

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия
имени Н.В. Верещагина»

Факультет технологический

Кафедра технологического оборудования

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

Направление подготовки 19.03.03 Продукты питания животного происхождения

Профиль подготовки Технология молока и молочных продуктов

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Вологда – Молочное
2020

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 19.03.03 Продукты питания животного происхождения, Профиль подготовки Технология молока и молочных продуктов

Разработчик,
д.т.н., профессор



Гнездилова А.И.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры Технологического оборудования от « 11 » июня 2020 года, протокол № 10 .

Зав. кафедрой,
к.т.н., доцент



Виноградова Ю.В.

Рабочая программа дисциплины согласована на заседании методической комиссии технологического факультета от «25» июня 2020 года, протокол №10 .

Председатель методической комиссии,
к.т.н., доцент



Неронова Е.Ю.

1 Цель и задачи учебной дисциплины

Цель изучения курса - сформировать у студентов знания о закономерностях, принципах технической реализации и методах инженерного расчета технологических процессов и аппаратов пищевых производств.

Задачи дисциплины:

- формирование на базе фундаментальных законов физики и химии знаний об общих процессах, протекающих в различных пищевых производствах;
- формирование навыков по рационализации процессов и совершенствованию аппаратов пищевых производств;
- формирование способностей по освещению основных технических проблем, научных достижений и современных тенденций использования новых физических методов обработки пищевых продуктов.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Процессы и аппараты пищевых производств» относится к дисциплинам вариативной части федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 19.03.03 Продукты питания животного происхождения, профиль Технология молока и молочных продуктов. Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.11.

Освоение дисциплины «Процессы и аппараты пищевых производств» базируется на знаниях и умениях, полученных студентами при изучении таких дисциплин как: «математика» - Б1.Б10, «физика» - Б1.Б11.

Дисциплина «Процессы и аппараты пищевых производств» является базовой для последующего изучения дисциплин: технологическое оборудование мясной промышленности –Б1.Б.23, технологическое оборудование рыбной промышленности – Б1.Б.24, технологическое оборудование молочной промышленности –Б1.Б.25.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения учебной дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирования следующих компетенций:

общепрофессиональные:

- способность разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологических процессов производства продукции питания различного назначения (ОПК-2);

профессиональные:

- способность изучать научно-техническую информацию отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования (ПК-3).

4 Структура и содержание учебной дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц – 180 час.

4.1 Структура дисциплины

Вид учебной работы	Очная форма	Заочная форма	
		3 курс	4 курс
Аудиторные занятия (всего)	68	12	14
<i>В том числе:</i>			
Лекции	34	4	6

Практические занятия			
Лабораторные работы	34	8	8
Самостоятельная работа (всего), в том числе подготовка к экзамену	103 9	60 4	94 9
Вид промежуточной аттестации	экзамен	экзамен	экзамен
Общая трудоёмкость, часы	180	72	108
Зачётные единицы	5	5	5

4.2 Содержание разделов учебной дисциплины

Раздел 1. Введение. Основные законы науки о процессах и аппаратах. Предмет изучения. Цели и задачи курса. Основные понятия. Классификация основных процессов и аппаратов и их характеристика. Основные законы науки о процессах и аппаратах. Балансы массы и энергии. Понятие о моделировании. Математическое и физическое моделирование. Теория подобия как научная теория обобщенных данных экспериментальных исследований. Критерии подобия. Оптимизация процессов и аппаратов.

Раздел 2. Механические процессы. Измельчение. Применение в пищевой промышленности. Теория процесса. Классификация способов и машин для дробления. Характеристика машин. Расход энергии на измельчение. Сортировка. Теория ситового анализа. Методы и машины для сортировки. Коэффициент полезного действия при сортировке. Обработка давлением. Основы теории. Процессы отжатия, формования, прессования. Машины для обработки давлением, устройство, принцип действия.

Раздел 3. Гидромеханические процессы. Осаждение. Теория процесса. Осаждение в поле гравитационных сил. Определение скорости осаждения одиночной частицы и в стесненных условиях. Устройство и расчет отстойников. Осаждение в поле центробежных сил. Сепарирование. Назначение и сущность процесса. Теория сепарирования, основные теоретические положения, вытекающие из нее, их практическое применение. Устройство и расчет сепараторов. Гидродинамика движения жидкости через неподвижные зернистые слои. Характеристика зернистых слоев. Теория фильтрования под действием перепада давлений. Мембранные процессы и их место в молочной промышленности. Ультрафильтрация, обратный осмос, микрофильтрация.

Гидродинамика процессов взаимодействия газа (пара), жидкости и сыпучих тел. Псевдооживление. Теория процесса. Режим витания и уноса. Применение этих процессов в молочной промышленности. Применение процесса в пищевой промышленности. Механическое перемешивание. Расчет мощности на перемешивание. Типы мешалок и их устройство.

Раздел 4. Тепловые процессы. Общая характеристика тепловых процессов, их роль в пищевой промышленности. Балансы энергии для теплообменных процессов. Способы передачи тепла и их характеристика. Механизм переноса тепла теплопроводностью, конвекцией, излучением.

Тепловое подобие. Критерии теплового подобия. Их применение в практических расчетах. Основное уравнение теплопередачи. Применение основного уравнения теплопередачи для расчета теплообменной аппаратуры. Конструкция основных видов теплообменной аппаратуры, применяемой в пищевой промышленности. Характеристика основных теплоносителей, их сравнительная оценка. Конденсация. Физические основы процесса. Классификация конденсаторов, их устройство, расчет.

Выпаривание. Назначение и применение в пищевой промышленности. Теоретические основы выпаривания. Типы выпаренных аппаратов. Вакуум-выпарные аппараты с естественной и принудительной циркуляцией. Выпаривание в тонкой пленке. Материальный и тепловой баланс. Температурные потери, их виды и определение. Расчет поверхности нагрева. Сущность многократного выпаривания. Определение оптимального

числа корпусов. Выпарной аппарат с тепловым насосом. Пути интенсификации выпарных аппаратов.

Раздел 5. Массообменные процессы. Общие сведения о массообменных процессах. Механизмы переноса массы. Молекулярная и конвективная диффузия. Подобие тепловых и массообменных процессов. Массопередача. Движущая сила процесса.

Абсорбция. Назначение и сущность процесса. Физические основы абсорбции. Основные конструкции абсорберов и их расчет. Адсорбция. Общие сведения. Характеристика адсорбентов. Массоотдача и массопередача при адсорбции. Основные конструкции аппаратов для адсорбции и их расчет. Сушка. Физические основы процесса. Формы связи влаги с материалом. Параметры влажного воздуха и определение их с помощью i -х диаграммы. Изображение процессов нагрева, охлаждения, смешения и сушки на i -х диаграмме. Материальный и тепловой балансы сушки. Сорбция и десорбция влаги. Кинетика сушки. Кривые сушки и скорости сушки. Основные типы сушильных установок. Техничко-экономическая оценка сушилок и области их применения.

Кристаллизация и растворение. Назначение и сущность процессов. Материальный и тепловой балансы. Аппараты для кристаллизации и растворения, их конструкция и расчет.

4.3 Разделы учебной дисциплины и вид занятий

№ п/п	Наименование разделов учебной дисциплины	Л	ЛЗ	СРС	Контроль	Всего
1	Введение. Основные законы науки о процессах и аппаратах	2	-	5	-	7
2	Механические процессы:	4	-	10	-	14
3	Гидромеханические процессы:	8	12	24	3	47
4	Тепловые процессы	12	12	32	3	59
5	Массообменные процессы	8	10	32	3	53
	Всего	34	34	103	9	180

5. Матрица формирования компетенций по дисциплине

№ п.п.	Разделы, темы дисциплины	Общепрофессиональные компетенции	Профессиональные компетенции	Общее количество компетенций
		ОПК-2	ПК-3	
1	Введение. Основные законы науки о процессах и аппаратах	+	+	2
2	Механические процессы	+	+	2
3	Гидромеханические процессы	+	+	2
4	Тепловые процессы	+	+	2
5	Массообменные процессы	+	+	2

6. Образовательные технологии

Объем часов всего 180 часов, в т.ч. лекции 34 часа, лабораторные работы 34 часа.

Образовательные технологии, используемые при изучении дисциплины: традиционные технологии (лекции, лабораторные занятия, написание контрольных работ,

работа в малых группах); интерактивные (представлены в таблице). Объем занятий в интерактивной форме составляет 30% от аудиторных занятий.

Таблица - Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Семестр	Вид занятия (Л, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
4	Л	Проблемная лекция на тему: «Нанофильтрация при переработке вторичного молочного сырья»	2
4	Л	Лекция визуализация на тему: «Конструкции теплообменных аппаратов и их сравнительная оценка»	2
4	ЛР	Групповая работа на тему «Сравнительная оценка различных способов разделения неоднородных систем»	4
4	ЛР	Анализ конкретных ситуаций (case-study) типа ситуация-иллюстрация на тему: «Независимость производительности отстаивания от высоты отстойника»	2
4	ЛР	Анализ конкретных ситуаций (case-study) типа ситуация-проблема на тему «Трудности определения коэффициента теплоотдачи из основного уравнения теплоотдачи»	2
4	ЛР	Анализ конкретных ситуаций (case-study) типа ситуация - оценка на тему «Обоснование оптимальной скорости движения теплоносителя в закрытых каналах теплообменных аппаратов»	2
	ЛР	Деловая игра на тему «Организация и проведение процесса сгущения и сушки на молочном предприятии»	6
Итого:			20

7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1 Виды самостоятельной работы, порядок их выполнения и контроля

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды СРС	Порядок выполнения СРС	Метод контроля
1	Введение. Основные законы науки о процессах аппаратах	Подготовка к тестированию,	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами	Тестирование
2	Механические процессы	Подготовка к тестированию	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами,	Тестирование

3	Гидромеханические процессы	Подготовка к ЛР, подготовка к тестированию	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами, подготовка отчета по ЛР	Тестирование, устный опрос, контрольная работа
4	Тепловые процессы	Подготовка к ЛР, подготовка к тестированию	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами, подготовка отчета по ЛР	Тестирование, устный опрос, контрольная работа
5	Массообменные процессы	Подготовка к ЛР, подготовка к тестированию	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами, подготовка отчета по ЛР	Тестирование, устный опрос, контрольная работа
6	Итоговый контроль	Подготовка к экзамену	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами	Экзамен

7.2 Контрольные вопросы для самопроверки

Разделы рабочей программы	Перечень вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1. Введение.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие основные законы науки положены в основу изучения дисциплины? 2. Что такое теория подобия? 3. Какие применяются методы моделирования? 4. Какие различают подобия? 5. Что называют критерием подобия? 6. Какие способы получения критериев подобия знаете? 7. Что положено в основу метода анализа размерностей? 8. Как формулируется первая теорема подобия? 9. Критерии оптимизации.
Раздел 2. Механические процессы	<p>Обработка продуктов давлением</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Какие параметры влияют на выход жидкого продукта при отжиге и какие аппараты применяют для реализации этого процесса ? 2. Какие законы используются для описания этого процесса? 3. В чём заключается физическая сущность процесса при формовании путём штампования? 4. Какова конструкция применяемых в пищевой промышленности прессов? 5. Для чего применяются прессование, штампование и отжим в пищевой промышленности? <p>Измельчение (дробление)</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. На какие виды подразделяется измельчение в зависимости от начальных и конечных размеров кусков? 7. Как рассчитываются затраты энергии на дробление? 8. Характеризовать основные типы дробилок: щековые, конусные, молотковые, вальцовые, шаровые мельницы, вибрационные мельницы. Каков их принцип действия? <p>Классификация и сортировка зернистых материалов</p>

	<p>9.Какие способы классификации применяются в пищевой промышленности?</p> <p>10. На чем основана классификация грохочением? Каково устройство грохота?</p> <p>11. В чем заключается сущность ситового анализа?</p> <p>12. Каков характер движения частиц на сите?</p> <p>13.Как оценивается эффективность сортировки?</p>
<p>Раздел 3.</p> <p>Гидромеханические процессы</p>	<p>Отстаивание</p> <p>1 Какие силы действуют на твёрдую частицу при её движении в гравитационном поле в жидкой среде?</p> <p>2 Как рассчитывается скорость осаждения твёрдой одиночной сферической частицы в жидкой среде?</p> <p>3 От каких параметров зависит коэффициент сопротивления среды?</p> <p>4 При каком режиме и почему процесс отстаивания твёрдых частиц наиболее эффективен?</p> <p>5 Какие критерии гидромеханического подобия описывают процесс отстаивания?</p> <p>6 Как учитывается несферичность частиц и массовость процесса отстаивания?</p> <p>7 Какие конструкции аппаратов используются для отстаивания?</p> <p>8 Какие уравнения лежат в основе расчёта отстойника?</p> <p>9 Какие способы интенсификации процесса применяются при отстаивании?</p> <p>Центрифугирование</p> <p>11 Какова сущность и назначение процесса центрифугирования?</p> <p>12 Под действием каких сил находится твёрдая частица в барабане центрифуги?</p> <p>13 Как рассчитывается скорость разделения твёрдой одиночной сферической частицы в барабане центрифуги?</p> <p>14 С помощью какого критерия рассчитывается эффективность центрифугирования?</p> <p>15 Какой режим центрифугирования наиболее эффективен?</p> <p>16 Какие конструкции центрифуг применяются в пищевой промышленности?</p> <p>17 Как рассчитываются отстойные центрифуги?</p> <p>Сепарирование</p> <p>18 Каково назначение и сущность процесса сепарирования?</p> <p>19 Под действием каких сил находится частица (жировой шарик) в межтарелочном пространстве сепаратора?</p> <p>20 Какова траектория движения жирового шарика (твёрдой частицы) в барабане сепаратора?</p> <p>21 Какие параметры и как влияют на производительность сепаратора?</p> <p>22 Какие недостатки имеет элементарная теория сепарирования и как они устраняются за счёт гидромеханической теории?</p> <p>23 Как режим движения влияет на разделение при сепарировании?</p> <p>24 Каково устройство и принцип работы сепараторов: сливоотделителя и молокоочистителя?</p> <p>25 Какие конструктивные особенности отличают сепараторы сливоотделители и молокоочистители?</p> <p>26 . Как рассчитывается расход мощности на сепарирование?</p> <p>Гидродинамика движения жидкости через неподвижные</p>

зернистые слои

27 Какими параметрами характеризуются моно и полидисперсные зернистые слои?

28 Каковы условия существования неподвижного зернистого слоя?

29 Какова связь между фиктивной и действительной скоростями движения жидкости?

30 Как рассчитывается гидравлическое сопротивление неподвижного зернистого слоя?

31 . Как рассчитывается коэффициент гидравлического сопротивления?

32 Какие аппараты работают с неподвижным зернистым слоем?

Псевдооживление

33 Какие технологические процессы протекают в режиме псевдооживления?

34 .Как достигается режим псевдооживления?

35.Как рассчитывается гидравлическое сопротивление псевдооживленного слоя?

36 Как изменяются характеристики зернистого слоя в процессе псевдооживления?

37 Как рассчитывается скорость начала и конца псевдооживления?

38 Что характеризует число псевдооживления?

39 Какими достоинствами и недостатками обладает псевдооживленный слой?

40 Какие конструкции аппаратов с псевдооживленным слоем применяются в пищевой промышленности?

41 Какой режим называют режимом пневмотранспорта?

Фильтрация под действием перепада давления

42 Каковы назначение и сущность процесса?

43 Какова движущая сила процесса фильтрации?

Из какого уравнения и как может быть получено дифференциальное уравнение фильтрации? Какие параметры влияют на скорость фильтрации?

44 Как рассчитывается продолжительность этого процесса?

45 Как определяются константы в уравнении фильтрации?

46 Какие конструкции фильтров применяются в пищевой промышленности?

47 Какие способы интенсификации процесса фильтрации известны?

Обратный осмос и ультрафильтрация

48 Каково назначение процессов? В чём общность их протекания и каковы их особенности?

49 Какое явление лежит в основе разделения с помощью мембран и что является движущей силой процесса?

50 Каков механизм разделения на полупроницаемой мембране?

51 Какими свойствами должны обладать мембраны? Какие мембраны используются в процессах?

52 Какие основные конструкции мембранных аппаратов применяются в пищевой В чём заключается расчёт этих аппаратов?

Механическое перемешивание в жидкой среде

53 Дать общую характеристику основных способов перемешивания: механического, пневматического, циркуляционного и поточного?

	<p>54 Какие основные конструкции механических мешалок используются в пищевой промышленности? Дать их сравнительную оценку?</p> <p>55 Используя π-теорему получить критерии для описания процесса механического перемешивания?</p> <p>56 Как рассчитывается энергия на механическое перемешивание?</p> <p>57 Почему при турбулентном режиме расходуемая энергия не зависит от вязкости перемешиваемой жидкости?</p> <p>Разделение газовых неоднородных систем</p> <p>58 Какова сравнительная эффективность различных методов очистки газовых систем?</p> <p>59 Как оценивается эффективность очистки?</p> <p>60 В чём заключается гравитационная очистка?</p> <p>61 В каких аппаратах и как осуществляется инерционная и центробежная очистка? В чём заключается достоинство центробежной очистки?</p> <p>62 От каких параметров зависит мокрая очистка?</p> <p>63 В каких фильтрах осуществляется очистка газов?</p>
<p>Раздел 4. Тепловые процессы</p>	<p>Основные законы теплопередачи</p> <p>1 Каковы механизмы переноса тепла? Какой механизм переноса тепла характерен для твёрдых тел?</p> <p>2 Какой закон описывает процесс? Какой физический смысл имеет коэффициент теплопроводности?</p> <p>3 Из какого уравнения может быть получен закон описывающий теплопроводность плоской стенки при установившемся тепловом режиме?</p> <p>4 В чём заключается сущность переноса тепла конвекцией?</p> <p>5 Какое уравнение описывает процесс теплоотдачи?</p> <p>6 Каков физический смысл коэффициента теплоотдачи?</p> <p>7 Какие критерии теплового подобия используются в расчёте теплообменных аппаратов?</p> <p>8 Чем определяется конкретный вид критериальных уравнений?</p> <p>9 В чём заключается сущность переноса тепла излучением?</p> <p>10 Какой процесс называют теплопередачей и каким законом он описывается? Каков физический смысл коэффициента теплопередачи?</p> <p>11 Какая связь существует между коэффициентами теплопередачи и теплоотдачи?</p> <p>12 Почему в расчётах тепловых процессов используется средний температурный напор и как и он вычисляется?</p> <p>13 Какие схемы движения теплоносителей существуют? Какие требования предъявляют к теплоносителям и хладоносителям?</p> <p>14 Какие конструкции теплообменных аппаратов применяются в пищевой промышленности?</p> <p>15 Какие теплообменники по принципу действия относятся к смешительным и какие к поверхностным?</p> <p>16 Какие достоинства и недостатки имеют кожухотрубные теплообменники?</p> <p>17 В каких случаях применяют теплообменники типа “труба в трубе”?</p> <p>18 Как устроен спиральный теплообменник?</p> <p>19 Каковы особенности теплопередачи в пластинчатом</p>

	<p>теплообменнике?</p> <p>20 Чем различаются конструктивный и поверочный расчёты теплообменников?</p> <p>21 Какие способы интенсификации процесса теплопередачи возможны в теплообменных аппаратах?</p> <p>Нагрев и охлаждение</p> <p>22 Какие методы нагрева и охлаждения применяют в пищевой промышленности?</p> <p>23 Из какого уравнения определяют расходы теплоносителя или хладоносителя?</p> <p>Конденсация</p> <p>24 Какова физическая сущность процесса?</p> <p>25 Из какого уравнения определяют расход воды на конденсацию паров?</p> <p>26 Как устроен и работает поверхностный конденсатор?</p> <p>27 Почему в промышленных технологических аппаратах теплопередача от пара к стенке осуществляется, как правило, в условиях плёночной конденсации?</p> <p>28 Как рассчитывается коэффициент теплоотдачи при плёночной конденсации насыщенного пара?</p> <p>29 Какие критерии теплового подобия описывают этот процесс?</p> <p>30 Как устроен и работает барометрический конденсатор?</p> <p>31 От каких параметров зависит высота барометрической трубы?</p> <p>Выпаривание</p> <p>32 Каковы назначение и сущности процесса?</p> <p>33 Какие способы выпаривания существуют? Когда следует применять выпаривание под разрежением и как создаётся вакуум?</p> <p>34 Какие конструкции выпарных аппаратов существуют? Каково назначение калоризатора, сепаратора, конденсатора?</p> <p>35 Что является движущей силой естественной циркуляции и как конструктивно обеспечивается циркуляционный контур?</p> <p>36 Из каких уравнений определяется масса выпарной влаги и расход греющего пара? Составить уравнения.</p> <p>37 Как рассчитываются: температура кипения, полная и полезная разности температур?</p> <p>38 Какие депрессии имеют можно при выпаривании и как они рассчитываются?</p> <p>39 В чём принцип многократного выпаривания и с какой целью его осуществляют?</p> <p>40 Как определяется оптимальное число корпусов многокорпусной выпарной установки?</p> <p>41 Какие способы экономии тепла при выпаривании существуют?</p> <p>42 Каково назначение и устройство инжектора (теплового насоса)?</p> <p>43 Из каких уравнений определяется масса перегретого пара, пошедшего на термокомпрессию?</p> <p>44 Как изменяется давление и скорость в сопле Лавалля, камере смешения, камере сжатия?</p> <p>45 Как рассчитывается коэффициент инжекции и КПД инжектора и какова между ними связь?</p>
--	---

<p>Раздел 5. Массообменные процессы</p>	<p>Основные законы массопердачи</p> <p>1 Каковы механизмы переноса массы и в чём заключается их сущность?</p> <p>2 Каким уравнением описывается перенос массы молекулярной диффузией? Каков физический смысл коэффициента молекулярной диффузии?</p> <p>3 Какой закон, являясь аналогом закона Ньютона-Рихмана, описывает перенос вещества из потока к поверхности раздела фаз?</p> <p>4 В чём аналогия переноса тепла и массы?</p> <p>5 Какие критерии характеризуют подобие массообменных процессов?</p> <p>6 Чем определяется конкретный вид критериальных уравнений?</p> <p>7 Из каких уравнений рассчитываются массовые расходы и строится рабочая линия массообменных процессов?</p> <p>8 Как определяется движущая сила массообменных процессов?</p> <p>Сушка</p> <p>9 В чём сущность процесса? Какова роль воздуха в контактной и конвективной сушке?</p> <p>10 Какие параметры характеризуют состояние влажного воздуха и какова связь между ними? (Отразить на I-x диаграмме)</p> <p>11 С помощью каких уравнений рассчитываются: масса удалённой влаги, расход воздуха и тепла на сушку?</p> <p>12 Чем действительный процесс сушки отличается от теоретического? (Показать на I-x диаграмме)</p> <p>13 Почему в теоретическом процессе энтальпия воздуха практически не изменяется?</p> <p>14 Из какого баланса может быть получено уравнение реального процесса сушки?</p> <p>15 Что такое потенциал сушки, что он характеризует?</p> <p>16 Какие формы связи влаги с материалом существуют?</p> <p>17 Что является движущей силой процесса сушки?</p> <p>18 Какие факторы являются определяющими в 1 и 2 периодах сушки?</p> <p>19 Как рассчитывается продолжительность сушки в 1 и 2 периодах?</p> <p>20 Почему скорость сушки в 1 периоде постоянна? Чем обусловлено её падение во 2 периоде?</p> <p>21 Почему сорбция влаги в одних и тех же условиях протекает труднее чем сушка?</p> <p>22 Каковы условия равновесия при сушке?</p> <p>23 Какие конструкции конвективных сушильных установок применяются на предприятиях молочной промышленности?</p> <p>24 Какие известны конструкции контактных сушилок?</p> <p>25 Какие продукты сушат в распылительных сушилках? Почему в ряде случаев применяют двух ступенчатую сушку?</p> <p>Кристаллизация</p> <p>26 Каково назначение процесса, его механизмы и движущая сила?</p> <p>27 Какие факторы влияют на равновесие при кристаллизации?</p> <p>28 С какой целью создают пересыщение или переохлаждение перед кристаллизацией?</p> <p>29 Какие параметры влияют на основные стадии кристаллизации: зародышеобразования и рост кристаллов?</p> <p>30 В чём сущность изотермической и изогидрической</p>
--	--

	<p>кристаллизации?</p> <p>31 Какие уравнения положены в основу расчёта кристаллизаторов?</p> <p>32 Какие основные конструкции кристаллизаторов применяются на предприятиях пищевой отрасли?</p> <p>Абсорбция</p> <p>33 В чём заключается сущность абсорбции?</p> <p>34 Какие параметры влияют на процессы абсорбции и десорбции?</p> <p>35 Какое уравнение используется при расчёте расхода абсорбента?</p> <p>36 Каким законам массопередачи подчиняется процесс абсорбции и как рассчитывается коэффициент массопередачи?</p> <p>37 Что является движущей силой процесса абсорбции и как определяется средняя движущая сила?</p> <p>38 Какие конструкции абсорберов применяются в пищевой промышленности?</p> <p>39 В чём заключается расчёт плёночных, насадочных и тарельчатых абсорберов?</p> <p>40 Какие критериальные уравнения используются для расчёта коэффициентов массоотдачи в газовой и жидкой фазах?</p> <p>Адсорбция</p> <p>41 Каково назначение процесса адсорбции и в каких отраслях пищевой промышленности этот процесс применяется?</p> <p>42 Какие адсорбенты наиболее широко используются при проведении адсорбции и каким требованиям они должны удовлетворять?</p> <p>43 Каким законам подчиняется процесс адсорбции в условиях равновесия?</p> <p>44 Как строится рабочая линия процесса адсорбции?</p> <p>45 Как определяется движущая сила этого процесса?</p> <p>46 Какие критериальные уравнения используются для расчёта коэффициента массоотдачи?</p> <p>47 Как рассчитывается объёмный коэффициент массопередачи?</p> <p>48 Какие основные конструкции адсорберов применяются в пищевой промышленности?</p> <p>49 В чём заключается расчёт адсорберов периодического и непрерывного действия?</p>
--	---

7.3 Вопросы для промежуточной аттестации

7.3.1 Вопросы к экзамену

1. Классификация основных процессов и аппаратов. Принципы составления уравнений материальных и тепловых балансов.
2. Понятие об оптимизации процессов. Критерии оптимизации. Привести конкретный пример оптимизации.
3. Моделирование процессов и аппаратов. Теория подобия. Способы получения критериев подобия. П – теорема.
4. Дробление (измельчение). Назначение процесса. Работа, затрачиваемая на крупное и мелкое дробление. Конструкции и принцип действия основных типов измельчающих машин.
5. Сортировка (классификация). Назначение процесса. Способы классификации. Конструкции и принцип действия устройств для механической классификации.
6. Обработка давлением: Отжатие, формование и прессование. Назначение и общая характеристика процессов и аппаратов.

7. Осаждение твердых частиц в гравитационном поле. Критерии гидромеханического подобия, характеризующие эти процессы.
8. Расчет скорости осаждения твердых частиц в гравитационном поле.
9. Отстаивание. Отстойники. Их устройство и расчет.
10. Разделение в поле центробежных сил. Фактор разделения.
11. Отстойные центрифуги, их устройство и расчет.
12. Сепарирование. Назначение процесса. Устройство сепараторов – молокоочистителей и сливоотделителей.
13. Элементарная теория сепарирования. Расчет производительности сепаратора. Параметры, влияющие на этот процесс.
14. Расчет мощности на сепарирование.
15. Гидродинамика движения жидкости через неподвижные зернистые слои. Формула для расчета гидравлического сопротивления и ее анализ.
16. Характеристики зернистого слоя и связь между ними.
17. Фильтрование. Назначение процесса. Дифференциальное уравнение скорости фильтрования.
18. Фильтрование. Расчет продолжительности фильтрования при постоянной скорости.
19. Фильтрование. Расчет продолжительности фильтрования при постоянном давлении.
20. Баромембранные процессы: Обратный осмос и ультрафильтрация. Характеристика мембран, применяемых в пищевой промышленности.
21. Устройство ультрафильтрационных установок. Факторы, влияющие на процесс разделения с помощью мембран (давление, температура, перемешивание).
22. Устройство и принцип действия фильтров, применяемых в пищевой промышленности.
23. Характеристика осадков и фильтровальных перегородок, применяемых в пищевой промышленности.
24. Очистка газов. Назначение процесса. Способы очистки, их сравнительная оценка. Аппараты для осуществления очистки газа.
25. Гидродинамика процесса псевдоожижения («кипения»). Физические основы процесса, применение в пищевой промышленности.
26. Свободное витание и унос. Условия витания и уноса. Расчет скорости витания. Применение явления уноса в пищевой промышленности.
27. Механическое перемешивание. Применение процесса в пищевой промышленности. Расчет мощности на перемешивание. Виды мешалок и их характеристика.
28. Способы переноса тепла. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности.
29. Конвекция. Механизм переноса тепла конвекции. Основное уравнение теплоотдачи. Коэффициент теплоотдачи.
30. Критерии теплового подобия. Их применение в тепловых расчетах.
31. Механизм переноса тепла излучением. Коэффициент теплоотдачи излучением.
32. Теплопередача при постоянных температурах теплоносителей. Основное уравнение теплопередачи.
33. Теплопередача при переменных температурах теплоносителей. Определение среднего температурного напора.
34. Основные конструкции теплообменных аппаратов. Их сравнительная оценка.
35. Характеристика основных теплоносителей. Схемы движения теплоносителей. Их сравнительная оценка.
36. Конденсация. Теплоотдача при конденсации. Конденсаторы, их устройство и принцип действия.

37. Выпаривание. Физическая сущность процесса. Выпарные аппараты, применяемые в пищевой промышленности, их устройство и принцип действия.
38. Многокорпусные выпарные установки. Принцип многократного использования пара.
39. Уравнения материального и теплового балансов при выпаривании.
40. Полная и полезная разности температур. Их расчет.
41. Температурные потери (депрессии), возникающие в выпарных аппаратах. Их определение.
42. Выпаривание с применением термокомпрессии. Термоинжектор, устройство, принцип работы. Коэффициент инжекции.
43. Процессы адиабатического расширения, смещения и сжатия в термокомпрессоре. Изображение процессов на I – S диаграмме.
44. Механизм массопереноса. Молекулярная диффузия. Первый закон Фика. Коэффициент диффузии.
45. Конвективная диффузия. Основное уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи.
46. Основное уравнение массопередачи. Коэффициент массопередачи.
47. Растворение и кристаллизация. Назначение процессов. Физические основы. Уравнение материального и теплового балансов процесса кристаллизации. Основные конструкции кристаллизаторов.
48. Сушка. Назначение процесса. Уравнения материального и теплового балансов.
49. Параметры влажного воздуха, их изображение на I-X диаграмме.
50. Изображение процессов теоретической и реальной сушки на I – X диаграмме.
51. Кинетика сушки. Построение кривых сушки и скорости сушки.
52. Расчет расхода воздуха и тепла на сушку. Основные конструкции сушильных установок.
53. Абсорбция. Назначение процесса. Физические основы процесса. Основные законы. Аппараты для осуществления процесса и их расчет.
54. Адсорбция. Сущность процесса. Массопередача при адсорбции. Конструкция и расчет адсорберов.

7.3.2. Темы курсовых проектов

- Проект кожухотрубного теплообменного аппарата.
- Проект трубчатого теплообменного аппарата.
- Проект конденсатора поверхностного типа.
- Проект теплообменного аппарата емкостного типа.
- Проект пластинчатого пастеризационно-охладительного аппарата.
- Проект охлаждающего аппарата пластинчатого типа
- Проект вакуум-выпарного аппарата циркуляционного типа.
- Проект вакуум-выпарного аппарата пленочного типа.
- Проект распылительного сушильного аппарата.
- Проект барабанного сушильного аппарата.
- Проект сушильного аппарата в «кипящем» слое

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Вобликова, Татьяна Владимировна. Процессы и аппараты пищевых производств [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. В. Вобликова, С. Н. Шлыков, А. В. Пермяков. - 4-е изд., стереот. - Электрон. дан. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань [и др.], 2019. - 204 с. - (Учебники для вузов) (Специальная литература). - Внешняя ссылка: <https://e.lanbook.com/book/115658>

2. Гнездилова, Анна Ивановна. Процессы и аппараты пищевых производств [Электронный ресурс] : учебник и практикум для академ. бакалавриата : для студентов вузов по инженерно-технич. направлениям / А. И. Гнездилова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Электрон. дан. - М. : Юрайт, 2018. - 269 с. - (Бакалавр. Академический курс) (УМО ВО рекомендует). - Библиогр.: с. 236-237 Внешняя ссылка: https://bibli-online.ru/book/8173BB42-7509-4638-AA2B-6B92E5A12657/processy-i-apparaty-pischevyh-proizvodstv?ref_from=86452

3. Процессы и аппараты пищевых производств и биотехнологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д. М. Бородулин [и др.]. - 2-е изд., испр. - Электрон. дан. - СПб. [и др.] : Лань, 2019. - 292 с. - (Учебники для вузов) (Специальная литература). - Внешняя ссылка: <https://e.lanbook.com/book/112671>

б) дополнительная литература:

1. Жуков, Владимир Иванович. Процессы и аппараты пищевых производств [Электронный ресурс] / В. И. Жуков. - Электрон. дан. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), 2013. - 188 с. - Внешняя ссылка: <http://znanium.com/go.php?id=546590>

2. Процессы и аппараты пищевой технологии : учеб. пособие для студ. по направл. подгот. бакалавров "Продукты питания из растит. сырья" и "Продукты питания жив. происхожд." / [С. А. Бредихин и др.] ; под ред. С. А. Бредихина. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2014. - 543, [1] с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 538-539.

3. Кавецкий, Георгий Дмитриевич. Процессы и аппараты пищевой технологии : учебник для вузов по напр. подготовки дипл. спец. "Производство продуктов питания из раст. сырья", "Технология прод. продуктов спец. назначения и общественного питания", "Пищевая технология" / Г. Д. Кавецкий, В. П. Касьяненко. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : КолосС, 2008. - 590, [2] с. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). - Библиогр.: с. 585-586

4. Гнездилова, Анна Ивановна. Процессы и аппараты пищевых производств : учеб. пособие по курсовому проектированию для студентов по направл. подготовки бакалавров: 19.03.03 - Продукты питания животного происхожд., 15.03.02 - Технолог. машины и оборудование и магистров: 15.04.02 - Технолог. машины и оборудование / А. И. Гнездилова ; М-во сельского хоз-ва Рос. Федерации, Вологодская ГМХА, Технол. фак., Каф. технол. оборуд. - Вологда ; Молочное : ВГМХА, 2018. - 114 с. - Библиогр.: с. 80

5. Гнездилова, Анна Ивановна. Конструктивный и прочностной расчет теплообменных аппаратов : учебно-метод. пособие по курсовому проектированию и выпускной квалификац. работе для студентов всех форм обучения по направлениям: 15.03.02 - Технол. машины и оборудование, 15.04.02 - Технол. машины и оборудование / А. И. Гнездилова, Ю. В. Виноградова ; М-во сельского хоз-ва Рос. Федерации, Вологодская ГМХА, Технол. фак., Каф. технол. оборуд. - Вологда ; Молочное : ВГМХА, 2019. - 84 с. - Библиогр.: с. 51

6. Касаткин, Андрей Георгиевич. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник для студ. химико-технологич. спец. вузов / А. Г. Касаткин. - Изд. 12-е, стереотипное, доработанное. Перепеч. с девятого изд. 1973г. - М. : Альянс, 2005. - 750, [1] с. - Библиогр.: с. 715-718

Перечень информационных технологий, используемых в обучении, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

В качестве программного обеспечения используются программы: операционные системы Microsoft Windows 10, Microsoft Windows Professional 8 Pro, Microsoft Windows Professional/ Starter, Microsoft Windows XP, офисные пакеты Microsoft Office Professional

Plus 2003/2007/2010, Microsoft Office Standart 2013, Антивирус Kaspersky Endpoint Security для бизнеса.

Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА.

Информационные справочные системы

– Единое окно доступа к образовательным ресурсам – режим доступа:

<http://window.edu.ru/>

– ИПС «КонсультантПлюс» – режим доступа: <http://www.consultant.ru/>

– Интерфакс - Центр раскрытия корпоративной информации (сервер раскрытия информации) – режим доступа: <https://www.e-disclosure.ru/>

– Информационно-правовой портал ГАРАНТ.RU – режим доступа: <http://www.garant.ru/>

– Автоматизированная справочная система «Сельхозтехника» (web-версия) - режим доступ: <http://gtexam.ru/>

Профессиональные базы данных

– Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – режим доступа: <http://elibrary.ru>

– Научометрическая база данных Scopus: база данных рефератов и цитирования – режим доступа: <https://www.scopus.com/customer/profile/display.uri>

– Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики – режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/> (Открытый доступ)

– Российская Академия Наук, открытый доступ к научным журналам – режим доступа: <http://www.ras.ru> (Открытый доступ)

– Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Российской Федерации – режим доступа: <http://mcs.ru/> (Открытый доступ)

Электронные библиотечные системы:

• Электронный библиотечный каталог Web ИРБИС – режим доступа:

[https://molochnoe.ru/cgi-](https://molochnoe.ru/cgi-bin/irbis64r_14/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBNAM=STATIC&I21DBN=STATIC)

[bin/irbis64r_14/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBNAM=STATIC&I21DBN=STATIC](https://molochnoe.ru/cgi-bin/irbis64r_14/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBNAM=STATIC&I21DBN=STATIC)

• ЭБС ЛАНЬ – режим доступа: <https://e.lanbook.com/>

• ЭБС Znanium.com – режим доступа: <https://new.znanium.com/>

• ЭБС ЮРАЙТ – режим доступа: <https://urait.ru/>

• ЭБС POLPRED.COM: <http://www.polpred.com/>

• Электронная библиотека издательского центра «Академия»: <https://www.academia-moscow.ru/elibrary/> (коллекция СПО)

• ЭБС ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА – режим доступа: <https://molochnoe.ru/ebs/>

.9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лаборатория №1102, оснащенная приборами и оборудованием:

- сепаратор-сливкоотделитель;
- установка для изучения процесса отстаивания;
- теплообменник типа "труба в трубе";
- конвективная сушилка;
- пароструйный насос;
- центробежный насос;
- психрометр МВ - 4М;
- счетчик воды ОАЖМ 209 001 ПС;
- теплообменные пластины для пластинчатого аппарата;
- калоризатор вакуум-выпарного аппарата;
- секундомер, штангенциркуль, мерные емкости.

Лаборатория №1105, оснащенная программным обеспечением для проведения виртуальных лабораторных работ:

- «Изучение процесса перемешивания»;
- «Изучение процессов нагревания и рекуперации теплоты»;
- «Исследование работы двухкорпусной выпарной установки»;
- «Исследование процесса распылительной сушки».

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, исходя из индивидуальных психофизических особенностей и по личному заявлению обучающегося, в части создания специальных условий.

В специальные условия могут входить: предоставление отдельной аудитории, необходимых технических средств, присутствие ассистента, оказывающего необходимую техническую помощь, выбор формы предоставления инструкции по порядку проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, использование специальных технических средств, предоставление перерыва для приема пищи, лекарств и др.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

10.Карта компетенций дисциплины

Процессы и аппараты пищевых производств(направление подготовки19.03.03 - Продукты питания животного происхождения, Профиль подготовки Технология молока и молочных продуктов)					
Цель дисциплины		– сформировать у студентов знания о закономерностях, принципах технической реализации и методах инженерного расчета технологических процессов и аппаратов пищевых производств.			
Задачи дисциплины		- формированиена базе фундаментальных законов физики и химии знаний об общих процессах, протекающих в различных пищевых производствах; - формирование навыков по рационализации процессов и совершенствованию аппаратов пищевых производств; - формированиеспособностей по освещению основных технических проблем, научных достижений и современных тенденций использования новых физических методов обработки пищевых продуктов.			
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие					
Общепрофессиональные компетенции					
Компетенции		Перечень компонентов (планируемые результаты обучения)	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Ступени уровней освоения компетенции
Индекс	Формулировка				
ОПК-2	Способность разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологических процессов производства продукции питания различного назначения	<p>Знать: классификацию процессов и аппаратов; фундаментальные законы переноса теплоты, массы и количества движения.</p> <p>Уметь: применять основные законы переноса теплоты, массы и количества движения для расчета основных процессов и аппаратов.</p> <p>Владеть: расчетными методами управления процессами и оптимизации их режимов; расчетными методами определения геометрических размеров рабочих органов аппаратов.</p>	Лекции Лабораторные занятия Самостоятельная работа Интерактивные занятия	Тестирование Контрольная работа Устный опрос	<p style="text-align: center;">Пороговый (удовлетворительный) От 30-55 баллов</p> <p>Знает классификацию процессов и аппаратов, фундаментальные законы переноса теплоты, массы и количества движения.</p> <p style="text-align: center;">Продвинутый (хорошо) От 56-75 баллов</p> <p>Умеет применять основные законы переноса теплоты, массы и количества движения для расчета основных процессов и аппаратов.</p> <p style="text-align: center;">Высокий (отлично) От 76-100 баллов</p>

					Владеет расчетными методами управления процессами и оптимизации их режимов; расчетными методами определения геометрических размеров рабочих органов аппаратов.
Профессиональные компетенции					
ПК-3	Способность изучать научно-техническую информацию отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования	<p>Знать: устройства аппаратов для реализации соответствующих процессов.</p> <p>Уметь: систематизировать и на практике приложить свои знания; находить пути повышения эффективности работы аппаратов.</p> <p>Владеть: теоретическими основами и способами осуществления процессов, применяемых в пищевой промышленности.</p>	<p>Лекции</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Самостоятельная работа</p> <p>Интерактивные занятия</p>	<p>Тестирование</p> <p>Контрольная работа</p> <p>Устный опрос</p>	<p style="text-align: center;">Пороговый (удовлетворительный) От 30-55 баллов</p> <p>Знает устройства аппаратов для реализации соответствующих процессов</p> <p style="text-align: center;">Продвинутый (хорошо) От 56-75 баллов</p> <p>Умеет систематизировать и на практике приложить свои знания; находить пути повышения эффективности работы аппаратов.</p> <p style="text-align: center;">Высокий (отлично) От 76-100 баллов</p> <p>Владеет теоретическими основами и способами осуществления процессов, применяемых в пищевой промышленности.</p>