



**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 процессов и аппаратов перерабатывающих производств

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по науке  
и инновационному развитию



*А.В. Журавлев*

«30» августа 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

Программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре  
**ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

Научная специальность: **4.3.3. Пищевые системы**

Отрасль наук технические

Год обучения – 2

Семестр обучения – 4

Москва, 2023

## Содержание

<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	5
<b>1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> .....	6
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ</b> .....	6
<b>3. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> .....	7
<b>4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)</b> .....	7
<b>5. ВХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ</b> .....	8
<b>6. ФОРМАТ ОБУЧЕНИЯ</b> .....	8
<b>7. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), ВИДЫ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ И ФОРМЫ ИХ ПРОВЕДЕНИЯ</b> .....	8
7.1 Распределение трудоёмкости дисциплины (модуля) по видам работ.....	8
7.2 Содержание дисциплины.....	9
7.3 Образовательные технологии.....	11
<b>8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)</b> .....	13
8.1 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины (модуля).....	13
8.2 Контрольные работы /рефераты.....	
<b>9. ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ</b> .....	14
<b>10. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ</b> .....	21
10.1 Перечень основной литературы.....	21
10.2 Перечень дополнительной литературы.....	21
10.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».....	22
10.4 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса.....	22
10.5 Описание материально-технической базы.....	22
10.5.1 Требования к аудиториям.....	23
10.5.2 Требования к специализированному оборудованию.....	23
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ АСПИРАНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> .....	23
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)</b> .....	23

## АННОТАЦИЯ

Учебная дисциплина (модуль) «Процессы и аппараты пищевых производств» является важной составной частью Учебного плана подготовки аспирантов по научной специальности 4.3.3. Пищевые системы, программе аспирантуры Процессы и аппараты пищевых производств. Основная задача учебной дисциплины (модуля) – освоение аспирантами теоретических и практических знаний в области процессов и аппаратов пищевых производств. Дисциплина (модуль) «Процессы и аппараты пищевых производств изучает физико-химические основы, механизм и закономерности процессов пищевых производств их адаптация к перерабатываемому сырью. Аспиранты получают представление о машинах и агрегатах пищевых производств, исследовании их динамики и взаимодействия с окружающей средой; системном подходе при создании технологических линий, оценка стабильности их функционирования.

Общая трудоемкость учебной дисциплины (модуль) «Процессы и аппараты пищевых производств» составляет 3 зачетных ед., в объеме 108 часов.

Контроль знаний аспирантов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация аспирантов – оценка знаний и умений проводится постоянно на практических занятиях с помощью опроса, тестирования и оценки самостоятельной работы аспирантов.

Промежуточная аттестация аспирантов проводится в форме итогового контроля по дисциплине – кандидатского экзамена.

**Ведущий преподаватель:** профессор, д.т.н. Бредихин С.А.

## 1. Цель и задачи дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины (модуля) «Процессы и аппараты пищевых производств» является освоение аспирантами теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков в области технологических процессов пищевой технологии; изучение физико-химических основ, механизма и закономерностей процессов пищевых производств их адаптация к перерабатываемому сырью, а также о машинах и агрегатах пищевых производств, исследованию их динамики и взаимодействия с окружающей средой; системного подхода при создании технологических линий, оценка стабильности их функционирования.

Задачи дисциплины:

- овладение методологией научного познания;
- формирование профессиональной готовности к самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности;
- формирование умений и навыков использования средств современных информационных и коммуникационных технологий в научно-исследовательской и педагогической деятельности;
- формирование навыков самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности;
- углубленное изучение теоретических и методологических основ в области процессов и аппаратов пищевых производств;
- формирование компетенций, необходимых для успешной научно-исследовательской работы в данной отрасли науки.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее программа аспирантуры).

Дисциплина (модуль) «Процессы и аппараты пищевых производств» входит в образовательный компонент Структуры программы аспирантуры. Дисциплина «Процессы и аппараты пищевых производств» направлена на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по специальной дисциплине «Процессы и аппараты пищевых производств» по научной специальности 4.3.3 Пищевые системы, соответствует требованиям программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, Учебному плану по программе аспирантуры, решению учебно-методической комиссии и Ученого совета института, отечественному и зарубежному опыту.

### Краткое содержание дисциплины:

Общие представления о процессах и аппаратах пищевых производств. Системный подход к раскрытию понятий процессов и аппаратов как средств осуществления технологических операций. Классификация изучаемых процессов и аппаратов. Балансы массы и энергии процессов. Статика и кинетика процессов. Изучение процессов на микро- и макромолекулярном уровнях с использованием молекулярно - кинетического и термодинамического принципов описания их закономерностей. Движущая сила процесса. Моделирование процессов и аппаратов. Выражение движущей силы процессов и сопротивления их протеканию. Задачи моделирования при научном исследовании процессов. Математическое моделирование процессов. Механические, гидромеханические, теплофизические, массообменные, тепломассообменные, физико-химические и микробиологические процессы. Физическая сущность, теоретические основы процессов пищевой технологии. Техническая реализация процессов пищевых производств. Основные положения расчета аппаратов.

Предшествующими курсами в магистратуре и специалитете, на которых непосредственно базируется дисциплина являются: Инженерное прогнозирование техники пищевых технологий, Компьютерные технологии в пищевых производствах, Математические методы в инженерии пищевых производств, Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента и защита интеллектуальной собственности, Безопасность технологических процессов и производств, Системный анализ в пищевой инженерии, Компьютерное



проектирование комплексов пищевых производств, Управление качеством, стандартизация и подтверждение соответствия

Особенностью дисциплины (модуля) «Процессы и аппараты пищевых производств» формирование у аспирантов базы теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков технической направленности. Аспирантам в области процессов и аппаратов пищевых производств необходимо приобретение умений и навыков в области технологических процессов пищевой технологии; изучение физико-химических основ, механизма и закономерностей процессов пищевых производств их адаптация к перерабатываемому сырью, а также о машинах и агрегатах пищевых производств, исследованию их динамики и взаимодействия с окружающей средой; системного подхода при создании технологических линий, оценка стабильности их функционирования.

Это предполагает знания принципов и методов глубокой переработки сельскохозяйственного сырья, новых видов ресурсов и их применение в процессах пищевых производств.

**3. Общая трудоемкость дисциплины (модуля)** составляет 3 зачетных единиц, 108 часов, из которых 29 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (14 часов занятия лекционного типа, 14 часов занятия семинарского типа), 79 часов составляет самостоятельная работа аспиранта.

#### **4. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения программы аспирантуры**

Планируемый результат освоения дисциплины: способность к проведению исследований и анализу современных научных положений в области технологий пищевых систем из животного и растительного сырья

Контроль знаний аспирантов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация аспирантов – оценка знаний и умений проводится постоянно на практических занятиях с помощью опроса и тестирования, оценки самостоятельной работы аспирантов.

Промежуточная аттестация аспирантов проводится в форме итогового контроля по дисциплине – кандидатского экзамена.

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю) «Процессы и аппараты пищевых производств», соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы аспирантуры

№ п/п	Результат освоения дисциплины	В результате изучения дисциплины(модуля) обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
1	Способность к проведению исследований и анализу современных научных положений в области процессов и аппаратов пищевых производств	современные научные положения в области технологии пищевых систем из животного и растительного сырья	осуществлять поиск и принятие оптимальных решений при создании продукции с учетом требований качества, стоимости и сроков исполнения, в том числе с использованием цифровых средств и технологий, проводить работу по выпуску и реализации перспективных конкурентоспособных изделий, разработке планов и программ ор-	методами анализа, синтеза и обобщения данные по актуальным научным проблемам, относящимся к профессиональной области, методами математического моделирования, методами анализа сырья и пищевых продуктов, цифровыми средствами и технологиями

			ганизации инновационной деятельности на предприятии, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	
--	--	--	---	--

**5. Входные требования для освоения дисциплины (модуля),  
предварительные условия**

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний и умений по базовым дисциплинам в области современных технологий пищевых систем из животного и растительного сырья, нормативно-правовой базы обеспечения соответствия требованиям к качеству и безопасности, общепринятых и современных аналитических, экспертных и математических методов, и принципов формирования характеристик готовой продукции в система прослеживаемости.

**6. Формат обучения**

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются электронными и (или) печатными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

**7. Содержание дисциплины (модуля),  
виды учебных занятий и формы их проведения**

**7.1. Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по видам работ**

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

Таблица 2 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	зач. ед.	час.
<b>Общая трудоемкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>0,78</b>	<b>28</b>
Лекции (Л)	0,39	14
Практические занятия (ПЗ)		
Семинарские занятия (СЗ)	0,39	14
в т.ч. контактная работа в период аттестации		
<b>Самостоятельная работа (СРА)<sup>1</sup></b>	<b>2,19</b>	<b>79</b>
в том числе:		
реферат		
самоподготовка к текущему контролю знаний	2,19	79
др. виды		
Вид контроля:	<b>0,03</b>	<b>1</b>
	кандидатский экзамен	

## 7.2. Содержание дисциплины (модуля)

Таблица 3 – Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (модулей) <i>(укрупнённо)</i>	Всего, час.	Контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.
		Лекция	СЗ	Конт роль	
Введение	2	2	0	0	0
<b>Раздел I. Механические, гидромеханические и теплофизические процессы</b>	<b>27</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>17</b>
Тема 1. Назначение, физическая сущность и теоретические основы механических, гидромеханических и теплофизических процессов. Способы и классификация. Теоретические основы и основные закономерности осуществления механических и гидромеханических процессов.	13	2	4	0	7
Тема 2. Теоретические основы и основные закономерности осуществления теплофизических процессов. Аппараты для осуществления механических, гидромеханических и теплофизических процессов. Основы расчёта.	14	2	2	0	10
<b>Раздел II. Массообменные, теплообменные, физико-химические и микробиологические процессы</b>	<b>42</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>26</b>
Тема 1. Назначение, физическая сущность и теоретические основы массообменных, теплообменных процессов.	20	4	4	0	12

<sup>1</sup> Оставить только те виды учебной работы, которые включены в СРА по дисциплине

Наименование разделов и тем дисциплин (модулей) (укрупнённо)	Всего, час.	Контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.
		Лекция	СЗ	Конт роль	
Способы и классификация. Теоретические основы и основные закономерности осуществления массообменных, тепломассообменных процессов.					
Тема 2. Теоретические основы и основные закономерности осуществления физико-химических и микробиологических процессов. Аппараты для осуществления физико-химических и микробиологических процессов. Основы расчёта.	22	4	4	0	14
Подготовка к кандидатскому экзамену	36				36
Контактная работа в период аттестации	1			1	
<b>Итого по дисциплине (модулю)</b>	<b>108</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>79</b>

**Содержание дисциплины (модуля)  
Лекционные занятия**

**Раздел 1. Механические, гидромеханические и теплофизические процессы**

**Тема 1.** Назначение, физическая сущность и теоретические основы механических, гидромеханических и теплофизических процессов. Способы и классификация. Теоретические основы и основные закономерности осуществления механических и гидромеханических процессов.

**Тема 2.** Теоретические основы и основные закономерности осуществления теплофизических процессов. Аппараты для осуществления механических, гидромеханических и теплофизических процессов. Основы расчёта.

**Раздел 2. Массообменные, тепломассообменные, физико-химические и микробиологические процессы**

**Тема 1.** Назначение, физическая сущность и теоретические основы массообменных, тепломассообменных процессов. Способы и классификация. Теоретические основы и основные закономерности осуществления массообменных, тепломассообменных процессов.

**Тема 2.** Теоретические основы и основные закономерности осуществления физико-химических и микробиологических процессов. Аппараты для осуществления физико-химических и микробиологических процессов. Основы расчёта.

**Содержание практических/семинарских занятий по дисциплине и контрольных мероприятий**

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (укрупнено)	№ и название практических/семинарских занятий	Вид контрольного мероприятия	Количество академических часов
<b>Раздел 1. Механические, гидромеханические и теплофизические процессы</b>				<b>6</b>
	Тема 1 Назначение, физическая сущность и теоретические основы механических, гидромеханических и теплофизических процессов. Способы и классификация. Теоретические основы и основные закономерности осуществления механических и гидромеханических процессов.	Занятие № 1. Изучение процесса измельчения.	Опрос, защита результатов работы	2
		Занятие №2. Изучение процесса перемешивания.	Опрос, защита результатов работы	2
	Тема 2. Теоретические основы и основные закономерности осуществления теплофизических процессов. Аппараты для осуществления механических, гидромеханических и теплофизических процессов. Основы расчёта.	Занятие № 3. Изучение гидродинамики псевдооживленного слоя	Опрос, защита результатов работы	2
<b>Раздел 2. Массообменные, тепломассообменные, физико-химические и микробиологические процессы</b>				<b>8</b>
	Тема 1. Назначение, физическая сущность и теоретические основы массообменных, тепломассообменных процессов. Способы и классификация. Теоретические основы и основные закономерности осуществления массообменных, тепломассообменных процессов.	Занятие № 4. Изучение процесса нагрева и рекуперации теплоты	Опрос, защита результатов работы	2
		Занятие № 5. Изучение процесса выпаривания.	Опрос, защита результатов работы	2
	Тема 2. Теоретические основы и основные закономерности осуществления физико-химических и микробиологических процессов. Аппараты для осуществления физико-химических и микробиологических процессов. Основы расчёта.	Занятие № 6. Изучение процесса сушки	Опрос, защита результатов работы	2
		Занятие № 7 Изучение процесса стерилизации	Опрос, защита результатов работы	2
	<b>Итого по дисциплине (модулю)</b>			<b>14</b>



### 7.3. Образовательные технологии

Общее количество часов аудиторных занятий, проведённых с применением активных и интерактивных образовательных технологий составляет 12 часов (42 % от общей аудиторной трудоемкости дисциплины).

Таблица 4 – Активные и интерактивные формы проведения занятий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Кол-во часов
1	Тема 1. Назначение, физическая сущность и теоретические основы механических, гидромеханических и теплофизических процессов. Способы и классификация. Теоретические основы и основные закономерности осуществления механических и гидромеханических процессов.	л	Интерактивная лекция и презентация	2
2	Тема 2. Теоретические основы и основные закономерности осуществления теплофизических процессов. Аппараты для осуществления механических, гидромеханических и теплофизических процессов. Основы расчёта.	л	Интерактивная лекция и презентация	2
3	Тема 3. Назначение, физическая сущность и теоретические основы массообменных, теплообменных процессов. Способы и классификация. Теоретические основы и основные закономерности осуществления массообменных, теплообменных процессов.	л	Интерактивная лекция и презентация	2
4	Тема 4. Теоретические основы и основные закономерности осуществления физико-химических и микробиологических процессов. Аппараты для осуществления физико-химических и микробиологических процессов. Основы расчёта.	л	Интерактивная лекция и презентация	2
Всего				12

8. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы  
аспирантов по дисциплине (модулю):

8.1. Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины (модуля)  
«Процессы и аппараты пищевых производств»

Таблица 5 – Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
<b>Раздел 1 Механические, гидромеханические и теплофизические процессы</b>			<b>17</b>
1.	Тема 1 Назначение, физическая сущность и теоретические основы механических, гидромеханических и теплофизических процессов. Способы и классификация. Теоретические основы и основные закономерности осуществления механических и гидромеханических процессов	<p>Основные понятия и определения. Классификация изучаемых процессов и аппаратов. Балансы массы и энергии процессов. Статика и кинетика процессов. Изучение процессов на микро- и макромолекулярном уровнях с использованием молекулярно - кинетического и термодинамического принципов описания их закономерностей.</p> <p>Выражение движущей силы процессов и сопротивления их протеканию. Задачи моделирования при научном исследовании процессов. Понятие о системном анализе как методе изучения процессов. Математическое моделирование процессов.</p> <p>Образование и разделение фаз дисперсных систем и их применение в переработке растительного сырья. Классификация неоднородных систем и способов их разделения. Интенсификация осаждения. Устройство и основные положения расчета отстойников, осадительных центрифуг, циклонов, сепараторов и электроосадителей пыли. Основы теории фильтрования. Мембраны. Мембранное разделение дисперсных систем. Виды мешалок. Расход энергии на перемешивание, продолжительность процесса. Теоретические основы процессов резания. Работа деформации и разрушения.. Затраты энергии при измельчении. Работа резания. Виды прессования в зависимости от назначения. Способы формирования прессованием. Экструзия, гранулирование, брикетирование, отжим.</p>	7
2.	Тема 2. Теоретические основы и основные закономерности осуществления теплофизических процессов. Аппараты для осуществления механических, гидромеханических и теплофизических процессов. Основы расчёта	<p>Средняя разность температур сред в процессах нагревания и охлаждения. Применение основных положений, законов переноса тепла, теории теплового подобия для математического моделирования и расчета теплообменных процессов. Процессы замораживания и размораживания. Выпаривание, назначение и физическая сущность процесса. Балансы массы и тепловой энергии процессов выпаривания. Основные положения расчета многокорпусных установок.</p> <p>Назначение и физическая сущность конденсации. Конденсация паров. Устройство конденсаторов. Расчет барометрического конденсатора</p>	10

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
<b>Раздел 2. Массообменные, тепломассообменные, физико-химические и микробиологические процессы</b>			<b>26</b>
3.	Тема 1. Назначение, физическая сущность и теоретические основы массообменных, тепломассообменных процессов. Способы и классификация. Теоретические основы и основные закономерности осуществления массообменных, тепломассообменных процессов.	Движущая сила тепломассообменных процессов. Тепловые процессы без изменения агрегатного состояния. Физическая сущность и особенности тепло- и массопереноса. Режимы процесса. Коэффициент теплопередачи при использовании различных способов. Материальный и тепловой балансы. Классификация массообменных процессов по характеру обмена, по структуре и агрегатному состоянию отдельных фаз. Одно, двух и трехфазная системы. Гомогенные и гетерогенные системы. Механизм переноса теплоты и массы. Интенсификация теплопередачи.	12
4.	Тема 2. Теоретические основы и основные закономерности осуществления физико-химических и микробиологических процессов. Аппараты для осуществления физико-химических и микробиологических процессов. Основы расчёта	Назначение и физическая сущность копчения. Параметры состояния влажного воздуха. 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. Электрофизические процессы. Классификация микробиологических процессов. Теоретические основы микробиологических процессов. Процессы инактивации микроорганизмов. Классификация процессов тепловой инактивации микроорганизмов. Сущность и назначение процессов инактивации микроорганизмов. Теоретические основы процессов тепловой инактивации микроорганизмов. Аппараты для тепловой инактивации микроорганизмов.	14
	Подготовка к кандидатскому экзамену	Перечень вопросов изучения дисциплины	36
<b>ВСЕГО</b>			<b>79</b>

**9. Форма промежуточной аттестации и оценочные материалы, включающие:**

Паспорт оценочного средства

№ п/п	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины	Контролируемый результат освоения дисциплины или его часть	Оценочные средства		Способ контроля
			Наименование	№ задания	
	<b>Раздел 1 Механические, гидромеханические и теплофизические процессы.</b> Тема 1 Назначение, физическая сущность и теоретические основы	Способность к проведению исследований и анализу современных научных положений в области процессов и аппа-	Вопросы к за- нятию	Занятие № 1 Занятие № 2	Опрос, защита результатов работы

<p>механических, гидромеханических и теплофизических процессов. Способы и классификация. Теоретические основы и основные закономерности осуществления механических и гидромеханических процессов</p>	<p>ратов пищевых производств</p>			
<p><b>Раздел 1 Механические, гидромеханические и теплофизические процессы.</b> Теоретические основы и основные закономерности осуществления теплофизических процессов. Аппараты для осуществления механических, гидромеханических и теплофизических процессов. Основы расчёта</p>		<p>Вопросы к занятию</p>	<p>Занятие № 3</p>	<p>Опрос, защита результатов работы</p>
<p><b>Раздел 2. Массообменные, тепломассообменные, физико-химические и микробиологические процессы</b> Тема 1. Назначение, физическая сущность и теоретические основы массообменных, тепломассообменных процессов. Способы и классификация. Теоретические основы и основные закономерности осуществления массообменных, тепломассообменных процессов</p>		<p>Вопросы к занятию</p>	<p>Занятие № 4 и № 5</p>	<p>Опрос, защита результатов работы</p>
<p><b>Раздел 2. Массообменные, тепломассообменные, физико-химические и микробиологические процессы</b> Тема 2. Теоретические основы и основные закономерности осу-</p>		<p>Вопросы к занятию</p>	<p>Занятие № 6 и № 7</p>	<p>Опрос, защита результатов работы</p>

<p>ществления физико-химических и микробиологических процессов. Аппараты для осуществления физико-химических и микробиологических процессов. Основы расчёта</p>				
---	--	--	--	--

Показатели и критерии определения уровня сформированности  
результата освоения дисциплины

№ п/п	Результат освоения дисциплины или его часть	Уровень сформированности результата освоения дисциплины		
		Пороговый	Достаточный	Повышенный
	Способность к проведению исследований и анализу современных научных положений в области процессов и аппаратов пищевых производств	<p><u>Знать:</u> Общие, но не структурированные знания объектов и методов исследований, фундаментальные и современные научные положения в области процессов и аппаратов пищевых производств</p> <p><u>Уметь:</u> В целом успешно, но не систематически самостоятельно ставить задачу исследований в области исследования, проектирования процессов и аппаратов пищевых производств, в том числе с использованием цифровых средств и технологий</p> <p><u>Владеть:</u> В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа, синтеза и обобщения данных, методов математического моделирования, расчёта и анализа процессов и аппаратов пищевых</p>	<p><u>Знать:</u> Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о современных научных положениях в области процессов пищевых производств, методов анализа, синтеза и обобщения данных по актуальным научным проблемам, относящимся к профессиональной области, методов математического моделирования, методов анализа цифровых средств и технологий.</p> <p><u>Уметь:</u> В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы в самостоятельной постановке задач исследований обоснования оптимальных решений при создании перспективной конкурен-</p>	<p><u>Знать:</u> Сформированные систематические знания объектов и методов исследований, а также о современных научных положениях в области процессов и аппаратов пищевых производств, методов анализа, синтеза и обобщения данных по актуальным научным проблемам, относящимся к профессиональной области, методов математического моделирования, методов анализа процессов пищевой технологии, цифровых средств и технологий.</p> <p><u>Уметь:</u> Сформированное умение самостоятельно ставить задачу исследований в области решения практических задач в сфере выпуска и реализации перспективных конку-</p>



		<p>производств, в т.ч. цифровых средств и технологий</p>	<p>тоспособной продукции с учетом требований качества, стоимости и сроков исполнения, в том числе с использованием цифровых средств и технологий, разработки планов и программ организации инновационной деятельности на предприятии, в том числе с использованием цифровых средств и технологий</p> <p><u>Владеть:</u> В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применения навыков использования методов анализа, синтеза и обобщения данных, методов математического моделирования, методов анализа процессов и аппаратов пищевых производств, в т.ч. цифровых средств и технологий</p>	<p>рентоспособных изделий и разработки планов и программ организации инновационной деятельности на предприятии</p> <p><u>Владеть:</u> Успешное и систематическое применение навыков методов анализа, синтеза и обобщения данных, методов математического моделирования, процессов и аппаратов пищевых производств в т.ч. цифровых средств и технологий</p>
--	--	--	--	--

Контрольные задания и иные материалы оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования результата освоения дисциплины «Процессы и аппараты пищевых производств»

**Вопросы к занятию № 1. Изучение процесса измельчения.**

1. Назначение и физическая сущность процесса измельчения
2. Движущая сила процесса измельчения
3. Способы и виды измельчения
4. Что такое степень измельчения
5. С какой целью строят кривую распределения измельчённого материала
6. Как определить затраты энергии при измельчении.
7. Работа резания
8. Классификация аппаратов для измельчения

**Вопросы к занятию № 2. Изучение процесса перемешивания**

1. Перемешивание. Способы перемешивания.
2. Движущая сила процесса измельчения
3. Расчет мощности перемешивания.
4. Способы интенсификации процесса перемешивания
5. Физический смысл критерия  $Eu$  при перемешивании
6. Физический смысл критерия  $Re$  при перемешивании
7. Критериальное уравнение перемешивания
8. Типы мешалок

**Вопросы к занятию № 3. Изучение гидродинамики псевдооживленного слоя**

1. Назначение, физическая сущность псевдооживления
2. Область применения псевдооживленного слоя
3. Что такое первая критическая скорость?
4. Что такое вторая критическая скорость?
5. Физический смысл критерия  $Lu$
6. Как определить начало псевдооживления зернистого материала?
7. Как определяют режимы псевдооживления при обработке зернистых материалов в соответствующих процессах, например, сушки, замораживания и др.?

**Вопросы к занятию № 4. Изучение процесса нагрева и рекуперации теплоты**

1. Классификация теплообменных процессов. Дифференциальное уравнение теплопроводности (закон Фурье). Основной закон теплоотдачи (закон Ньютона). Температурное поле и температурный градиент.
2. Основной закон теплопередачи. Определение тепловых нагрузок.
3. Движущая сила теплообменных процессов.
4. Теплопередача через однослойную и многослойную плоскую стенку. Коэффициент теплопередачи и его зависимость от скорости движения продукта
5. Тепловое подобие. Расчет коэффициентов теплоотдачи.
5. Нагревание и охлаждение. Расход острого и "глухого" пара на нагревание жидкости. Расход воды на охлаждение жидкости.
7. Классификация теплообменных аппаратов. Конструкции и принцип действия теплообменных аппаратов.
8. Тепловое подобие. Расчет коэффициентов теплоотдачи.
9. Коэффициент теплопередачи, определение и физический смысл
10. Рекуперация теплоты. Физический смысл коэффициента регенерации
11. Классификация теплообменных аппаратов. Конструкции и принцип действия теплообменных аппаратов.
12. С какой целью проводят тепловой расчёт аппаратов

**Вопросы к занятию № 5. Изучение процесса выпаривания**

1. Назначение и физическая сущность процесса выпаривания
2. Движущая сила процесса выпаривания
3. Что такое полезная разность температур?
4. Что такое полная разность температур?
5. Что такое температурная депрессия?
6. Что такое гидростатическая депрессия?
7. Что такое физико-химическая депрессия
8. Что такое полная депрессия при выпаривании?

**Вопросы к занятию № 6. Изучение процесса сушки**

1. Классификация массообменных процессов
2. Понятие о движущей силе массообменных процессов

3. Способы сушки
4. Параметры состояния влажного воздуха
5. Что такое влажность, относительная и абсолютная влажность и влагосодержание?
6. Закон массоотдачи А.Н. Шукарева
7. Понятие о термодиффузии, коэффициент термодиффузии
8. Молекулярная диффузия. Первый закон Фика
9. Массопередача, массоотдача, массопроводность. Основное уравнение массопередачи.
10. Классификация сушильных установок.

### Вопросы к занятию № 7. Изучение процесса стерилизации

1. Что такое стерилизация? Назначение и сущность процесса.
2. Способы стерилизации
3. Виды стерилизации
4. Классификация процессов стерилизации
5. Что такое формула стерилизации?
6. Пастеризация. Назначение и сущность процесса. Критерий Пастера.
7. Классификация аппаратов для стерилизации
8. Что такое коэффициент стерилизующего действия

### Контроль оформления и выполнения заданий

Выполнение и оформление каждого задания включает в себя запись студентом в своей рабочей тетради названия и цели работы, теоретического материала по выполняемому заданию, описание используемых в работе методов, алгоритмы выполнения задания (если предусмотрено), методики расчёта, результаты выполнения задания, обработку полученных данных и выводов по результатам работы. Оценки оформления и выполнения задания сводятся к оценке наличия перечисленных разделов и их правильности. В ряде случаев предусмотрена защита занятий, проходящий в форме устного опроса (см. ниже).

#### Критерии оценки (оформление и выполнение практических заданий)

Оценка	Критерии оценивания
Удовлетворительно (зачтено)	Удовлетворительную (зачтено) оценку заслуживает студент, освоивший практически все знания, умения, компетенции и теоретический материал (допускается незначительные пробелы в знаниях и умениях, выражающиеся в неточных, но в целом правильных ответах) предусмотренные при выполнении данной семинарской работы
Неудовлетворительно (незачтено)	Неудовлетворительную (незачтено) оценку заслуживает студент, не освоивший существенную часть знаний, умений, компетенций и теоретического материала (выражающиеся в принципиально неправильных ответах студента, указывающие на непонимание или незнание материала), предусмотренные при выполнении данной семинарской работы, и/или не выполнивший самостоятельно заданий семинарской работы

#### Примерный перечень вопросов к защите занятия

В рамках защиты выполнения занятий проводится устный опрос студента по теме занятия. Примерный перечень вопросов для проведения устного опроса студентов по семинарскому занятию:

1. Назовите цель проведения занятия.
2. Какие основные теоретические данные были Вами изучены при подготовке к занятию?
3. Перечислите основные методы, применяемые в данной области исследований.



4. Назовите классификацию изучаемого процесса.
5. Назовите объекты и методы исследования, используемые при выполнении данного задания.
6. Как осуществлялись проводимые на занятии исследования?
7. Какие результаты были получены при выполнении задания?
8. Как проводилась обработка результатов исследования?
9. Какие выводы можно сделать на основании полученных результатов?

#### Критерии оценки (устный опрос)

Оценка	Критерии оценивания
Удовлетворительно (зачтено)	Удовлетворительную (зачтено) оценку заслуживает студент, которой представлены все требуемые разделы работы (название и цель работы, теоретический материал по выполняемому заданию, описание используемых в работе методов, алгоритм выполнения задания (если предусмотрено), результаты выполнения задания, обработка полученных данных и выводы по результатам работы), выполненные на высоком или среднем профессиональном уровне. Допускаются несущественные неточности в оформлении и содержании.
Неудовлетворительно (незачтено)	Неудовлетворительную (незачтено) оценку заслуживает работа, в которой не представлены все требуемые разделы работы (название, теоретический материал по выполняемому заданию, описание используемых в работе методов, алгоритм выполнения задания (если предусмотрено), результаты выполнения задания, обработка полученных данных и выводы по результатам работы), и/или выполненные на крайне низком профессиональном уровне, и/или содержат грубые ошибки (в таком случае студент должен защитить работу, сделать работу над ошибками)

**Перечень вопросов к кандидатскому экзамену представлен в Программе кандидатского экзамена, принимается на Ученом совете института и утверждается профильным проректором**

- Методические материалы, определяющие процедуру оценивания результатов обучения. В критерии оценки знаний входят:
  - уровень освоения обучающимся материала, предусмотренного учебной программой;
  - умение аспиранта использовать знания при ответе в определенной речевой ситуации;
  - четкость и грамотность изложения ответа.

#### Критерии оценивания ответа аспиранта

Таблица 6 – Критерии оценивания ответа аспиранта в ходе кандидатского экзамена

Оценка	Критерий
<b>«ОТЛИЧНО»</b>	оценку «отлично» заслуживает аспирант, 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, аспирант использует знания при ответе в определенной речевой ситуации, четко и грамотно излагает материал.
<b>«ХОРОШО»</b>	оценку «хорошо» заслуживает аспирант, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический матери-

	ал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки, аспирант использует знания при ответе в определенной речевой ситуации, четко и грамотно излагает материал.
<b>«УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО»</b>	оценку «удовлетворительно» заслуживает аспирант, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
<b>«НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО»</b>	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

**Формы промежуточной аттестации по дисциплине:** кандидатский экзамен.

## 10. Ресурсное обеспечение:

### 10.1 Перечень основной литературы

1. Процессы и аппараты пищевой технологии: учебное пособие / С.А. Бредихин, А.С. Бредихин, В.Г. Жуков, Ю.В. Космодемьянский; под редакцией С.А. Бредихина. 2-е издание — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 544 с. — ISBN 978-5-8114-1635-6. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/50164>

2. Процессы и аппараты. Расчет и проектирование аппаратов для тепловых и тепло-массообменных процессов: учебное пособие / А.Н. Остриков, В.Н. Василенко, Л.Н. Фролова, А.В. Терехина. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 440 с. — ISBN 978-5-8114-3143-4. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/109507>

3. Процессы и аппараты перерабатывающих производств и биотехнологии : учебное пособие / Д.М. Бородулин, М.Т. Шулбаева, Е.А. Сафонова, Е.А. Вагайцева. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 292 с. — ISBN 978-5-8114-5136-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/132259>

4. Научные принципы и методология управления качеством и безопасностью пищевых продуктов: монография / Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва); Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). - Электрон. текстовые дан. - Москва: [б. и.], 2022. - 250 с. - URL: [http://elib.timacad.ru/dl/full/s26122022NP\\_MUK\\_BPP.pdf](http://elib.timacad.ru/dl/full/s26122022NP_MUK_BPP.pdf). - Режим доступа: Свободный доступ из сети Интернет (чтение, печать, копирование). - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. - ISBN 978-5-00166-806-0: Б. ц. - Текст: электронный.

### 10.2 Перечень дополнительной литературы

1. 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>

2. Алексеев, Г.В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Процессы и аппараты перерабатывающих производств»: учебное пособие / Г.В. Алексеев, И.И. Бриденко, Н.И. Лукин. — Санкт-Петербург: Лань, 2011. — 144 с. — ISBN 978-5-8114-1135-1. — Текст:



электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4121>

4. Дунченко, Н. И. Управление качеством продукции. Пищевая промышленность. Для магистров: учебник / Н. И. Дунченко, М. П. Щетинин, В. С. Янковская. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 244 с. — ISBN 978-5-8114-4999-6. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130478> (дата обращения: 30.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### 10.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Электронно-библиотечные системы (ЭБС), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. <http://elibrary.ru/> – научная электронная библиотека. В библиотеке представлены полнотекстовые источники по всем разделам дисциплины.  
<http://www.biblioclub.ru/> - Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн. (открытый доступ)
2. <http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система (ЭБС) на платформе издательства «Лань». (открытый доступ)
3. <http://newgreenfield.ru/> - Статьи по технологическим процессам и аппаратам переработки пищевого сырья
4. <http://www.gost.ru> (открытый доступ)
5. <http://www.labrate.ru/qualimetry.htm> (открытый доступ)
6. <http://food-standard.ru> (открытый доступ)
7. [www.rospotrebnadzor.ru](http://www.rospotrebnadzor.ru) (открытый доступ)
8. <http://www.complexdoc.ru> (открытый доступ)
9. <http://www.eLibrary.ru> (открытый доступ)
10. <http://www.gks.ru> (открытый доступ)
11. <http://newgreenfield.ru/> (открытый доступ)

### 10.4 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

Таблица 9

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Разделы 1-2	Microsoft Word	офисный	Microsoft	2000 и более поздние версии
2		Microsoft Excel	офисный	Microsoft	2000 и более поздние версии
3		Microsoft PowerPoint	офисный	Microsoft	2000 и более поздние версии

### 10.5 Описание материально-технической базы

Для реализации программы подготовки по дисциплине (модулю) «Процессы и аппараты пищевых производств» перечень материально-технического обеспечения включает:

1. Лаборатория «Процессы и аппараты пищевых производств»
2. Лаборатория «Аддитивные технологии пищевых и перерабатывающих производств»
3. «Лаборатория Проектирования пищевых и перерабатывающих производств»
4. Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием
5. Компьютерный класс

Кафедра располагает следующими учебными аудиториями для занятий семинарского типа, текущего и промежуточного контроля, индивидуальных консультаций и для проведения научных исследований.

### **10.5.1 Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий**

Для проведения теоретических занятий по дисциплине (модулю) «Процессы и аппараты пищевых производств» необходимы: Аудитории для занятий семинарского типа, текущего и промежуточного контроля, индивидуальных консультаций, для проведения научных исследований.

### **10.5.2 Требования к специализированному оборудованию**

Проведение занятий осуществляется в аудиториях, оборудованных специализированным оборудованием: дифференциальный сканирующий калориметр Netzsch, Ротационный визкозиметр, Цифровой микроскоп, Ультразвуковой технологический аппарат высокочастотный модель ЛУК 0,15/60-О-1 шт., Ультразвуковой технологический аппарат низкочастотный модель 43ТА-1/22-ОМ -1 шт., Мешалка для пищевых продуктов с подогревом марки ThermomixTM6 -1 шт., Прибор для измерения уровня кавитации-1 шт., 3D-принтер MagnumCreative 2 SW с пищевой приставкой -1 шт. и другое оборудование.

## **11. Методические рекомендации аспирантам по освоению дисциплины (модуля)**

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) аспирантов с преподавателем и самостоятельная работа аспирантов). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку аспирантов и проведение текущего контроля успеваемости:

лекции (занятия лекционного типа);

семинарские занятия;

групповые консультации;

индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;

самостоятельная работа обучающихся.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине (модулю)**

При преподавании курса необходимо ориентироваться на современные образовательные технологии путем группового способа обучения на семинарских занятиях, разбора конкретных ситуаций и интерактивного обсуждения результатов. Реализация компетентностного подхода должна обеспечиваться широким использованием активных и интерактивных форм проведения занятий, профориентацией в процессе обучения, посещением профильных предприятий и научно-исследовательских институтов.

Текущий контроль успеваемости студентов и промежуточную аттестацию следует проводить путем тестирования. Самостоятельная работа должна быть направлена на углубленное изучение основополагающих разделов дисциплины, а также изучение разделов, в недостаточной мере рассматриваемых на лекционных и семинарских занятиях.

**Автор рабочей программы:**

д.т.н., профессор, Бредихин С.А.

  
(подпись)