

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

Технологический факультет

Кафедра технологического оборудования

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕПЛОВЫЕ И МАССООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

Направление подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки Машины и аппараты пищевых производств

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Вологда - Молочное

2020

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, профиль подготовки Машины и аппараты пищевых производств

Разработчик:
д.т.н., профессор  А.И. Гнездилова

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры технологического оборудования от «08» июня 2020 года, протокол № 10.

Зав. кафедрой
к.т.н., доцент  Ю.В. Виноградова

Рабочая программа дисциплины согласована и утверждена на заседании методической комиссии технологического факультета от «20» июня 2020 года, протокол №10.

Председатель методической комиссии
к.т.н., доцент  Неронова Е.Ю.

1 Цель и задачи учебной дисциплины

Цель - сформировать у студентов знания тепловых и массообменных процессов пищевых производств и аппаратов для их осуществления с учетом технических и экологических аспектов, а также практическую подготовку к решению конкретных производственных задач.

Задачи курса:

- формирование знаний об основных тепловых и массообменных процессах, протекающих в различных производствах;
- формирование навыков по использованию современных методов исследования тепловых и массообменных процессов;
- развитие навыков выбора оптимальных конструкций аппаратов в конкретных производствах;
- ознакомление с научными достижениями и современными тенденциями развития и использования новых физических методов обработки пищевых продуктов.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Тепловые и массообменные процессы» относится к вариативной части дисциплин федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, профиль Машины и аппараты пищевых производств. Индекс дисциплины по учебному плану: : Б1.В.10 .

Освоение дисциплины «Тепловые и массообменные процессы» базируется на знаниях и умениях, полученных студентами при изучении таких дисциплин как: «Математика» -Б1.Б.06, «Физика» - Б1.Б.08, «Механика» -Б1.Б.20. Дисциплина «Тепловые и массообменные процессы» является базовой для последующего изучения дисциплин: «Общая технология» -Б1.В.06, «Технологическое оборудование молочной отрасли –Б1.В.07, а также является базой для эффективного прохождения практик: практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности –Б2.В.02(П), технологической практики –Б2.В.03(П), преддипломной практики –Б2.В.04(П), написания выпускной квалификационной работы.

3 Требования и результаты освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирования следующих компетенций:

- умение моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов (ПК-2);
- способность принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и внедрять результаты исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования (ПК-3).

В результате изучения курса студент должен:

знать:

- методы моделирования технических объектов и технологических процессов;
- стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования

уметь:

- моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;
- проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов;

владеть:

- способностями принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию;
- способностями внедрять результаты исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования.

4 Структура и содержание учебной дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы – 144 час.

4.1 Структура учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		3
Аудиторные занятия (всего)	34	34
<i>В том числе:</i>		
Лекции (Л)	17	17
Практические занятия (ПЗ)	17	17
Семинары (С)	-	
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа (всего)	110	110
<i>В том числе:</i>		
Подготовка к практическим занятиям	52	52
Подготовка к итоговому контролю	46	46
Контроль	12	12
Вид итоговой аттестации	зачет	зачет
Общая трудоёмкость, часы	144	144
Зачётные единицы	4	4

4.2 Содержание разделов учебной дисциплины

Раздел 1. 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 2. Массообменные процессы.

Общие сведения о массообменных процессах. Механизмы переноса массы. Молекулярная и конвективная диффузия. Теория пограничных слоев. Дифференциальные

уравнения молекулярной и конвективной диффузии. Подобие тепловых и массообменных процессов. Аналогии процессов переноса тепла и массы. Массопередача. Движущая сила процесса.

Сушка. Физические основы процесса. Характеристика влажных материалов. Форма 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. Основные расчеты сушильных установок. Движение влаги в материале. Сорбция и десорбция влаги. Равновесие при сушке, движущая сила процесса. Кинетика сушки. Кривые сушки и скорости сушки. Особенности сушки различных материалов. Способы 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. Ректификация. Сущность процесса. Основные законы. Аппараты для осуществления процессов и их расчет. Экстракция. Сущность процесса. Экстракция из жидких и твердых тел. Массопередача при экстракции. Конструкция и расчет экстракторов.

4.3 Разделы учебной дисциплины и вид занятий

№ п/п	Наименование разделов учебной дисциплины	Л	ПЗ	СРС	Контроль	Всего
1	Тепловые процессы	8	9	48	6	71
5	Массообменные процессы	9	8	50	6	73
	Всего	17	17	98	12	144

4.4 Лабораторный практикум не предусмотрен

5. Матрица компетенций

№ п/п	Наименование разделов учебной дисциплины	ПК-2	ПК-3	Общее число компетенций
1	Тепловые процессы	+	+	2
2	Массообменные процессы	+	+	2

6 Образовательные технологии

Объем часов всего 144 часов, в т.ч. лекции 17 часов, практические занятия – 17 часов.

Образовательные технологии, используемые при изучении дисциплины: традиционные технологии (лекции, практические занятия); интерактивные (представлены в таблице). Объем занятий в интерактивной форме составляет 30% от аудиторных занятий.

Таблица - Активные и интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Семестр	Вид занятия (Л, ПР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
1	Л	Проблемная лекция на тему: «Теоретические основы процесса кристаллизации лактозы и аппараты для ее осуществления»	2
1	Л	Лекция визуализация на тему: «Конструкции теплообменных аппаратов и их сравнительная оценка»	2
1	ПР	Анализ конкретных ситуаций (case-study) типа ситуация - оценка на тему «Обоснование оптимальной скорости движения теплоносителя в закрытых каналах теплообменных аппаратов»	2
1	ПР	Деловая игра на тему «Организация и проведение процессов сгущения и сушки на молочном предприятии»	4
Итого:			10

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 дисциплины	Виды СРС	Порядок выполнения СРС	Метод контроля
1	Тепловые процессы	Подготовка к практическим занятиям и тестированию	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами	Устный опрос, письменный контроль, тестирование.
2	Массообменные процессы	Подготовка к практическим занятиям и тестированию	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами	Устный опрос, письменный контроль, тестирование, проведение игры.

7.2 Содержание и объем самостоятельной работы студента

Разделы рабочей программы для самостоят	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, часов

ельного изучения		
Раздел 1. Тепловые процессы	<p style="text-align: center;">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. Какова структура теплового пограничного слоя и его связь с гидродинамическим пограничным слоем?</p> <p>6. Какое уравнение описывает процесс теплоотдачи? Каков физический смысл коэффициента теплоотдачи?</p> <p>7. Из каких уравнений и каким методом может быть получены критерии теплового подобия?</p> <p>8. Какие критерии теплового подобия используются в расчёте теплообменных аппаратов? Чем определяется конкретный вид критериальных уравнений?</p> <p>9. В чём заключается сущность переноса тепла излучением? Какое уравнение описывает лучистый обмен между двумя плоскими параллельно расположенными телами?</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? Какие достоинства и недостатки имеют кожухотрубные теплообменники?</p> <p>16. В каких случаях применяют теплообменники типа “труба в трубе”?</p> <p>17. Как устроен спиральный теплообменник? Каковы особенности теплопередачи в пластинчатом теплообменнике?</p> <p>18. Чем различаются конструктивный и поперечный</p>	48

расчёты теплообменников?

19 Какие способы интенсификации процесса теплопередачи возможны в теплообменных аппаратах?

Нагрев и охлаждение

20 Какие методы нагрева и охлаждения применяют в пищевой промышленности?

21 Из какого уравнения определяют расходы теплоносителя или хладоносителя?

Конденсация

22 Какова физическая сущность процесса?

23 Из какого уравнения определяют расход воды на конденсацию паров?

24 Как устроен и работает поверхностный конденсатор?

25 Почему в промышленных технологических аппаратах теплопередача от пара к стенке осуществляется, как правило, в условиях плёночной конденсации?

26 Как рассчитывается коэффициент теплоотдачи при плёночной конденсации насыщенного пара?

27 Какие критерии теплового подобия описывают этот процесс?

28 Как устроен и работает барометрический конденсатор?

29 От каких параметров зависит высота барометрической трубы?

Выпаривание

30 Каковы назначение и сущности процесса?

31 Какие способы выпаривания существуют? Когда следует применять выпаривание под разрежением и как создаётся вакуум?

32 Какие типы выпарных аппаратов существуют? Каково назначение калоризатора, сепаратора, конденсатора?

33 Что является движущей силой естественной циркуляции и как конструктивно обеспечивается циркуляционный контур?

34 Из каких уравнений определяется масса выпарной влаги и расход греющего пара? Составить уравнения.

35 Как рассчитываются: температура кипения, полная и полезная разности температур?

36 Какие депрессии имеют можно при выпаривании и как они рассчитываются?

37 В чём принцип многократного выпаривания и с какой целью его осуществляют?

38 Как определяется оптимальное число корпусов многокорпусной выпарной установки?

39 Какие способы экономии тепла при выпаривании существуют?

40 Каково назначение и устройство инжектора (теплового насоса)?

41 Из каких уравнений определяется масса острого пара, прошедшего на термокомпрессию?

42 Как изменяется давление и скорость в сопле Лавалья, камере смешения, камере сжатия?

43 Как рассчитывается коэффициент инжекции и КПД инжектора и какова между ними связь?

<p>Раздел 2. Массообменные процессы</p>	<p align="center">Основные законы массопередачи</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 Какова структура потока? 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 align="center">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 align="center">50</p>
--	--	---------------------------------

23 Какие конструкции конвективных сушильных установок применяются на предприятиях молочной промышленности?

24 Какие известны конструкции контактных сушилок?

25 Какие продукты сушат в распылительных сушилках? Почему в ряде случаев применяют двух ступенчатую сушку?

Кристаллизация

26 Каково назначение процесса, его механизмы и движущая сила?

27 Какие факторы влияют на равновесие при кристаллизации?

28 С какой целью создаётся пересыщение или переохлаждение перед кристаллизацией?

29 Какие параметры влияют на основные стадии кристаллизации: зародышеобразования и рост кристаллов?

30 В чём сущность изотермической и изогидрической кристаллизации?

31 Какие уравнения положены в основу расчёта кристаллизаторов?

32 Какие основные конструкции кристаллизаторов применяются на предприятиях пищевой отрасли?

Ректификация и перегонка

33 .На каких свойствах жидких смесей основан метод перегонки?

34.Какие разновидности простой пререгонки применяются в пищевой промышленности?

35.В чём заключается различие простой перегонки и ректификации?

36.Каким законом подчиняются идеальные и реальные смеси жидкостей?

37.Каковы условия равновесия для идеальных и реальных смесей жидкости?

38.Как рассчитываются количество дистиллята, кубового остатка и флегмовое число?

39.Как строятся рабочие линии процесса?

40.Как рассчитывается число тарелок и рабочая высота ректификационной колонны?

41. Какие конструкции ректификационных колонн применяются в пищевой промышленности?

Экстракция

42. В чём сущность процесса экстракции в системе жидкость – жидкость? Какие компоненты участвуют в этом процессе?

43.Каковы условия равновесия при экстракции? Какие факторы влияют на этот процес?

	<p>44.Какие диаграммы отображают процесс экстракции?</p> <p>45.Какой закон описывает массопередачу при экстракции?</p> <p>46.Как рассчитывается коэффициент массопередачи?</p> <p>47. В чём заключается расчёт экстракторов?</p> <p>48.В чём заключается принцип действия основных конструкций экстракторов: тарельчатых, роторно-дисковых, вибрационных, центробежных?</p> <p>49.Какие компоненты участвуют в процессе экстракции твёрдое тело – жидкость (выщелачивание)?</p> <p>50 От каких факторов зависит скорость этого процесса?</p> <p>51.На каких уравнениях основан расчёт аппаратов для выщелачивания?</p> <p>52.Какие основные конструкции экстракторов этого типа применяются в пищевой промышленности?</p>	
ИТОГО		98

7.3 Вопросы для промежуточной аттестации

Вопросы для зачета

1. Способы переноса тепла. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности.
2. Конвекция. Механизм переноса тепла конвекции. Основное уравнение теплоотдачи. Коэффициент теплоотдачи.
3. Критерии теплового подобия. Их применение в тепловых расчетах.
4. Механизм переноса тепла излучением. Коэффициент теплоотдачи излучением.
5. Теплопередача при постоянных температурах теплоносителей. Основное уравнение теплопередачи.
6. Теплопередача при переменных температурах теплоносителей. Определение среднего температурного напора.
7. Основные конструкции теплообменных аппаратов. Их сравнительная оценка.
8. Характеристика основных теплоносителей. Схемы движения теплоносителей. Их сравнительная оценка.
9. Конденсация. Теплоотдача при конденсации. Конденсаторы, их устройство и принцип действия.
10. Выпаривание. Физическая сущность процесса. Выпарные аппараты, применяемые в пищевой промышленности, их устройство и принцип действия.
11. Многокорпусные выпарные установки. Принцип многократного использования пара.
12. Уравнения материального и теплового балансов при выпаривании.
13. Полная и полезная разности температур. Их расчет.
14. Температурные потери (депрессии), возникающие в выпарных аппаратах. Их определение.
15. Выпаривание с применением термокомпрессии. Термоинжектор, устройство, принцип работы. Коэффициент инъекции.
16. Процессы адиабатического расширения, смещения и сжатия в термокомпрессоре. Изображение процессов на I – S диаграмме.
17. Механизм массопереноса. Молекулярная диффузия. Первый закон Фика. Коэффициент диффузии.

18. Конвективная диффузия. Основное уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи.
19. Основное уравнение массопередачи. Коэффициент массопередачи.
20. Растворение и кристаллизация. Назначение процессов. Физические основы. Уравнение материального и теплового балансов процесса кристаллизации. Основные конструкции кристаллизаторов.
21. Сушка. Назначение процесса. Уравнения материального и теплового балансов.
22. Параметры влажного воздуха, их изображение на I-X диаграмме.
23. Изображение процессов теоретической и реальной сушки на I – X диаграмме.
24. Кинетика сушки. Построение кривых сушки и скорости сушки.
25. Расчет расхода воздуха и тепла на сушку. Основные конструкции сушильных установок.
26. Ректификация. Назначение процесса. Физические основы процесса. Основные законы. Аппараты для осуществления процесса и их расчет.
27. Экстракция. Сущность процесса. Экстракция из жидких и твердых тел. Массопередача при экстракции. Конструкция и расчет экстракторов.

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://biblio-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

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

7. Тепловые и массообменные процессы: Учебное пособие/ **Гнездилова А.И.** - Вологда - Молочное: ИЦ ВГМХА, 2016.- 106с. .(печ.)

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лаборатория №1102, оснащенная приборами и оборудованием:

- конвективная сушилка;
- пароструйный насос;
- психрометр МВ - 4М;
- теплообменные пластины для пластинчатого аппарата;
- калоризатор вакуум-выпарного аппарата;

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

- «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 Методические указания по освоению дисциплины

1.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

2.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 - Технолог. машины и оборудование, 15.04.02 - Технолог. 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

11 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>
- Наукометрическая 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://mcsx.ru/> (Открытый доступ)

Электронные библиотечные системы:

- Электронный библиотечный каталог Web ИРБИС – режим доступа: 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://molochное.ru/ebs/>

12.Карта компетенций дисциплины

«Тепловые и массообменные процессы», Направление подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, Профиль Машины и аппараты пищевых производств					
Цель дисциплины		вооружить студентов методами и средствами теоретических и экспериментальных исследований, а также основами организации и планирования эксперимента для подготовки магистра к решению профессиональных задач.			
Задачи дисциплины		-изучение современных методов исследования, планирования и обработки экспериментов при проведении научно-исследовательских работ во время обучения в вузе и в своей последующей профессиональной деятельности; - развитие исследовательских навыков; - повышение уровня способности к самообразованию; - развитие информационной культуры.			
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие					
Профессиональные компетенции					
Компетенции		Перечень компонентов (планируемые результаты обучения)	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Ступени уровней освоения компетенции
Индекс	Формулировка				
ПК-2	умение моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и	Знать: стандартные пакеты и средств автоматизированного проектирования. Уметь: моделировать технические объекты и технологические процессы. Владеть: способностями проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	Лекции Практические занятия Самостоятельная работа Интерактивные занятия	Тестирование Устный опрос Письменный контроль	Пороговый (удовлетворительный) От 30-55 баллов Знает стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования. Продвинутый(хорошо) От 56-75 баллов Умеет моделировать технические объекты и технологические процессы. Высокий(отлично) От 76-100 баллов Владеет способностями проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов

	анализом результатов				.
ПК-3	способность принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и внедрять результаты исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования	<p>Знать: методы по составлению научных отчетов по выполненному заданию.</p> <p>Уметь: составлять научные отчеты по выполненному заданию.</p> <p>Владеть: способностью внедрять результаты исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования.</p>	<p>Лекции</p> <p>Практические занятия</p> <p>Самостоятельная работа</p> <p>Интерактивные занятия</p>	<p>Тестирование</p> <p>Устный опрос</p> <p>Письменный контроль</p>	<p>Пороговый (удовлетворительный) От 30-55 баллов Знает методы по составлению научных отчетов по выполненному заданию.</p> <p>Продвинутый(хорошо) От 56-75 баллов Уметь: составлять научные отчеты по выполненному заданию.</p> <p>Высокий(отлично) От 76-100 баллов Владет способностью внедрять результаты исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования.</p>