

**Компонент ОПОП 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения (профиль «Холодильная техника и технология»)**  
наименование ОПОП

**Б1.О.26**  
шифр дисциплины

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины  
(модуля)

Технологические процессы и аппараты

---

Разработчик (и):

Саенкова И.В.

ФИО

доцент

должность

канд. техн. наук

ученая степень,  
звание

Утверждено на заседании кафедры

Технологического и холодильного оборудо-  
вания

наименование кафедры

протокол № 4 от 18.03.2024 г.

Заведующий кафедрой ТХО

\_\_\_\_\_ Похольченко В.А.  
подпись ФИО

Мурманск  
2024

## Пояснительная записка

Объем дисциплины 4 з.е.

### 1. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций <sup>1</sup>	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
<b>УК-1</b> Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<b>ИД-1</b> УК-1 Выполняет поиск необходимой информации, ее критический анализ и обобщает результаты анализа для решения поставленной задачи	<b>Знать:</b> – основные способы поиска информации; <b>Уметь:</b> – критически анализировать собранную информацию по заданной проблеме; <b>Владеть:</b> – навыками обобщения результатов анализа информации для решения поставленной задачи. –
	<b>ИД-2</b> УК-1 Использует системный подход для решения поставленных задач, предлагает способы их решения	<b>Знать:</b> – основные способы поиска информации; <b>Уметь:</b> – применять системный подход при решении поставленных инженерных задач; <b>Владеть:</b> – навыками выбора способов решения конкретных инженерных задач.
<b>ПК-3</b> Способен выполнять расчеты по определению основных параметров и режимов работы систем холодоснабжения для объектов производственного и непромышленного назначения	<b>ИД-1</b> ПК-3 Воспринимает и анализирует информацию, необходимую для принятия решений о методической обработке параметров и режимов работы систем холодоснабжения	<b>Знать:</b> – параметры и режимы работы систем холодоснабжения; <b>Уметь:</b> – воспринимать и анализировать информацию, необходимую для выполнения расчетов основных параметров и режимов работы систем холодоснабжения для объектов производственного и непромышленного назначения; <b>Владеть:</b> – навыками принятия решений о методической обработке параметров и режимов работы систем холодоснабжения.

<sup>1</sup> Указываются индикаторы достижения компетенций, закрепленные за данной дисциплиной (модулем)

	ИД-2 ПК-3 Применяет знания математического аппарата при определении основных параметров и режимов систем холодоснабжения объектов	<b>Знать:</b> - параметры и режимы работы систем холодоснабжения; методы математической обработки данных; <b>Уметь:</b> - выбирать современные методы математической обработки данных при решении профессиональных задач по определению основных параметров и режимов работы систем холодоснабжения для объектов производственного и непроизводственного назначения; <b>Владеть:</b> - навыками применения математического аппарата при определении основных параметров и режимов систем холодоснабжения объектов.
	ИД-3 ПК-3 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и обеспечения режимов работы систем холодоснабжения объектов	<b>Знать:</b> - основные задачи проектирования и обеспечения режимов работы систем холодоснабжения объектов; <b>Уметь:</b> - анализировать и понимать взаимосвязь задач проектирования и обеспечения режимов работы систем холодоснабжения объектов; <b>Владеть:</b> - навыками выполнения расчётов по определению основных параметров и режимов работы систем холодоснабжения для объектов производственного и непроизводственного назначения

## 2. Содержание дисциплины

**Модуль 1.** Общие понятия и определения.

**Тема 1.1.** Введение. История развития учения о процессах и аппаратах. Классификация и характеристика процессов пищевой технологии. Основные законы науки о процессах и аппаратах; методы исследования процессов и аппаратов; основные положения теории подобия.

**Модуль 2.** Механические процессы.

**Тема 2.1.** Измельчение. Физические основы измельчения. Виды и способы измельчения. Классификация измельчительного оборудования.

**Тема 2.2.** Сортирование. Разделение по размерам и форме частиц. Основы теории ситового анализа. Методы сортирования. Классификация и принципы действия машин для просеивания, фракционирования, сортирования. Оценка качества сортирования. Магнитное сепарирование.

**Тема 2.3.** Основы теории обработки пищевых продуктов давлением: прессование и формование. Прессование: назначение и сущность процесса. Оборудование для обработки пищевых масс давлением.

**Тема 2.4.** Перемешивание. Критерии эффективности процесса перемешивания. Перемешивание жидких сред: способы. Механическое перемешивание. Конструкции мешалок. Перемешивание сыпучих и пластических материалов. Применение перемешивающих устройств в пищевой промышленности. Расход энергии при механическом перемешивании. Расчет перемешивающих устройств.

**Модуль 3.** Гидромеханические процессы.

**Тема 3.1.** Насосы и вентиляторы. Насосы динамического действия. Насосы объемного действия. Выбор насосов и вентиляторов.

**Тема 3.2.** Классификация неоднородных систем. Методы разделения неоднородных систем. Осаждение в гравитационном поле. Кинетика осаждения. Конструкции отстойников периодического и непрерывного действия. Методика расчета отстойников.

**Тема 3.3.** Осаждение в поле центробежных сил. Сущность процесса. Фактор разделения. Циклоны. Расчет циклонов. Центробежное отстаивание. Центрифуги: классификация. Сепараторы. При-

менение центрифуг, циклонов и сепараторов в пищевой промышленности.

**Тема 3.4.** Осаждение в поле электрических сил. Физическая сущность и механизм электроосаждения. Работа электрофильтра. Основы расчета электрофильтров. Принципиальные схемы аппаратов.

**Тема 3.5.** Взвешенный слой. Условия получения взвешенного слоя. Гидродинамические характеристики взвешенного слоя. Скорость витания частиц. Схемы аппаратов с псевдоожиженным слоем.

**Тема 3.6.** Фильтрация. Теория фильтрации. Фильтрация при постоянном давлении. Фильтрация при постоянной скорости. Центробежное фильтрование. Конструкции фильтров и центрифуг. **Мембранные процессы:** классификация. Показатели мембранного процесса. Мембранные аппараты.

**Модуль 4.** Тепловые процессы.

**Тема 4.1.** Основные понятия. Способы передачи тепла: конвекция, теплопроводность, тепловое излучение. Основные законы теплообмена. Основное уравнение теплопередачи. Нагревание и охлаждение. Способы нагревания. Способы охлаждения до обыкновенных температур и до температур ниже температуры окружающей среды. Конденсация и кипение. Уравнения теплового баланса процессов.

**Тема 4.2.** Теплообменники. Классификация и устройство теплообменных аппаратов. Требования, предъявляемые к теплообменным аппаратам пищевых производств. Определение поверхности теплообмена и толщины изоляции аппарата. Способы интенсификации процессов теплообмена.

**Тема 4.3.** Выпаривание. Теоретические основы процесса выпаривания. Понятие о греющем, вторичном и экстра паре. Изменение свойств раствора при сгущении. Однокорпусная выпарная установка. Материальный и тепловой балансы выпаривания. Классификация и устройство выпарных аппаратов.

**Модуль 5.** Массообменные процессы.

**Тема 5.1.** Классификация массообменных процессов. Основные законы массопередачи. Равновесие между фазами. Материальный баланс при массопередаче и уравнение рабочей линии процесса. Молекулярная и конвективная диффузия. Аппараты для проведения массообменных процессов. Кристаллизация.

**Тема 5.2.** Сушка. Способы обезвоживания влажных материалов. Закономерности кинетики процесса сушки. Свойства влажного воздуха. Диаграмма состояния влажного воздуха Л.К.Рамзина. Материальный и тепловой балансы конвективной сушки. Кинетика сушки. Динамика сушки. Кривые сушки и скорости сушки. Классификация и схемы сушилок. Копчение и вяление. Копчение и вяление как разновидности процесса сушки. Теоретические основы копчения и вяления.

**Тема 5.3.** Сорбция. Основные сведения. Абсорбция и адсорбция. Рабочая линия процесса абсорбции. Движущая сила процесса абсорбции. Материальный баланс абсорбции. Влияние температуры и давления в аппарате на процесс абсорбции. Процесс адсорбции. Материальный баланс адсорбции. Адсорбенты и их свойства. Адсорбционные и абсорбционные установки.

**Тема 5.4.** Перегонка и ректификация. Классификация бинарных смесей. Основные законы перегонки. Простая перегонка. Диаграмма температур и тепловая диаграмма. Понятие о дефлегмации. Ректификация. Материальный и тепловой балансы процесса ректификации. Аппараты для проведения перегонки и ректификации.

**Тема 5.5.** Основы теории экстрагирования. Экстрагенты. Экстрагирование в системе твердое тело-жидкость. Материальный и тепловой балансы процесса экстрагирования. Основы теории экстракции. Равновесие в системе жидкость-жидкость. Треугольная диаграмма. Классификация и конструкции экстракторов.

### **3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины**

- методические указания к выполнению лабораторных/практических работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические указания к выполнению курсового проекта представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ

### **4. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, представлен на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным». ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения

дисциплины;

- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

**5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы** (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)

***Основная литература:***

1. Плаксин Ю.М., Малахов Н.Н., Ларин В.А. Процессы и аппараты пищевых производств. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: КолосС, 2008. – 760 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
2. Павлов К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : учеб. пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. - Изд.13-е, стер. - Перепечатка с изд. 1987 г. - Москва : Альянс, 2006. - 575 с.

***Дополнительная литература:***

1. Процессы и аппараты пищевых производств. В 2 кн. Кн. 1: учебник для вузов / [А. Н. Остриков и др.]; под ред. А. Н. Острикова. - Санкт-Петербург: Гиорд, 2007. - 699, [1] с. : ил.
2. Процессы и аппараты пищевых производств: учебник для вузов. В 2 кн. Кн. 2 / [А. Н. Остриков и др.]; под ред. А. Н. Острикова. - Санкт-Петербург: Гиорд, 2007. - С. 709-1304, [1] : ил.

**6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

- 1) Государственная система правовой информации - официальный интернет-портал правовой информации- URL: <http://pravo.gov.ru>
- 2) Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» - URL: <http://window.edu.ru>
- 3) Справочно-правовая система. Консультант Плюс - URL: <http://www.consultant.ru/>

**7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

- 1) *Офисный пакет Microsoft Office 2007*
- 2) *Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader*
- 3) *Антивирусная программа (договор № 8630 от 03.06.2019 на программу Антивирус Dr. Web Desktop*

**8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ**

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

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины** представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МАУ.

Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

## 10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1 - Распределение трудоемкости

Вид учебной деятельности	Распределение трудоемкости дисциплины по формам обучения	
	Очная	
	Семестр	Всего часов
Лекции	34	34
Практические занятия	16	16
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа	42	42
<b>Всего часов по дисциплине</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
/из них в форме практической подготовки	32	32

### Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

Экзамен	+	+
Курсовой проект	+	+

### Перечень лабораторных работ по формам обучения

№ п\п	Темы лабораторных работ
Очная форма	
1.	Ситовой анализ сыпучего материала
2.	Определение расхода энергии на перемешивание
3.	Определение характеристик центробежного вентилятора
4.	Изучение работы циклона
5.	Изучение гидравлики взвешенного слоя
6.	Экспериментальное определение констант фильтрации
7.	Определение термического сопротивления теплообменника «труба в трубе»
8.	Изучение процесса сушки в воздушном слое
9.	Изучение процесса сушки в инфракрасных лучах

### Перечень практических занятий по формам обучения

№ п\п	Темы практических занятий
Очная форма	
1.	Расчет режимов течения жидкостей в трубе
2.	Расчет истечения капельных жидкостей
3.	Гидродинамика взвешенного соя
4.	Перемещение в жидкой среде
5.	Осаждение под действием силы тяжести
6.	Осаждение под действием центробежной силы
7.	Фильтрация
8.	Центрифугирование

## Перечень примерных тем курсового проекта

№ п/п	Темы курсового проекта
1	Проектирование выносного вертикального теплообменника с механическим удалением пограничного слоя для охлаждения морской воды, циркулирующей в бункерной системе предварительного охлаждения выловленной рыбы.
2	Проектирование кожухотрубчатого теплообменника для нагревания продукта насыщенным водяным паром.
3	Проектирование кожухотрубчатого теплообменника для охлаждения продукта хладагентом.
4	Проектирование горизонтального кожухотрубчатого теплообменника для конденсации перегретого пара.
5	Проектирование кожухотрубчатого теплообменника с U-образными трубками для нагревания продукта.
6	Проектирование однокорпусной выпарной установки с барометрическим конденсатором для выпаривания раствора
7	Проектирование двухкорпусной выпарной установки для концентрирования раствора.
8	Проектирование барабанной сушилки для высушивания продукта.
9	Расчет установки для горячего копчения рыбы.
10	Расчет установки для холодного копчения рыбы.