

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гнатюк Сергей Иванович
Должность: Первый проректор
Дата подписания: 26.02.2026 10:07:57
Уникальный программный ключ:
5ede28fe5b714e680817c5c132d4ba793a6b4411

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ К.Е. ВОРОШИЛОВА»**

«Утверждаю»

Декан факультета пищевых технологий

Соколенко Н.М. _____

«29» апреля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

учебной дисциплины «Процессы и аппараты пищевых производств»
для направления подготовки 19.03.03 Продукты питания животного происхождения
направленность (профиль) Технология молока и молочных продуктов

Год начала подготовки – 2025

Квалификация выпускника – бакалавр

Луганск, 2025

Рабочая программа составлена с учетом требований:

- порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 06.04.2021 № 245;
- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 19.03.03 Продукты питания животного происхождения, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 11.08.2020 № 936 (с изменениями и дополнениями).

Преподаватели, подготовившие рабочую программу:

канд. техн. наук, доцент _____ В.П. Лавицкий

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры технологии молока и молокопродуктов (протокол № 9 от 02.04.2025).

Заведующий кафедрой _____ **В.П. Лавицкий**

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией факультета пищевых технологий (протокол № 9 от 24.04.2025).

Председатель методической комиссии _____ **А.К. Пивовар**

Руководитель основной профессиональной образовательной программы _____ **В.П. Лавицкий**

1. Предмет. Цели и задачи дисциплины, её место в структуре образовательной программы

Процессы и аппараты пищевых производств - это дисциплина являющаяся теоретической основой пищевой технологии, позволяющей проанализировать и рассчитать процесс, определить оптимальные параметры, разработать и рассчитать аппаратуру для его проведения.

Предметом дисциплины являются физико-химические законы, которые лежат в основе гидромеханических, тепловых, массообменных и механических процессов, методы обработки пищевых продуктов, аппараты для реализации технологических процессов.

Целью дисциплины является подготовка студентов к производственно-технологической деятельности, связанной с пищевыми производствами.

Основные задачи изучения дисциплины:

- ознакомить студентов с основными принципами организации проведения процессов пищевых производств, их закономерностями и с аппаратурным оформлением процессов;
- обеспечить усвоение студентами методик расчета процессов и аппаратов;
- научить обосновывать предложения по совершенствованию технологических процессов и аппаратов;
- осмысление глубины отдельных вопросов (частей) материала, что должно заставить студента более осознанно подойти к изучению этих частей.

Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Процессы и аппараты пищевых производств» относится к дисциплинам обязательной части (Б1.О.30) основной профессиональной образовательной программы высшего образования (далее – ОПОП ВО).

Дисциплина читается в 5 и 6 семестрах, основывается на базе дисциплин: «Высшая математика», «Физика», «Физическая и коллоидная химия», «Теплотехника».

Является основой для изучения дисциплин: «Технологическое оборудование молочной отрасли», «Технология молока и молочных продуктов».

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Коды компетенций	Формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-3	Способен использовать знания инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов	<p>ОПК.3.1. Обосновывает выбор современного технологического оборудования для профессиональных задач</p>	<p>Знать: - основные законы физики, химии; основные понятия технологии производства пищевых продуктов; - методики расчета и подбора технологического оборудования.</p> <p>Уметь: - проектировать, подбирать оборудование и системы автоматизации технологических процессов, производства продуктов питания; - разрабатывать в соответствии с требованиями действующих стандартов техническую документацию.</p> <p>Иметь навыки: - использования методов определения основных показателей работы технологического оборудования; - владения терминологией, принятой в области изучения технологического оборудования.</p>
		<p>ОПК.3.2. Демонстрирует знания инженерных процессов при решении технологических задач</p>	<p>Знать: основные технологические процессы производства продуктов питания.</p> <p>Уметь: использовать в процессе производства продуктов питания ресурсо- и энергосберегающие технологии.</p> <p>Иметь навыки: использования методик расчета производственных мощностей, загрузки и подбора машин и аппаратов пищевой промышленности.</p>

3. Объём дисциплины и виды учебной работы

Виды работ	Очная форма обучения		Заочная форма обучения	Очно-заочная форма обучения	
	всего	в т.ч. по семестрам		всего	всего
		5 семестр	6 семестр	всего	всего
Общая трудоёмкость дисциплины, зач. ед./часов, в том числе:	7/252	3/108	4/144	7/252	-
Контактная работа, часов:	160	64	96	26	-
-лекции	64	32	32	12	-
-практические занятия	-	-	-	-	-
-лабораторные работы	64	32	32	14	-
Самостоятельная работа, часов	65	44	21	226	-
Курсовой проект	+	-	+	+	-
Контроль, часов	27	-	27	-	-
КРВЭС	32	-	32	-	-
Вид промежуточной аттестации (зачёт, экзамен)		зачёт	экзамен	экзамен	-

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план).

Раздел дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	КРВЭС	СРС
очная форма обучения					
5 семестр					
Модуль 1. Основные положения и научные основы дисциплины	8	-	4	-	14
Тема 1. Введение. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов	2	-	4	-	4
Тема 2. Основы рационального конструирования и моделирования процессов и аппаратов	4	-	-	-	6
Тема 3. Основы теории подобия.	2	-	-	-	4
Модуль 2. Гидромеханические процессы	18	-	24	-	18
Тема 4. Основы гидравлики	6	-	4	-	6
Тема 5. Разделение жидких неоднородных систем	8	-	12	-	6
Тема 6. Перемешивание пищевых масс. Псевдооживление.	4	-	8	-	6
Модуль 3. Механические процессы.	6	-	4	-	12
Тема 7. Измельчение. Смешивание и разделение сыпучих продуктов.	4	-	4	-	6
Тема 8. Прессование.	2	-	-	-	6
Итого	32	-	32	-	44
6 семестр					
Модуль 4. Тепловые процессы.	14	-	14	14	9
Тема 9. Общие сведения о тепловых процессах	2	-	2	2	2
Тема 10. Нагревание. Охлаждение. Конденсация.	6	-	4	4	3
Тема 11. Выпаривание.	4	-	4	4	2
Тема 12. Основы холодильной техники.	2	-	4	4	2

Модуль 5. Массообменные процессы.	18	-	18	16	12
Тема 13. Общие сведения о массообменных процессах.	2	-	2	2	2
Тема 14. Сорбционные процессы.	4	-	-	4	2
Тема 15. Сушка пищевых материалов.	2	-	8	2	2
Тема 16. Перегонка. Ректификация.	4	-	4	4	2
Тема 17. Экстрагирование. Кристаллизация.	4	-	4	4	2
Тема 18. Биохимические процессы	2	-	-	2	2
Итого	24	-	32	32	21
заочная форма обучения					
5 семестр					
Модуль 1. Основные положения и научные основы дисциплины	2	-	2	-	28
Тема 1. Введение. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов	1	-	1	-	8
Тема 2. Основы рационального конструирования и моделирования процессов и аппаратов	-	-	1	-	10
Тема 3. Основы теории подобия.	1	-	-	-	10
Модуль 2. Гидромеханические процессы	2	-	2	-	40
Тема 4. Основы гидравлики	0,5	-	-	-	14
Тема 5. Разделение жидких неоднородных систем	1	-	2	-	14
Тема 6. Перемешивание пищевых масс. Псевдооживление.	0,5	-	-	-	12
Модуль 3. Механические процессы.	2	-	2	-	28
Тема 7. Измельчение. Смешивание и разделение сыпучих продуктов.	2	-	2	-	14
Тема 8. Прессование.	-	-	-	-	14
Итого	6	-	6	-	96
6 семестр					
Модуль 4. Тепловые процессы.	3	-	2	-	52
Тема 9. Общие сведения о тепловых процессах	0,5	-	0,5	-	12
Тема 10. Нагревание. Охлаждение. Конденсация.	1	-	1	-	16
Тема 11. Выпаривание.	1	-	0,5	-	12
Тема 12. Основы холодильной техники.	0,5	-	-	-	12
Модуль 5. Массообменные процессы.	3	-	4	-	78
Тема 13. Общие сведения о массообменных процессах.	0,5	-	1	-	12
Тема 14. Сорбционные процессы.	0,5	-	1	-	14
Тема 15. Сушка пищевых материалов.	0,5	-	1	-	14
Тема 16. Перегонка. Ректификация.	0,5	-	0,5	-	14
Тема 17. Экстрагирование. Кристаллизация.	0,5	-	0,5	-	14
Тема 18. Биохимические процессы	0,5	-	-	-	10
Итого	6	-	8	-	130
Очно-заочная форма обучения					
	-	-	-	-	-

4.2. Содержание разделов учебной дисциплины

Модуль 1. Основные положения и научные основы дисциплины

Тема 1. Введение. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов.

Возникновение и развитие науки о процессах и аппаратах. Классификация основных процессов пищевой технологии.

Основные закономерности технологических процессов. Законы сохранения массы и энергии (уравнения материального и теплового балансов). Равновесие в системе. Понятие о движущей силе и скорости протекания процесса. Основное кинетическое уравнение. Классификация процессов на основе движущей силы. Процессы установившиеся и неустойчивые, непрерывные и периодические.

Тема 2. Основы рационального конструирования и моделирования процессов и аппаратов.

Методы моделирования. Понятие оптимизации процесса. Методы расчета и проектирования процессов и аппаратов.

Тема 3. Основы теории подобия.

Основные положения теории подобия. Теоремы подобия. Материалы, используемые для изготовления аппаратов пищевых производств.

Модуль 2. Гидромеханические процессы

Тема 4. Основы гидравлики.

Законы гидростатики. Основные физические свойства жидкостей. Плотность, удельный вес, давление, вязкость, поверхностное натяжение. Гидростатическое давление. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Практические приложения основного уравнения гидростатики. Законы гидродинамики. Основные характеристики движения жидкости. Скорость и расход жидкости. Гидравлический радиус и эквивалентный диаметр. Установившийся и неустойчивый потоки. Режим движения жидкости. Распределение скоростей и расход жидкости при установившемся ламинарном потоке. Уравнение Бернулли, его геометрический и энергетический смысл. Гидравлические сопротивления в трубопроводах. Сопротивления трения при ламинарном режиме движения жидкости в трубах. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы. Местные сопротивления. Расчет диаметра трубопроводов.

Перемещение жидкостей и газов. Классификация насосов. Основные параметры насосов. Схема насосной станции. Компрессоры, их классификация и использование. Вентиляторы, их классификация и использование.

Тема 5. Разделение жидких неоднородных систем.

Разделение жидких неоднородных систем. Классификация неоднородных систем и способов их разделения. Место процессов разделения неоднородных систем в пищевой технологии и мероприятия по охране окружающей среды. Отстаивание. Основные закономерности. Определение скорости осаждения. Расчет производительности отстойников. Отстойники для суспензий и эмульсий. Осаждение в центробежном поле. Закономерности процесса разделения неоднородных систем в поле центробежных сил. Отстойные центрифуги и сепараторы. Центробежное фильтрование. Фильтрующие центрифуги. Фильтрование. Физические основы процесса. Основное уравнение фильтрования. Фильтрование при постоянной движущей силе. Фильтрование при постоянной скорости процесса. Явления, осложняющие процесс фильтрования. Конструкции фильтров. Интенсификация работы фильтров. Основные направления интенсификации процессов разделения жидких неоднородных систем. Теоретические основы разделения обратным осмосом и ультрафильтрацией. Устройство мембранных аппаратов.

Тема 6. Перемешивание пищевых масс. Псевдооживление

Перемешивание пищевых масс. Назначение процесса. Способы перемешивания. Эффективность и интенсивность перемешивания. Механическое перемешивание. Расчет потребляемой мощности. Конструкции механических мешалок их сравнительная оценка. Характеристика процесса псевдооживления. Кривая псевдооживления. Аппараты для псевдооживления.

Модуль 3. Механические процессы.

Тема 7. Измельчение. Смешивание и разделение сыпучих продуктов.

Физические основы измельчения. Классификация способов измельчения. Оборудование для измельчения твердых материалов. Классификация способов сортировки. Просеивания. Воздушная

сепарация. Гидравлическая классификация.

Тема 8. Прессование.

Обработка материалов давлением. Назначение и классификация процессов. Формование пластических материалов. Прессование. Оборудование для обработки продуктов прессованием.

Модуль 4. Тепловые процессы.

Тема 9. Общие сведения о тепловых процессах.

Классификация тепловых процессов. Основные теплоносители. Способы нагревания и охлаждения. Основные положения теории теплопередачи. Способы переноса теплоты. Излучение, теплопроводность, конвекция. Теплоотдача. Расчет коэффициентов теплоотдачи. Критериальные уравнения конвективной теплоотдачи.

Тема 10. Нагревание. Охлаждение. Конденсация

Теплопередача. Основное уравнение теплопередачи. Средняя движущая сила процесса. Теплоотдача без изменения агрегатного состояния. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния. Теплопередача через плоскую стенку. Конденсация, характеристика оборудования. Конденсация. Способы конденсации. Классификация конденсаторов. Поверхностные конденсаторы, особенности расчета. Конденсаторы смешения, принцип действия и устройство. Расчет конденсатора смешения. Пути совершенствования процессов конденсации.

Тема 11. Выпаривание

Выпаривание. Цели и задачи процесса выпаривания. Способы выпаривания. Однокорпусная выпарная установка. Расчет однокорпусной выпарной установки. Материальный и тепловой балансы. Удельный расход греющего пара. Общая и полезная разность температур. Многокорпусные выпарные установки (МВУ), сравнительный анализ различных схем работы. Особенности расчета МВУ. Пути интенсификации процесса выпаривания.

Тема 12. Основы холодильной техники.

Общие сведения. Термодинамические основы получения холода. Другие методы получения низких температур. Компрессионные паровые холодильные машины. Абсорбционные холодильные машины. Пароводяные эжекторные холодильные машины.

Модуль 5. Массообменные процессы.

Тема 13. Общие сведения о массообменных процессах.

Классификация массообменных процессов. Равновесие при массопередаче. Линия равновесия. Рабочая линия. Направление массопередачи. Материальный баланс. Скорость массопередачи. Уравнение массоотдачи. Уравнение массопередачи. Движущая сила процессов массопередачи. Средняя движущая сила. Число единиц переноса. Коэффициент извлечения. Расчет основных параметров массообменных аппаратов. Способы интенсификации массообменных процессов.

Тема 14. Сорбционные процессы.

Назначение процессов: абсорбция, перегонка жидкостей, сушка, экстракция, адсорбция, кристаллизация, растворение. Область применения. Сорбционные процессы. Абсорбция. Применение в пищевых производствах. Равновесие при абсорбции. Материальный и тепловой балансы процесса. Расход абсорбента. Классификация и устройство абсорбционных аппаратов. Десорбция. Схемы абсорбционных установок. Адсорбция. Характеристики адсорбентов и их виды. Равновесие при адсорбции. материальный баланс и движущая сила процесса. Скорость адсорбции. Массопередача при адсорбции. Десорбция. Устройство и расчет адсорберов.

Тема 15. Сушка пищевых материалов.

Перегонка и ректификация. Процессы разделения однородных смесей в пищевой промышленности. Теоретические основы перегонки. Диаграмма равновесия и рабочая линия процесса. Температурная диаграмма. Простая перегонка. Сложная перегонка. Схема ректификационной установки. Расчет ректификационной колонны.

Тема 16. Перегонка. Ректификация.

Процессы сушки в пищевой промышленности. Виды связи влаги с материалом. Явление термовлагопроводности в капиллярно-пористых телах Способы сушки. Сушильные агенты. Параметры влажного воздуха, I - d диаграмма Рамзина. Кинетика сушки. Кривая сушки и кривая скорости сушки. Основы расчета конвективной сушилки. Расчет продолжительности процесса. Материальный и тепловой балансы. Удельный расход теплоты и воздуха. Устройство и принцип действия сушилок.

Тема 17. Экстрагирование. Кристаллизация.

Сущность и назначение процесса экстракции. Экстракция в системе жидкость-жидкость. Конструкции экстракторов. Экстракция в системе жидкость - твердое тело. Расчет процесса экстрагирования. Методы интенсификации процесса экстракции. Конструкции экстракторов. Методы кристаллизации. Основные положения теории кристаллизации. Классификация и строение кристаллизаторов.

Тема 18. Биохимические процессы. Технология биохимических процессов. Строение микробной клетки. Общая технология биохимических процессов. Кинетика биохимических процессов. Массообмен в процессах ферментации. Адсорбция кислорода. Массоперенос кислорода к клеткам микроорганизмов. Аппаратура для проведения процессов ферментации.

4.3. Перечень тем лекций

№ п/п	Тема лекции	Объём, ч		
		форма обучения		
		очная	заочная	очно- заочная
Модуль 1. Основные положения и научные основы дисциплины		8	2	-
1	Введение. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов	2	1	-
2	Основы рационального конструирования аппаратов	2	-	-
3	Моделирование процессов и аппаратов	2	-	-
4	Основы теории подобия	2	1	-
Модуль 2. Гидромеханические процессы		18	2	-
5	Основы гидравлики. Законы гидростатики.	2	0,5	-
6	Законы гидродинамики.	2	-	-
7	Перемещение жидкостей и газов.	2	-	-
8	Разделение жидких неоднородных систем. Осаждение.	2	0,5	-
9	Фильтрация.	2	0,5	-
10	Центрифугирование	2	-	-
11	Мембранные методы разделения.	2	-	-
12	Перемешивание пищевых масс.	2	0,5	-
13	Псевдооживление.	2	-	-
Модуль 3. Механические процессы.		6	2	
14	Измельчение.	2	1	-
15	Классификация сыпучих материалов.	2	1	-

16	Прессование.	2	-	-
Модуль 4. Тепловые процессы.		14	3	
17	Общие сведения о тепловых процессах	2	0,5	-
18	Нагревание. Охлаждение.	4	0,5	-
19	Конденсация.	2	0,5	-
20	Выпаривание.	4	1	-
21	Основы холодильной техники.	2	0,5	
Модуль 5. Массообменные процессы.		18	3	-
22	Общие сведения о массообменных процессах.	2	0,5	-
23	Адсорбция.	2	0,5	-
24	Абсорбция.	2	-	-
25	Сушка пищевых материалов.	2	0,5	-
26	Перегонка.	2	0,5	-
27	Ректификация.	2	-	-
28	Экстрагирование.	2	0,5	-
29	Кристаллизация.	2	-	-
30	Биохимические процессы	2	0,5	-
Итого		64	12	-

4.4. Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ п/п	Тема практического занятия (семинара)	Объём, ч		
		форма обучения		
		очная	заочная	очно- заочная

Не предусмотрены.

4.5. Перечень тем лабораторных работ.

№ п/п	Тема лабораторной работы	Объём, ч		
		форма обучения		
		очная	заочная	очно- заочная
Модуль 1. Основные положения и научные основы дисциплины		4	2	-
1	Теория подобия при обработке экспериментальных данных	4	2	-
Модуль 2. Гидромеханические процессы		24	2	-
2	Расчет гидравлического сопротивления трубопроводов	4	-	-
3	Исследование кинетики гравитационного осаждения	4	-	-
4	Исследование процесса центробежного осаждения	4	1	-

5	Исследование процесса центробежного фильтрования	4	1	-
6	Изучение и расчет показателей эффективности при механическом перемешивании в жидкой среде	4	-	-
7	Изучение гидродинамики псевдооживленного слоя	4	-	-
Модуль 3. Механические процессы.		4	2	-
8	Изучение процесса измельчения и дисперсности сыпучих продуктов	4	2	-
Модуль 4. Тепловые процессы.		14	4	-
9	Теплопередача в аппаратах пищевой промышленности	2	-	-
10	Изучение тепловых процессов, протекающих в теплообменной аппаратуре	4	2	-
11	Изучение процессов протекающих в выпарных аппаратах	4	2	-
12	Испытание компрессорной холодильной установки	4	-	-
Модуль 5. Массообменные процессы.		18	4	-
13	Массообмен в аппаратах пищевой промышленности	2	-	-
14	Измерение и расчет параметров влажного воздуха	4	2	-
15	Расчет конвективной сушильной установки	4	2	-
16	Изучение процесса ректификации	4	-	-
17	Определение коэффициента диффузии сахарозы	4	-	-
Итого		64	14	-

4.6. Виды самостоятельной работы студентов и перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

4.6.1. Подготовка к аудиторным занятиям

Материалы лекций являются основой для изучения теоретической части дисциплины и подготовки студента к практическим занятиям.

При подготовке к аудиторным занятиям студент должен:

- изучить рекомендуемую литературу;
- просмотреть самостоятельно дополнительную литературу по изучаемой теме.

Основной целью практической подготовки является изучение отдельных наиболее сложных и интересных вопросов в рамках темы, а также контроль за степенью усвоения пройденного материала и ходом выполнения студентами самостоятельной работы.

4.6.2. Перечень тем курсовых проектов

п/п	Тема курсового проектирования
1	Кожухотрубный вертикальный теплообменник
2	Кожухотрубный горизонтальный теплообменник
3	Змеевиковый теплообменник
4	Теплообменник пластинчатый четырехсекционный

Тема курсового проектирования	
5	Теплообменник пластинчатый трехсекционный
6	Выпарной аппарат с трубчатой поверхностью нагрева и центральной циркуляционной трубой
7	Выпарной аппарат с естественной циркуляцией и вынесенной греющей камерой
8	Многокорпусная вакуум-выпарная установка
9	Вакуум-выпарной аппарат с инжектором
10	Теплообменник с рубашкой

4.6.3. Перечень тем рефератов, расчетно-графических работ и иных видов индивидуальных работ

№ п/п	Тема реферата, расчетно-графических работ и др.

Рефераты, расчетно-графические работы не предусмотрены.

4.6.4. Перечень тем и учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Объём, ч	
			очная	заочная
Модуль 1. Основные положения и научные основы дисциплины			14	28
	Тема 1. Введение. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов	[1 -5], [6 -9], [11],	4	8
	Тема 2. Основы рационального конструирования и моделирования процессов и аппаратов	[1 -5], [6 -9], [11],	6	10
	Тема 3. Основы теории подобия.	[1 -5], [6 -9], [11],	4	10
Модуль 2. Гидромеханические процессы			18	40
	Тема 4. Законы гидравлики	[1 -5], [6 -9], [11], [12],	6	14
	Тема 5. Разделение жидких неоднородных систем	[1 -5], [6 -9], [11], [12],	6	14
	Тема 6. Перемешивание пищевых масс. Псевдооживление.	[1 -5], [6 -9], [11], [12],	6	12
Модуль 3. Механические процессы.			12	28
	Тема 7. Измельчение. Смешивание и разделение сыпучих продуктов.	[1 -5], [6 -9], [11], [12],	6	14
	Тема 8. Прессование.	[1 -5], [6 -9], [11], [12],	6	14
Модуль 4. Тепловые процессы.			9	52

Тема 9. Общие сведения о тепловых процессах	[1 -5], [6 -9], [11],	2	12
Тема 10. Нагревание. Охлаждение. Конденсация.	[1 -5], [6 -9], [11],	3	16
Тема 11. Выпаривание.	[1 -5], [6 -9], [11],	2	12
Тема 12. Основы холодильной техники	[1 -5], [6 -9], [11],	2	12
Модуль 5. Массообменные процессы.		12	78
Тема 13. Общие сведения о массообменных процессах.	[1 -5], [6 -9], [10], [11],	2	12
Тема 14. Сорбционные процессы.	[1 -5], [6 -9], [10], [11],	2	14
Тема 15. Сушка пищевых материалов.	[1 -5], [6 -9], [10], [11],	2	14
Тема 16. Перегонка. Ректификация.	[1 -5], [6 -9], [10], [11],	2	14
Тема 17. Экстрагирование. Кристаллизация.	[1 -5], [6 -9], [10], [11],	2	14
Тема 18. Биохимические процессы	[1 -5]	2	10
Итого		74	226

4.6.5. Другие виды самостоятельной работы студентов

Не предусмотрены.

4.7. Перечень тем и видов занятий, проводимых в интерактивной форме

№ п/п	Форма занятия	Тема занятия	Интерактивный метод	Объем, ч

Не предусмотрены.

5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Полное описание фонда оценочных средств текущей и промежуточной аттестации обучающихся с перечнем компетенций, описанием показателей и критериев оценивания компетенций, шкал оценивания, типовые контрольные задания и методические материалы представлены в приложении к настоящей программе.

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

№ п/п	Автор, название, место издания, изд-во, год издания, количество страниц	Кол-во экз. в библиотеке
1.	Кавецкий Г.Д., Васильев Б.В. Процессы и аппараты пищевой технологии: учебник / Г.Д. Кавецкий, А.В. Королев. – М.: Агропромиздат, 1991. – 432 с.	Электронный ресурс
2.	Процессы и аппараты пищевой технологии: учебное пособие / С.А. Бредихин, А.С. Бредихин, В.Г. Жуков, Ю.В. Космодемьянский. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 544 с. – ISBN 978-5-8114-1635-6. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/211625	Электронный ресурс
3.	Авроворов В.А. Процессы и аппараты пищевых производств: учебное пособие / В.А. Авроворов. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. – 796 с. – ISBN 978-5-	Электронный ресурс

	9729-1153-0. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/347228	
4.	Технологическое оборудование пищевых производств. Курсовое и дипломное проектирование: учебное пособие / А.Н. Поперечный, В.Г. Корнийчук, В.А. Парамонова, С.А. Боровков. – Донецк: ДонНУЭТ имени Туган-Барановского, 2016. – 300 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/170482 .	Электронный ресурс
5.	Стабникова В.Н. Процессы и аппараты пищевых производств: учебник / В.Н. Стабников, В.М. Лисянский, В.Д. Попов – М.: пищ. пром-ть, 1976. – 664 с.	Электронный ресурс

6.1.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор, название, место издания, изд-во, год издания, количество страниц
6.	Поперечный А.Н. Проектирование процессов и оборудования молочной промышленности: учебное пособие / А.Н. Поперечный, А.В. Власов, В.П. Лавицкий, А.Н. Брюховецкий, А.В. Коваленко. - Луганск: ГОУ ЛНР «ЛНАУ», 2019. – 200 с.
7.	Поперечный А.Н. Технологическое оборудование малых мясоперерабатывающих производств (устройство и проектирование): учебное пособие / А.Н. Поперечный, Е.А. Высоцкая, А.Н. Брюховецкий, В.П. Лавицкий, Р.А. Дружинин. - Воронеж: изд-во «Истоки», 2022. – 259 с.
8.	Поперечный А.Н. Технологическое оборудование фермерских молочных предприятий: учебное пособие / А.Н. Поперечный, В.П. Лавицкий. – Донецк: ГО ВПО «Дон НУЭТ», 2023 – 165 с.
9.	Горбатюк В.И. Процессы и аппараты пищевых производств / В.И. Горбатюк. – М.: Колос, 1999. – 335с.
10.	Процессы и аппараты пищевых производств и биотехнологии / Д.М. Бородулин, М.Т. Шулбаева, Е.А. Сафонова, Е.А. Вагайцева. – 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 292 с. – ISBN 978-5-507-46311-4. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/305954 .
11.	Жистин, Е А. Процессы и аппараты пищевых производств. Сборник задач, методика решений, варианты заданий: учебное пособие / Е.А. Жистин, В.А. Авроров. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. – 168 с. – ISBN 978-5-9729-1027-4. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/281798
12.	Расчет и проектирование аппаратов для механических и гидромеханических процессов: учебное пособие / А. Н. Остриков, В. Н. Василенко, Л. Н. Фролова, А. В. Терехина. – Санкт-Петербург: Троицкий мост, 2018. – 360 с. – ISBN 978-5-9909159-9-2. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/105819 .

6.1.3. Периодические издания

№ п/п	Наименование издания	Издательство	Годы издания

Не предусмотрены.

6.1.4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

№ п/п	Автор, название, место издания, изд-во, год издания, количество страниц
1	Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине Процессы и аппараты пищевых производств для студентов направления подготовки 19.03.03 Продукты питания животного происхождения / В. П. Лавицкий. - Луганск: издательство ЛНАУ, 2019.

	– 80 С.
2	Процессы и аппараты пищевых производств. Тепловые и массообменные процессы. Лабораторный практикум: методические указания для студентов по направлению подготовки 19.03.03 – Продукты питания животного происхождения/ Сост.:/ В.П. Лавицкий, П.С. Гончарова – Луганск: ФГБОУ ВО ЛГАУ, 2024. – 34 с. – Текст: электронный.
3	Процессы и аппараты пищевых производств. Гидромеханические и механические процессы. Лабораторный практикум: методические указания для студентов по направлению подготовки 19.03.03 – Продукты питания животного происхождения/ Сост.:/ В.П. Лавицкий, П.С. Гончарова – Луганск: ФГБОУ ВО ЛГАУ, 2024. – 61 с. – Текст: электронный.
4	Программа, методические указания, контрольные задания по дисциплине Процессы и аппараты пищевых производств для самостоятельной работы студентов направления подготовки 19.03.03 Продукты питания животного происхождения / В. П. Лавицкий. - Луганск: издательство ЛНАУ, 2019. – 57 С.

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

№ п/п	Название интернет-ресурса, адрес и режим доступа
1	ЭБС издательства «Юрайт» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://biblio-online.ru/
2	ЭБС издательства «Лань». [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://e.lanbook.com/ .
3	Научная электронная библиотека eLIBRARY. [Электронный ресурс]. https://elibrary.ru/defaultx.asp
4	Электронный фонд нормативно-технических документов «Техэксперт». [Электронный ресурс]. http://www.cntd.ru/?yclid=5905194109882823518
5	ЭБС ZNANIUM.COM [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://znanium.ru

6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

6.3.1. Компьютерные обучающие и контролирующие программы

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование программного обеспечения	Функция программного обеспечения		
			контроль	моделирующая	обучающая
1	Практические	Программа для тестовой оценки знаний студентов КТС-2	+	-	+

6.3.2. Аудио- и видеопособия

№ п/п	Вид пособия, наименование

Не предусмотрены.

6.3.3. Компьютерные презентации учебных курсов

№ п/п	Тема, вид занятия

Не предусмотрены.

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

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения занятий	Перечень основного оборудования, приборов и материалов
1.	Т-109 – лаборатория процессов и аппаратов пищевых производств и технологического оборудования молочной отрасли, учебная аудитория для проведения лабораторно-практических занятий и научно-исследовательской работы студентов	Персональный компьютер – 2 шт., аппарат для упаковки – 1 шт., весы – 2 шт., компрессор – 1 шт., проектор – 1 шт., принтер – 1 шт., термостат – 1 шт., фракционная колонка – 1 шт., холодильник – 1 шт., кипятильник – 1 шт., гири – 1 шт., арматурный стол – 1 шт., лабораторный микродозатор – 1 шт., микроскоп – 3 шт., печь электрическая – 1 шт., ротаметр – 2 шт., соковыжималка – 1 шт., электромельница – 1 шт., центрифуга – 2 шт., парта аудиторная – 18 шт., стулья – 40 шт., скамейки аудиторные – 2 шт., стол-парта – 6 шт., стеллаж деревянный – 1 шт., шкаф книжный – 1 шт., шкаф медицинский – 1 шт., стол одностумбовый – 3 шт., демонстрационные материалы (стенды и пр.)

8. Междисциплинарные связи

Протокол

согласования рабочей программы с другими дисциплинами

Наименование дисциплины, с которой проводилось согласование	Кафедра, с которой проводилось согласование	Предложения об изменениях в рабочей программе. Заключение об итогах согласования
Технологическое оборудование молочной отрасли	Кафедра технологии молока и молокопродуктов	согласовано
Технология молока и молочных продуктов	Кафедра технологии молока и молокопродуктов	согласовано

Лист периодических проверок рабочей программы

Должностное лицо, проводившее проверку Ф.И.О., должность,	Дата	Потребность в корректировке	Перечень пунктов, стр., разделов, требующих изменений

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ К.Е. ВОРОШИЛОВА»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
учебной дисциплины «Процессы и аппараты пищевых производств»

Направление подготовки: 19.03.03 Продукты питания животного происхождения

Профиль: Технология молока и молочных продуктов

Уровень профессионального образования: бакалавриат

Год начала подготовки: 2025

1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ, СООТНЕСЕННЫХ С ИНДИКАТОРАМИ ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Наименование модулей и (или) разделов дисциплины	Наименование оценочного средства	
						Текущий контроль	Промежуточная аттестация
ОПК-3	Способен использовать знания инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов	ОПК.3.1. Обосновывает выбор современного технологического оборудования для профессиональных задач	Первый этап	Знать: основные законы физики, химии; основные понятия технологии производства пищевых продуктов; методики расчета и подбора технологического оборудования.	Модули 1, 2, 3, 4, 5	Тесты закрытого типа	Экзамен
			Второй этап	Уметь: проектировать, подбирать оборудование и системы автоматизации технологических процессов при производстве продуктов питания; разрабатывать в соответствии с требованиями действующих стандартов техническую документацию;		Тесты открытого типа (вопросы для опроса)	Экзамен
			Третий этап	Иметь навыки: методами определения основных показателей работы технологического оборудования; терминологией, принятой в области изучения технологического оборудования.		Практические задания	Экзамен
		ОПК.3.2. Демонстрирует знания инженерных процессов при решении технологических задач	Первый этап	Знать: использовать в процессе производства продуктов питания ресурсо- и энергосберегающие технологии.	Модули 1, 2, 3, 4, 5	Тесты закрытого типа	Экзамен
			Второй этап	Уметь: осуществлять технологические процессы производства мясных продуктов, руководствуясь действующими техническими регламентами		Тесты открытого типа (вопросы для опроса)	Экзамен
			Третий этап	Иметь навыки: методиками расчета производственных мощностей, загрузки и подбора машин и пищевой промышленности.		Практические задания	Экзамен

**2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде	Критерии оценивания	Шкала оценивания
1.	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая измерить уровень знаний.	Тестовые задания	В тесте выполнено 90-100% заданий	Оценка «Отлично» (5)
				В тесте выполнено более 75-89% заданий	Оценка «Хорошо» (4)
				В тесте выполнено 60-74% заданий	Оценка «Удовлетворительно» (3)
				В тесте выполнено менее 60% заданий	Оценка «Неудовлетворительно» (2)
				Большая часть определений не представлена, либо представлена с грубыми ошибками.	Оценка «Неудовлетворительно» (2)
2.	Опрос	Форма работы, которая позволяет оценить кругозор, умение логически построить ответ, умение продемонстрировать монологическую речь и иные коммуникативные навыки. Устный опрос обладает большими возможностями воспитательного воздействия, создавая условия для неформального общения.	Вопросы к опросу	Продемонстрированы предполагаемые ответы; правильно использован алгоритм обоснований во время рассуждений; есть логика рассуждений.	Оценка «Отлично» (5)
				Продемонстрированы предполагаемые ответы; есть логика рассуждений, но неточно использован алгоритм обоснований во время рассуждений и не все ответы полные.	Оценка «Хорошо» (4)
				Продемонстрированы предполагаемые ответы, но неправильно использован алгоритм обоснований во время рассуждений; отсутствует логика рассуждений; ответы не полные.	Оценка «Удовлетворительно» (3)
				Ответы не представлены.	Оценка «Неудовлетворительно» (2)
3.	Лабораторные занятия	Направлено на овладение методами и методиками изучаемой дисциплины. Для решения предлагается решить конкретное задание (ситуацию) без применения математических расчетов.	Лабораторные занятия	Продемонстрировано свободное владение профессионально-понятийным аппаратом, владение методами и методиками дисциплины. Показаны способности самостоятельного мышления, творческой активности. Задание выполнено в полном объеме.	Оценка «Отлично» (5)
				Продемонстрировано владение профессионально-понятийным аппаратом, при применении методов и методик дисциплины незначительные неточности, показаны способности самостоятельного мышления, творческой активности. Задание выполнено в полном объеме, но с некоторыми неточностями.	Оценка «Хорошо» (4)
				Продемонстрировано владение профессионально-понятийным аппаратом на низком уровне; допускаются ошибки	Оценка «Удовлетворительно» (3)

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде	Критерии оценивания	Шкала оценивания
				при применении методов и методик дисциплины. Задание выполнено не полностью.	
				Не продемонстрировано владение профессионально-понятийным аппаратом, методами и методиками дисциплины. Задание не выполнено.	Оценка «Неудовлетворительно» (2)
4.	Курсовой проект	Самостоятельная творческая работа студента, в рамках которой происходит овладение методами современных научных исследований, углублённое изучение какой-либо проблемы, темы, раздела дисциплины (включая изучение литературы).	Тематика курсового проекта	В работе и на ее защите показаны глубокие знания темы, умение выделить главное, сформулировать выводы, владение навыками творческого подхода по использованию и самостоятельного анализа современных аспектов проблемы. Обобщены фактические материалы, сделаны интересные выводы и предложены направления решения исследуемой проблемы. Правильно, в соответствии с требованиями оформлена работа. При необходимости представлен презентационный материал. Все задания выполнены в полном объеме.	Оценка «Отлично» (5)
				В работе и на ее защите показано полное знание материала, умение выделить главное, всесторонне осветить вопросы темы, но проявлено недостаточное творческое отношение к работе, имеются незначительные ошибки в её оформлении. Все задания выполнены в полном объеме.	Оценка «Хорошо» (4)
				В работе и на ее защите правильно раскрыты основные вопросы избранной темы, показаны знания темы, но наблюдаются затруднения в логике изложения материала, допущены те или иные неточности, умение выделить главное в полной мере не проявлено, работа оформлена с ошибками. Задания выполнены не в полном объеме.	Оценка «Удовлетворительно» (3)
				Курсовая работа не выполнена.	Оценка «Неудовлетворительно» (2)
5.	Экзамен	Контрольное мероприятие, которое проводится по окончании изучения дисциплины.	Вопросы к экзамену	Показано знание теории вопроса, понятийно-терминологического аппарата дисциплины; умение анализировать проблему, содержательно и стилистически грамотно излагать суть вопроса; глубоко понимать материал; владение аналитическим способом изложения вопроса, научных идей; навыками аргументации и анализа фактов, событий, явлений, процессов. Выставляется обучающемуся, полно, подробно и грамотно ответившему на вопросы билета и вопросы	Оценка «Отлично» (5)

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде	Критерии оценивания	Шкала оценивания
				экзаменатора.	
				Показано знание основных теоретических положений вопроса; умение анализировать явления, факты, действия в рамках вопроса; содержательно и стилистически грамотно излагать суть вопроса, но имеет место недостаточная полнота ответов по излагаемому вопросу. Продемонстрировано владение аналитическим способом изложения вопроса и навыками аргументации. Выставляется обучающемуся, полностью ответившему на вопросы билета и вопросы экзаменатора, но допустившему при ответах незначительные ошибки, указывающие на наличие «несистемности» и пробелов в знаниях.	Оценка «Хорошо» (4)
				Показано знание теории вопроса фрагментарно (неполнота изложения информации; оперирование понятиями на бытовом уровне); умение выделить главное, сформулировать выводы, показать связь в построении ответа не продемонстрировано. Владение аналитическим способом изложения вопроса и владение навыками аргументации не продемонстрировано. Обучающийся допустил существенные ошибки при ответах на вопросы билетов и вопросы экзаменатора.	Оценка «Удовлетворительно» (3)
				Знание понятийного аппарата, теории вопроса, не продемонстрировано; умение анализировать учебный материал не продемонстрировано; владение аналитическим способом изложения вопроса и владение навыками аргументации не продемонстрировано. Обучающийся не ответил на один или два вопроса билета и дополнительные вопросы экзаменатора.	Оценка «Неудовлетворительно» (2)

3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Оценочные средства для проведения текущего контроля

Текущий контроль осуществляется преподавателем дисциплины при проведении занятий в форме тестовых заданий, устного опроса и практических заданий.

ОПК-3 Способен использовать знания инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов.

ОПК.3.1. Обосновывает выбор современного технологического оборудования для профессиональных задач

Первый этап – показывает сформированность показателя компетенции «знать»: основные законы физики, химии; основные понятия технологии производства пищевых продуктов; методики расчета и подбора технологического оборудования.

Тестовые задания закрытого типа

1. Назовите термодинамические параметры пищевых продуктов (выберите несколько вариантов ответов):

- а) давление;
- б) температура;
- в) объем;
- г) теплоемкость.

2. Какой из перечисленных критериев является мерой отношения сил давления и сил инерции, действующих в системе? (выберите один вариант ответа):

- а) Эйлера;
- б) Рейнольдса;
- в) Фруда;
- г) Нуссельта.

3. Каким коэффициентом характеризуется перенос теплоты от более нагретых частей среды к менее нагретым. (выберите один вариант ответа):

- а) коэффициентом теплопроводности;
- б) коэффициента теплообмена;
- в) коэффициентом теплоотдачи;
- г) коэффициентом теплопередачи.

4. Суммой каких слагаемых являются температурные потери при выпаривании (выберите несколько вариантов ответов):

- а) гидростатическая депрессия;
- б) гидравлическая депрессия;
- в) гидродинамическая депрессия;
- г) физико-химическая депрессия.

5. Компонент смеси, кипящий при более низкой температуре, при перегонке, называют ... (выберите один вариант ответа):

- а) дистиллятом;
- б) легколетучим;
- в) труднолетучим;
- г) ректификатом.

Ключи

1.	а, б, в
2.	а
3.	в
4.	а, б, г
5.	б

6. Прочитайте текст и установите последовательность.

Расположите последовательность стадий процесса экстрагирования в системе твердое тело - жидкость.

- а) массопередача целевого компонента в жидком растворителе;
- б) растворение целевого компонента;
- в) диффузия экстрагируемых веществ;
- г) диффузия растворителя в поры твердого тела.

Ключ

б.	г; б; в; а
----	------------

Второй этап – показывает сформированность показателя компетенции «уметь»: проектировать, подбирать оборудование и системы автоматизации технологических процессов при производстве продуктов питания; разрабатывать в соответствии с требованиями действующих стандартов техническую документацию.

Задания открытого типа (вопросы для опроса):

1. Какие способы выпаривания используются в пищевой промышленности?
2. Какие типы механических мешалок используют при перемешивании сыпучих сред?
3. Что понимают под порозностью, E в псевдооживленном слое?
4. Какую роль играют отражательные перегородки при перемешивании?
5. Назовите теорему, которая является основой теории анализа размерностей.

Ключи

1.	В пищевой промышленности применяют однократное и многократное выпаривание.
2.	При перемешивании сыпучих сред используют шнековые и спиральные мешалки.
3.	Под порозностью псевдооживленного слоя понимают объемную долю газа в слое.
4.	Отражательные перегородки при перемешивании предотвращают образование воронок.
5.	Основой теории анализа размерностей является π -теорема.

Третий этап – показывает сформированность показателя компетенции «иметь навыки»: методами определения основных показателей работы технологического оборудования; терминологией, принятой в области изучения технологического оборудования.

Практические задания:

1. Определить конечную концентрацию раствора a_2 , если при выпаривании из раствора $G_1 = 2650$ кг, с концентрацией $a_1 = 11\%$ удалили $W = 1320$ кг воды.
2. Определить диаметр емкости D , для перемешивания жидкости пропеллерной (винтовой) мешалкой диаметром $d = 0,3$ м.
3. Определить скорость фильтрования суспензии v , на рамном фильтре с площадью поверхности фильтровальной перегородки $F = 10$ м² если, количество фильтрата $V = 3$ м³, продолжительность фильтрования $\tau = 10$ ч.
4. Определить мощность привода измельчителя производительностью $M = 0,75$ м/с, измельчаемого материала при удельных затратах энергии на измельчение $S_{уд} = 2,19$ Дж/кг, если коэффициент полезного действия привода составляет $\eta = 0,82$.
5. Определить тепловую нагрузку теплообменного аппарата Q , при нагревании жидкости с массовым расходом $G_2 = 1.2$ кг/с, теплоемкостью $c = 2,8$ кДж/(кг*К), от $t_1 = 16$ °С до $t_2 = 48$ °С.

Ключи

1.	<p>Конечную концентрацию раствора, определим из материального баланса выпарного аппарата: $W = G_1 \left(1 - \frac{a_1}{a_2}\right) = G_2 \left(\frac{a_1}{a_2} - 1\right)$, выразив из уравнения величину a_2, и подставляя исходные данные, получим: $a_2 = \frac{G_1 a_1}{G_1 - W} = \frac{2650 - 11}{2650 - 1320} = 21.9 \%$</p> <p>Сокращенный вариант ответа: масса выпаренной воды $a_2 = 21,9 \%$</p>
2.	<p>Исходя из геометрического подобия для пропеллерной (винтовой) мешалки отношение диаметра емкости к мешалке составляет $\frac{D}{d} = 3$, тогда подставляя исходные данные, получим: $D = d \times 3 = 0,3 \times 3 = 0,9\text{м}$</p> <p>Сокращенный вариант ответа: диаметр емкости для перемешивания жидкости пропеллерной мешалкой составит $D = 0.9 \text{ м}$</p>
3.	<p>Скорость фильтрования определяют как объем фильтрата полученный за единицу времени с единицы площади фильтра т.е. $v = \frac{V}{F} \tau$, м/с тогда подставляя исходные данные, получим: $v = \frac{3}{10} \times 10 = 3\text{м}^3$</p> <p>Сокращенный вариант ответа: скорость фильтрования составит $v = 3 \text{ м}^3$</p>
4.	<p>Мощность электропривода для измельчающей машины, ориентировочно, можно определить из выражения: $N = \frac{M \times S_{уд}}{\eta}$, кВт, тогда подставляя исходные данные, получим:</p> $N = \frac{0.75 \times 2.19}{0.82} = 2 \text{ кВт.}$ <p>Сокращенный вариант ответа: мощность привода измельчителя составит $M = 2 \text{ кВт}$</p>
5.	<p>Тепловую нагрузку теплообменного аппарата определяют из уравнения теплового баланса: $Q = G_2 \times c \times (t_2 - t_1)$, кВт, тогда подставляя исходные данные, получим:</p> $Q = 1.2 \times 2.8(48 - 16) = 107 \text{ кВт}$ <p>Сокращенный вариант ответа: тепловая нагрузка теплообменного аппарата составит $Q = 107 \text{ кВт}$</p>

ОПК.3.2. Демонстрирует знания инженерных процессов при решении технологических задач

Первый этап – показывает сформированность показателя компетенции «знать»: основные технологические процессы производства продуктов питания.

Тестовые задания закрытого типа

1. Перечислите виды воздействия рабочих органов измельчающей машины на разрушаемый материал (выберите несколько вариантов ответов):

- а) сдвиг;
- б) истирание;
- в) разбивание;
- г) помол.

2. Какие из перечисленных основных процессов входят в группу гидродинамических? (выберите один вариант ответа):

- а) измельчение;
- б) нагревание;
- в) сушка;
- г) ультрафильтрация.

3. По агрегатному состоянию процесс экстрагирования различают в системе: (выберите несколько вариантов ответа):

- а) твердое тело-газ;
- б) жидкость - твердое тело;
- в) жидкость – жидкость;
- г) жидкость – газ.

4. Назовите группу процессов, основой которых является изменение теплового состояния сред, участвующих в процессе. (выберите один вариант ответа):

- а) механические;
- б) гидродинамические;
- в) термодинамические;
- г) диффузионные.

5. Как называется водяной пар удаляемого из выпарной установки и используемый для обогрева другой теплообменной аппаратуры. (выберите один вариант ответа):

- а) вторичный;
- б) греющий;
- в) острый;
- г) экстрапар.

Ключи

1.	а, б
2.	г
3.	б, г
4.	в
5.	г

6. Прочитайте текст и установите последовательность.

Расположите последовательность состояний зернистого псевдооживленного слоя.

- а) переходный режим;
- б) режим транспортирования;
- в) режим «кипения»;
- г) режим фильтрования.

Ключ

б.	г; а; в; б
----	------------

Второй этап – показывает сформированность показателя компетенции «уметь»: использовать в процессе производства продуктов питания ресурсо- и энергосберегающие технологии.

Задания открытого типа (вопросы для опроса):

1. Какую операцию проводят непосредственно перед кристаллизацией?
2. Назовите способы интенсификации процесса осаждения.
3. Что такое ректификация?
4. Что является движущей силой массообменных процессов.
5. Какие электрофизические методы обработки пищевых продуктов применяются в пищевой промышленности?

Ключи

1.	Перед кристаллизацией проводят операцию выпаривание.
2.	Процесс осаждения интенсифицируют путем повышения температуры среды до допустимых технологических условий и введением коагулянтов.
3.	Ректификация – это процесс разделения многокомпонентной гомогенной смеси летучих веществ путем многократного выпаривания и конденсации этой смеси сопровождается возвращением части конденсата в виде флегмы.
4.	Движущей силой массообменных процессов является разность концентраций между фазами.
5.	Электрофизические методы: электростатическим полем, инфракрасное излучение, токи ВЧ и СВЧ, токи промышленной частоты

Третий этап – показывает сформированность показателя компетенции «иметь навыки»: методиками расчета производственных мощностей, загрузки и подбора машин и аппаратов пищевой промышленности.

Практические задания:

1. Определить теоретическую объемную производительность валковой дробилки для измельчения материала плотностью $\rho = 530 \text{ кг/м}^3$, при следующих параметрах измельчителя: зазор между валками $b = 0,001 \text{ м}$, диаметр валков $D = 0,25 \text{ м}$, длинна валков $l = 0,5 \text{ м}$, частота вращения валков $n = 153 \text{ мин}^{-1}$.
2. Определить количество воды W , которое необходимо выпарить из $G_1=1750 \text{ кг}$ раствора, для увеличения его концентрации от $a_1=18$ до $a_2=60 \%$.
3. Определить производительность M , отстойника непрерывного действия для осветления водной суспензии в количестве $m = 20 \text{ т/ч}$, Концентрация твердой фазы в суспензии $X_1 = 10,5\%$, концентрация сгущенной суспензии $X_2 = 25\%$.
4. Определить количество удаляемой влаги W , в сушильной установке если производительность аппарата по высушенному материалу $G_2 = 150 \text{ кг/ч}$, начальная и конечная влажность материала соответственно $w_1 = 30\%$ и $w_2 = 0,15\%$.
5. Определить производительность бурата для просеивания муки, если радиус барабана $R = 0,4 \text{ м}$, насыпная плотность муки $\rho = 760 \text{ кг/м}^3$, коэффициент разрыхления $\mu = 0,7$, угол наклона барабана к горизонту $\alpha = 8^\circ$, высота слоя муки $h = 0,05 \text{ м}$, частота вращения барабана $n = 22 \text{ мин}^{-1}$.

Ключи

1.	Теоретическую объемную производительность валковой дробилки определяют по формуле: $V_T = \pi D n b l \times 60, \text{ м}^3/\text{ч}$, подставляя исходные данные, получим: $V_T = 3,14 \times 0,25 \times 153 \times 0,001 \times 0,5 \times 60 = 3,6 \text{ м}^3/\text{ч}$, <i>Сокращенный вариант ответа: производительность валковой дробилки составит $V_T = 3,6 \text{ м}^3/\text{ч}$</i>
2.	Массу выпаренной воды W , определим из материального баланса выпарного аппарата: $W = G_1 \left(1 - \frac{a_1}{a_2}\right) = G_2 \left(\frac{a_1}{a_2} - 1\right)$ подставляя исходные данные, получим: $W=1750 (1-18/60) = 1225 \text{ кг}$ <i>Сокращенный вариант ответа: масса выпаренной воды $W = 1225 \text{ кг}$</i>
3.	Производительность отстойника, определим из материального баланса: $M = m \left(1 - \frac{x_1}{x_2}\right)$, подставляя исходные данные, получим: $M = 20 \left(1 - \frac{10,5}{25}\right) = 11,6 \text{ т/ч}$, <i>Сокращенный вариант ответа: производительность отстойника составит $M = 11,6 \text{ т/ч}$</i>
4.	Производительность сушильной установки, определим из материального баланса: $W = G_2 \frac{w_1 - w_2}{100 - w_1}$, кг/ч, подставляя исходные данные, получим: $W = 150 \frac{30 - 0,15}{100 - 30} = 63,9$, кг/ч <i>Сокращенный вариант ответа: производительность сушильной установки составит $W = 63,9 \text{ кг/ч}$</i>
5.	Теоретическую производительность бурата определяют по формуле: $M = 0,2 \mu \rho_n n t g(2\alpha) \sqrt{R^3 h^3}$, кг/с, подставляя исходные данные, получим: $M = 0,2 \times 0,7 \times 760 \times 22 \times t g(2 \times 8) \times \sqrt{0,4^3 \times 0,05^3} = 0,19 \text{ кг/с}$ <i>Сокращенный вариант ответа: производительность бурата составит $M = 0,19 \text{ кг/с}$.</i>

Оценочные средства для выполнения курсового проекта

Темы курсового проекта:

п/п	Тема курсового проектирования
1	Кожухотрубный вертикальный теплообменник
2	Кожухотрубный горизонтальный теплообменник
3	Змеевиковый теплообменник
4	Теплообменник пластинчатый четырехсекционный
5	Теплообменник пластинчатый трехсекционный
6	Выпарной аппарат с трубчатой поверхностью нагрева и центральной циркуляционной трубой
7	Выпарной аппарат с естественной циркуляцией и вынесенной греющей камерой
8	Многокорпусная вакуум-выпарная установка
9	Вакуум-выпарной аппарат с инжектором
10	Теплообменник с рубашкой

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в форме устного экзамена.

Вопросы для экзамена

1. Краткий исторический очерк развития курса «Процессы и аппараты пищевых производств». - Общие закономерности технологических процессов.
2. Понятие об энергетическом балансе.
3. Классификация процессов пищевой технологии по изменению параметров процесса во времени.
4. Классификация процессов по структуре рабочего цикла.
5. Классификация процессов по движущей силе.
6. Материалы, используемые для изготовления аппаратов пищевых производств.
Краткая характеристика.
7. Основные требования, предъявляемые при разработке конструкций аппаратов и машин. - Режимы движения жидкости. Уравнение неразрывности потока.
8. Гидростатический парадокс.
9. Гидравлическое сопротивление.
10. Гидростатическое давление.
11. Гидравлические машины, их классификация.
12. Объемные насосы.
13. Основные этапы исследований по созданию новых процессов и аппаратов.
14. Виды подобия.
15. Первая теорема подобия.
16. Вторая теорема подобия.
17. Третья теорема подобия.
18. Характеристики и методы оценки дисперсных систем.
19. Классификация неоднородных систем и методов их разделения.
20. Материальный баланс процесса разделения неоднородной системы.

21. Кинетическое уравнение гидромеханических процессов.
22. Осаждение в поле сил тяжести (отстаивание).
23. Определение скорости осаждения твердой шаровой частицы в жидкости.
24. Производительность отстойников.
25. Разделение неоднородных систем под действием центробежной силы.
26. Принципиальная схема циклона.
27. Принципиальная схема сепаратора.
28. Суть и классификация процессов перемешивания.
29. Механическое перемешивание. Типы мешалок.
30. Поточное, пневматическое и циркуляционное перемешивания жидких сред.
31. Суть и назначение процесса гомогенизации.
32. Принципиальная схема клапанного гомогенизатора.
33. Псевдооживление, его характеристика. Кривая псевдооживления.
34. Мембранные методы разделения жидкостных систем.
35. Общая характеристика процесса фильтрации.
36. Классификация аппаратов для фильтрования.
37. Фильтрация под действием центробежной силы.
38. Фильтрующие и отстойные центрифуги.
39. Способы измельчения.
40. Поверхностная и объемная теории измельчения.
41. Классификация аппаратов для измельчения.
42. Щековая и валковая дробилки. Принципиальные схемы.
43. Барабанные мельницы. Принципиальная схема барабанной мельницы.
44. Критическая скорость барабанной мельницы
45. Определение критической частоты вращения барабанной мельницы.
46. Режущие машины.
47. Характеристика процесса прессования.
48. Определение коэффициента прессования.
49. Производительность шнекового пресса.
50. Характеристика и классификация методов сортировки сыпучих материалов.
51. Сортировка. Сортировка по размеру. Принципиальные схемы аппаратов.
52. Сортировка по размеру частиц. Ситовый анализ.
53. Сортировка материалов по магнитным свойствам.
54. Принципиальные схемы аппаратов для смешивания сыпучих материалов.
55. Теплообменные аппараты, их назначения.
56. Теплообменные аппараты, их назначения. Классификация теплообменников - Кинетическое уравнение тепловых процессов.
57. Основное уравнение теплопередачи. Движущая сила тепловых процессов.
58. Теплопроводность. Конвекция.
59. Конвективный теплообмен.
60. Лучевой теплообмен, его характеристика.
61. Теплообменники. Конструкции теплообменников. - Классификация поверхностных теплообменников.
62. Поверхностные теплообменники.
63. Пластинчатые теплообменники.
64. Регенерация теплоты.
65. Интенсификация тепловых процессов.
66. Способы интенсификации тепловых процессов.
67. Выпаривание. Классификация выпарных аппаратов.
68. Тепловой баланс выпарного аппарата.
69. Выпаривание. Однокорпусные выпарные установки, принципиальные схемы.

70. Однокорпусные вакуум-выпарная установка непрерывного действия.
71. Многокорпусные выпарные, принципиальная схема.
72. Преимущества многокорпусных выпарных установок.
73. Способы нагрева.
74. Нагрев теплоносителями.
75. Конденсация. Поверхностные конденсаторы. Конденсаторы смешивания.
76. Поверхностные конденсаторы, их принципиальные схемы.
77. Процесс охлаждения. Охлаждение с помощью воды, воздуха, льда и его характеристики - Назначение и суть процессов пастеризации и стерилизации продуктов.
78. Кинетическое уравнение массообменных процессов.
79. Массообмена между фазами. Материальный баланс процесса массообмена.
80. Молекулярная и конвективная диффузия.
81. Теории массопередачи. Термодиффузия. Бародиффузия.
82. Физические основы и материальный баланс процесса абсорбции.
83. Абсорбция. Материальный баланс процесса абсорбции.
84. Абсорбция. Требования к абсорбентам.
85. Принципиальные схемы основных типов абсорберов.
86. Адсорбция. Материальный баланс процесса адсорбции.
87. Краткая характеристика процесса адсорбции и адсорбентов, используемых в пищевых производствах.
88. Требования к адсорбентам.
89. Принципиальные схемы основных типов адсорберов.
90. Краткая характеристика процесса экстрагирования.
91. Экстракция. Материальный баланс процесса экстракции.
92. Условия, влияющие на эффективность процесса экстрагирования в системе твердое тело - жидкость. - Стадии процесса экстрагирования.
93. Принципиальные схемы экстракторов.
94. Ректификация. Принципиальная схема ректификационной колонны.
95. Перегонка. Принципиальная схема аппарата.
96. Краткая характеристика процесса сушки.
97. Влажность, равновесная влажность, влагосодержание материала.
98. Кинетика сушки. Построение кривой сушки.
99. Тепловой баланс процесса сушки.
100. Расчеты процессов сушки по I-X - диаграмме влажного воздуха.
101. Классификация сушилок и принципиальные схемы основных типов сушилок.
102. Специальные методы сушки (сублимацией, инфракрасными лучами и токами СВЧ), их краткая характеристика.
103. Краткие сведения о процессе кристаллизации и зарождения кристаллов.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Текущий контроль

Тестирование для проведения текущего контроля проводится с помощью Системы дистанционного обучения или компьютерной программы КТС-2,0. На тестирование отводится 10 минут. Каждый вариант тестовых заданий включает 10 вопросов. Количество возможных вариантов ответов – 4 или 5. Студенту необходимо выбрать один правильный ответ. За каждый правильный ответ на вопрос присваивается 10 баллов. Шкала перевода: 9-10 правильных ответов – оценка «отлично» (5), 7-8 правильных ответов – оценка «хорошо» (4), 6 правильных ответов – оценка «удовлетворительно» (3), 1-5 правильных ответов – оценка «неудовлетворительно» (2).

Опрос как средство текущего контроля проводится в форме устных ответов на вопросы. Студент отвечает на поставленный вопрос сразу, время на подготовку к ответу не предоставляется.

Практические задания как средство текущего контроля проводятся в устной (письменной) форме или с использованием дистанционных образовательных технологий. Студенту выдается задание и предоставляется 10 минут для подготовки к ответу.

Курсовой проект

Тема курсового проекта определяется преподавателем совместно со студентом. Требования к написанию курсового проекта изложены в методических указаниях по выполнению курсового проекта по дисциплине «Процессы и аппараты пищевых производств».

Промежуточная аттестация

Экзамен проводится в устной форме или с использованием дистанционных образовательных технологий. Из экзаменационных вопросов составляется 30 экзаменационных билетов. Каждый билет состоит из трех вопросов. Комплект экзаменационных билетов представлен в учебно-методическом комплексе дисциплины.

На подготовку к ответу студенту предоставляется 20 минут.