Распределение напряжений и деформаций при резании. Работа резания.

Раздел 4. Тепловые процессы и аппараты

Тема 1. Основы теории теплопередачи. Классификация теплообменных

процессов

Классификация тепловых процессов. Виды теплоносителей: водяной пар, электроэнергия, вода, минеральные масла, органические жидкости. Основные законы теплопередачи. Балансы энергии для теплообменных процессов с изменением и без изменения физического состояния тепло и хладоносителя или объекта тепловой обработки. Средняя разность температур сред в процессах нагрева и охлаждения. Применение основных положений, законов переноса тепла, теории теплового подобия для математического моделирования и расчета теплообменных процессов Устройство и принцип действия теплообменных аппаратов.

Тема 2. Процессы нагрева и охлаждения

Назначение и физическая сущность процессов нагрева и охлаждения. Основные типы теплообменников. Основные положения расчета теплообменников. Процессы замораживания и размораживания. Морозильные камеры. Основные принципы математического моделирования и расчетов процессов замораживания и оттаивания. Классификация морозильных аппаратов и камер.

Тема 3. Процесс выпаривания

Выпаривание, назначение и физическая сущность процесса. Однокорпусное и многокорпусное выпаривание. Балансы массы и тепловой энергии процессов выпаривания. Выпарные аппараты. Основные положения расчета многокорпусных установок. Конденсация. Конденсаторы. и конденсация Назначение и физическая сущность конденсации. Конденсация паров. Устройство конденсаторов. Расчет барометрического конденсатора.

Раздел 5. Массообменные процессы и аппараты

Тема 1. Основы теории массопередачи

Массообменные процессы. Основные теории переноса массы между фазами. Основы массопередачи, виды процессов массопередачи и их характеристика. Равновесие при массопередаче. Механизм процессов массопередачи. Типы контактных устройств массообменных аппаратов. Принципы образования поверхности фазового контакта. Основные положения расчета массообменных процессов и аппаратов.

Экстрагирование, назначение и физическая сущность процесса.

Кристаллизация, назначение и физическая сущность процесса. Кристаллизация при охлаждении и выпаривании раствора.

Тема 2. Процесс сушки

Сушка, назначение и физическая сущность процесса. Параметры влажного воздуха. I - x диаграмма Рамзина. Способы сушки. Формы связи влаги с твердой фазой биологических материалов. Балансы массы и энергии процессов сушки. Кривые сушки и скорости сушки. Сушка с рециркуляцией и промежуточным подогревом воздуха. Устройство сушилок. Основные положения расчета сушильных аппаратов.

Раздел 6. Микробиологические процессы и аппараты

Тема 1. Общие сведения и понятия о микробиологических процессах

Сущность и назначение микробиологических процессов пищевой

биотехнологии Классификация микробиологических процессов. Теоретические основы микробиологических процессов. Аппараты для микробиологических процессов

Тема 2. Процесс ферментации

Сущность и назначение процесса ферментации. Теоретические основы процесса ферментации. Ферментёры, устройство и принцип работы.

Тема 3. Процесс брожения

Сущность и назначение процесса брожения. Теоретические основы процесса брожения. Аппараты для брожения, устройство и принцип работы.

Тема 4. Процессы инактивации микроорганизмов

Классификация процессов тепловой инактивации микроорганизмов. Сущность и назначение процессов инактивации микроорганизмов. Теоретические основы процессов тепловой инактивации микроорганизмов.

Тема 5. Пастеризация

Сущность и назначение процесса пастеризации. Теоретические основы процесса пастеризации. Пастеризаторы, устройство и принцип работы.

Тема 6. Стерилизация

Сущность и назначение процесса стерилизации. Теоретические основы процесса стерилизации. Стерилизаторы, устройство и принцип работы.

Таблица 4

Содержание лекций, занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируе мые компетен ции	Вид контроль ного меропри ятия	Сол-во часов
	Раздел 1. Общие принципы анализа, исследования и выражения закономерностей и моделирования процессов и аппаратов		ОПК-2; ПК-1; 2; 3; 9.		2
	Тема 1. Общие сведения и понятия о процессах и аппаратах биотехнологии.	Лекция. Общие представления о процессах и аппаратах биотехнологии.	ОПК-2; ПК-1; 2; 3; 9.		1
	Тема 2. Движущая сила процесса. Моделирование процессов и аппаратов	Лекция. Движущая сила процесса. Классификация процессов биотехнологий. Общие принципы устройства биотехнологических аппаратов.	ОПК-2; ПК-1; 2; 3; 9.		1
	Раздел 2 Гидромеханические процессы и аппараты		ОПК-2; ПК-1; 2; 3; 9.		4
	Тема 1. Процессы разделения, перемешивания и фильтрования	Лекция Процессы разделения. Процессы перемешивания и фильтрования. Устройство аппаратов для перемешивания и фильтрования.	ОПК-2; ПК-1; 2; 3; 9.		2
		Практическое занятие. Процесс перемешивания. Определение расхода мощности на перемешивание	ОПК-2; ПК-1; 2; 3; 9	Защита отчёта	2
	Раздел 6 Микробиологические процессы и аппараты		ОПК-2; ПК-1; 2; 3; 9.		6
	Тема 1. Общие сведения и понятия о микробиологических процессах. Процессы инактивации.	Лекция. Общие сведения и понятия о микробиологических процессах. Аппараты для микробиологических процессов. Процессы инактивации микроорганизмов. Аппараты для тепловой инактивации микроорганизмов	ОПК-2; ПК-1; 2; 3; 9.		2
		Практическое занятие. Тепловой расчёт ферментёра	ОПК-2; ПК-1; 2; 3; 9.	Защита отчёта	2
		Практическое занятие. Изучение процесса стерилизации в автоклаве	ОПК-2; ПК-1; 2; 3; 9.	Защита отчёта	2

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
1	2		3
	Раздел 2. Гидромеханические процессы и аппараты		17
3	Тема 1 Процессы осаждения	Пищевые продукты как системы. Феноменологический подход к изучению процессов разделения. Устройство осадительных и фильтрующих центрифуг. Мембранные процессы разделения. [1. с. 227-245; 2. с. 244 - 245, 257-262, 293-311].	17
	Раздел 3. Механические процессы и аппараты		16
	Тема 1. Процессы измельчения и сортирования материалов.	Виды измельчения реологических материалов. Кривые растяжения и сжатия. Распыливание жидкости форсунками. Жидкостные, пневматические форсунки. Центробежные распылители. Шлифование зернистых и других твердых продуктов. [2. с. 646-650].	16
	Раздел 4. Тепловые процессы и аппараты		17
	Тема 2. Процессы нагрева и охлаждения	Простые и сложные тепловые процессы. Нестационарный теплообмен. Нагревающие агенты и способы нагрева. Охлаждающие агенты и способы охлаждения. Аппараты для нагрева и охлаждения. [1. с. 306-310, 311-325; 2. с. 333-336, 351-357].	9
	Тема 4. Конденсаторы и конденсация	Контактные конденсаторы паров: полочный конденсатор смешения, тарельчатый конденсатор смешения, конденсатор смешения со струйным вводом охлаждающей воды. [2. с. 397-401]	6

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
Раздел 5. Массообменные процессы и аппараты			16
	Тема 1. Основы теории массопередачи	Массообменные аппараты с пленочным течением. Массообменные аппараты с барботажем. Экстрагирование и экстракция. Процессы экстракции в системах жидкость-жидкость. Изотермы экстракции. Методы экстракции. [2. с. 472-477; 1. с. 521-540].	16
Раздел 6. Микробиологические процессы и аппараты			23,75
	Тема 1. Общие сведения и Понятия о микробиологических процессах. Тема 2. Процесс ферментации Тема 3 Процессы инаktivации микроорганизмов	Конструирование биореакторов будущего пищевых технологий (научно-прикладные аспекты) : учебник для вузов / С. Т. Антипов, С. А. Бредихин, А. И. Ключников [и др.] ; Под редакцией В. А. Панфилова. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 524 с.	23,75
ВСЕГО			89,75

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
4.	Определение расхода мощности при перемешивании.	ПЗ	компьютерные симуляции
5.	Изучение процесса ферментации. Тепловой расчёт ферментёра	ПЗ	компьютерные симуляции
6.	Исследование процесса стерилизации в автоклаве.	ПЗ	компьютерные симуляции

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1. Оценочные средства текущего контроля успеваемости и сформированности компетенций

Контроль знаний студентов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация студентов – оценка знаний и умений проводится постоянно на лабораторно-практических занятиях с помощью контрольных

опросов.

Промежуточная аттестация студентов проводится в форме итогового контроля - зачёта.

Таблица 7

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «зачет»	оценку «зачет» заслуживает обучающийся, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Минимальный уровень «незачет»	оценку «незачет» заслуживает обучающийся, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

Система оценок

6.2. Типовые вопросы к зачёту по дисциплине¹

1. Классификация основных процессов. Установившиеся и неуставившиеся процессы. Общие принципы расчета процессов и аппаратов. Составление материального и энергетического балансов. Общие кинетические закономерности процессов пищевой технологии.
2. Классификация неоднородных систем. Методы разделения неоднородных систем. Материальный баланс процессов разделения.
3. Отстаивание. Силы, действующие на осаждающуюся частицу. Вывод формулы для определения скорости осаждения частицы.
4. Способы расчета скорости осаждения частицы под действием силы тяжести. Формула Стокса для скорости осаждения при ламинарном режиме.
5. Расчет отстойников.
6. Устройство и принцип действия отстойников периодического и непрерывного действия.
7. Методы интенсификации процесса отстаивания.
8. Осаждение под действием центробежной силы. Фактор разделения. Определение продолжительности осаждения частицы.
9. Устройство и принцип действия циклонов, гидроциклонов.
10. Сепараторы. Устройство и принцип действия.
12. Фильтрация. Классификация осадков и фильтровальных перегородок. Движущая сила процесса фильтрации.
13. Основное дифференциальное уравнение фильтрации. Фильтрация при постоянной скорости.
14. Фильтрация при постоянном давлении. Константы процесса фильтрации.
15. Периодический процесс фильтрации. Конструкции фильтров периодического действия.
16. Конструкции фильтров непрерывного действия. Барабанный вакуум-фильтр.
17. Фильтрация под действием центробежной силы. Расчет фильтрующих

центрифуг.

18. Мембранные методы разделения жидкостных систем. Сущность процесса баромембранного разделения.
19. Мембранные методы разделения жидкостных систем. Сущность процесса электродиализа.
20. Перемешивание. Способы перемешивания. Типы мешалок.
21. Расчет мощности перемешивания.
22. Псевдооживление. Сущность процесса. Число псевдооживления. Понятие критической скорости.
23. Прессование. Назначение. Сущность и виды прессования.
24. Классификация теплообменных процессов. Дифференциальное уравнение теплопроводности (закон Фурье). Основной закон теплоотдачи (закон Ньютона). Температурное поле и температурный градиент.
25. Основной закон теплопередачи. Определение тепловых нагрузок.
26. Движущая сила теплообменных процессов.
27. Теплопередача через однослойную и многослойную плоскую стенку. Коэффициент теплопередачи.
28. Тепловое подобие. Расчет коэффициентов теплоотдачи.
29. Коэффициент теплопередачи, определение и физический смысл
30. Нагревание и охлаждение. Расход острого и “глухого” пара на нагревание жидкости. Расход воды на охлаждение жидкости.
31. Регенерация теплоты. Физический смысл коэффициента регенерации
32. Классификация теплообменных аппаратов. Конструкции и принцип действия теплообменных аппаратов.
33. Классификация массообменных процессов
34. Понятие о движущей силе массообменных процессов
35. Закон массоотдачи А.Н. Щукарева
36. Понятие о термодиффузии, коэффициент термодиффузии
37. Молекулярная диффузия. Первый закон Фика
38. Массопередача, массоотдача, массопроводность. Основное уравнение массопередачи
38. Общие признаки массообменных процессов
39. Пастеризация. Назначение и сущность процесса. Критерий Пастера.
40. Стерилизация. Назначение и сущность процесса. Коэффициент стерилизующего действия

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Процессы и аппараты пищевой технологии: учебное пособие / С. А. Бредихин, А. С. Бредихин, В. Г. Жуков, Ю. В. Космодемьянский. — Санкт-Петербург: Лань, изд-е второе 2022. — 544 с. — ISBN 978-5-8114-1635-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211621> (дата обращения: 27.05.2022).
2. Индустриальные технологические комплексы продуктов питания: учебник / С. Т. Антипов, С. А. Бредихин, В. Ю. Овсянников, В. А. Панфилов; под

редакцией В. А. Панфилова. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 440 с. — ISBN 978-5-8114-4201-0. — Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/131008> (дата обращения: 27.05.2022).

7.2. Дополнительная литература

1. Антипов, С. Т. Проектирование технологий и техники будущего пищевых производств: учебник для вузов / С. Т. Антипов, В. А. Панфилов, С. В. Шахов; Под редакцией академика Российской академии наук В. А. Панфилова. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-9362-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/233243> (дата обращения: 27.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Развитие инженерии техники пищевых технологий: учебник / С. Т. Антипов, А. В. Журавлев, В. А. Панфилов, С. В. Шахов; под редакцией В. А. Панфилова. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-3906-5. — Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206780> (дата обращения: 27.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Конструирование биореакторов будущего пищевых технологий (научно-прикладные аспекты): учебник для вузов / С. Т. Антипов, С. А. Бредихин, А. И. Ключников [и др.]; Под редакцией В. А. Панфилова. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 524 с. — ISBN 978-5-8114-9350-0. — Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/221213> (дата обращения: 27.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств»/Г.В. Алексеев, И.И. Бриденко, Н.И. Лунин – СПб.: Издательство Лань, 2011, 144 с.
2. Видеофильмы на CD для мультимедийных проекторов, показывающие устройство и принцип работы основных видов технологических аппаратов

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

1. Бесплатная электронная библиотека «Единое окно доступа Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/> (открытый доступ).
2. <http://newgreenfield.ru/> - Статьи по технологическим процессам и аппаратам переработки мясного и молочного сырья(открытый доступ).
3. Научная электронная библиотека e-library (открытый доступ).

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

Таблица 8

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
1 корпус аудитория № 102 Учебная междисциплинарная лаборатория	Стенды с рабочими органами технологического оборудования 3шт., плакаты технологического оборудования 3шт., проекционный экран с электроприводом, телевизор модели 49PFT4100\60, ноутбук инв. № 210138000003695, доска маркерная с алюминиевой рамой 180x120 см, TSA-1218 инв. № 210138000003695
1 корпус аудитория № 328	Перечень лабораторных установок:

Учебная лаборатория «Процессы и аппараты пищевых производств»	-лабораторная установка для испытания конструкций теплообменников инв. №591242; -лабораторная установка по исследованию процесса перемешивания инв. №591239; - лабораторная установка для определения гидравлического сопротивления инв. №591247; лабораторная установка исследования расстойки и выпечки хлеба инв. №591250; лабораторная установка для испытания теплообмена излучением инв. № 591246; лабораторная установка для испытания теплообмена конвекцией инв. № 591246; -лабораторная установка для определения теплопроводности инв.№591243; лабораторная установка для определения характеристик насосов инв. № 591249; лабораторная установка исследования фазовых переходов газов инв. №591251; лабораторная установка по определению плотности сыпучих материалов инв. № 591237; лабораторная установка по ректификации инв. № 591240; -- лабораторная установка по определению способов сушки инв. № 591241. Ноутбуки для работы с указанными лабораторными установками: инв. № 210138000002176, инв. №210138000002178, инв. № 210138000002181, инв. № 210138000002182, инв. № 210138000002184, инв. № 210138000002185, инв. № 410134000002962. Другое оборудование: -монитор Lenovo инв. № 554211, комплект оборудования для модернизации инв. № 410134000002958, дежа инв. № 410134000002957, беспроводная плата ДС-1 инв. №410138000001002, беспроводная плата ДС-4 инв. № 600481, проектор инв. № 591891/1, экран Targa инв. № 591688, проектор инв. № 591691/1, системный блок инв. №591680, монитор инв. № 597407, доска белая металлическая 180x120 инв. № 591672/1, крепление для проектора инв. № 591684, беспроводная компьютерная система измерения и визуализации + модуль обновления программного обеспечения инв. №410134000002959; беспроводная система измерения и визуализации инв. №410134000002961; комплект коммутации инв. № 591699/3, водонагреватель Thermex H10-0 инв. № 631775.
ЦНБ имени Железнова	Читальный зал

10. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Для освоения дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии» студентам необходима систематическая самостоятельная работа с учебной литературой, конспектами лекций, Интернет-ресурсами и консультации преподавателя. Для успешного выполнения практических занятий, входящих в практикум, студент должен самостоятельно готовиться к каждому занятию,

а также строго выполнять правила техники безопасности работы в лаборатории кафедры.

Подготовка к лабораторному и практическому занятию включает в себя полное и детальное ознакомление с теоретическим материалом по изучаемой теме, методическим указаниям и конспекту лекций.

Студент должен иметь тетрадь, в которой при самостоятельной подготовке к занятиям составляет краткий конспект (1 - 1,5 с.) проработанного теоретического материала, чертит схемы, таблицы и проводит предварительные расчеты. Во время занятий все записи следует вести только в тетради и только ручкой.

Качество выполнения каждого занятия оценивает и фиксирует преподаватель.

На первом занятии все студенты знакомятся с правилами техники безопасности и пожарной безопасности и обязаны строго выполнять их при нахождении в лаборатории кафедры.

Пропуск занятий без уважительной причины не допускается. Задолженности (пропущенные занятия, невыполненные задания) должны быть ликвидированы.

11. Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятия обязан их отработать. Отработка практических занятий осуществляется в присутствии преподавателя.

Студент, не посещавший или пропустивший большое число лекций, для допуска к зачёту должен предоставить рукописный конспект лекций или написать реферат по пропущенным темам.

Студент получает допуск к зачёту, если выполнены и сданы все практические занятия.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Специфика дисциплины является неразрывная связь теории с практикой. Теоретические знания, которые студенты получают на лекциях, подтверждаются и усваиваются на практических занятиях. Для успешного усвоения материала необходимы знания физики в объеме школьной программы и элементарной математики. Для повышения уровня знаний у студентов, необходимо искать пути совершенствования методики преподавания:

- использование разнообразных форм, методов и приёмов активизации познавательной деятельности учащихся (в т.ч. активных и интерактивных);
- использование наглядного материала, таблиц, рисунков, схем, демонстрация опытов;
- компьютеризация обучения;
- использование различных форм организации самостоятельной работы студентов: индивидуальная, групповая, коллективная;

- систематический контроль различных видов в процессе обучения.

Виды текущего контроля: контрольный опрос, тестирование при выполнении виртуальных заданий.

Виды итогового контроля по дисциплине: зачёт

Программу разработал:

Бредихин С.А., д.т.н. проф.



РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии» ОПОП ВО по направлению подготовки 19.03.01–Биотехнология, направленностей: Биотехнология и молекулярная биотехнология (квалификация выпускника – бакалавр).

Коноплиным Николаем Александровичем, заведующим кафедрой физики ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», к.ф.-м.н. (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии» ОПОП ВО по направлению 19.03.01 – Биотехнология, направленностей: Биотехнология и молекулярная биотехнология (бакалавриат) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре Процессы и аппараты биотехнологии (разработчик – Бредихин С.А., профессор, д.т.н.).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлению 19.03.01 – Биотехнология. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.
2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к вариативной части учебного цикла – Б1.О.
3. Представленным направлением 19.03.01 – Биотехнология в соответствии с Программой за дисциплиной «Процессы и аппараты биотехнологии» закреплено 7 компетенций. Дисциплина «Процессы и аппараты биотехнологии» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.
4. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.
5. Общая трудоёмкость дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии» составляет 3 зачётные единицы (108 часа).
6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Процессы и аппараты биотехнологии» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 19.03.01 – Биотехнология, и возможность дублирования в содержании отсутствует. Поскольку дисциплина не предусматривает наличие специальных требований к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, хотя может являться предшествующей для специальных, в том числе профессиональных дисциплин, использующих знания в области биотехнологии в профессиональной деятельности бакалавра по данному направлению подготовки.
7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов

учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 19.03.01 – Биотехнология. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов на аудиторных заданиях, защита выполненных лабораторных работ), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачёта, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины базовой части учебного цикла – Б1.О.38 ФГОС 19.03.01 – Биотехнология.

1. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

2. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 1 (базовый учебник), дополнительной литературой – 2 наименования, методическими указаниями - 2 источника, интернет-ресурсы – 4 источника и соответствует требованиям ФГОС направления 19.03.01 – Биотехнология.

3. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

4. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Процессы и аппараты биотехнологии».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии» ОПОП ВО по направлению 19.03.01 – Биотехнология, направленностей: Биотехнология и молекулярная биотехнология, (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Бредихиным С.А., профессором, д.т.н. соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент:

Коноплин Н.А., заведующий кафедрой физики
ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный
университет - МСХА имени К.А. Тимирязева»,
к.ф.-м.н., доц.

“ ” _____ 2025 г.