

Компонент ОПОП Продукты питания животного происхождения  
наименование ОПОП

Б1.О.31  
шифр дисциплины

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины  
(модуля)

Процессы и аппараты пищевых производств, тепло- и хладотехника

Разработчик (и):

Никонова А.С.

ФИО

ДОЦЕНТ

должность

К.Т.Н.

ученая степень,  
звание

Утверждено на заседании кафедры

Технологического и холодильного оборудования

наименование кафедры

протокол № 9 от 25 мая 2023 г.

Заведующий кафедрой ТХО

  
подпись

Похольченко В.А.

ФИО

Мурманск  
2023

## Пояснительная записка

Объем дисциплины 5 з.е.

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

| Компетенции  | Индикаторы достижения компетенций <sup>1</sup>  | Результаты обучения по дисциплине (модулю)  |
|--|---|---|
| ОПК-2. Способен применять основные законы и методы исследований естественных наук для решения задач профессиональной деятельности                                | ИД-1 ОПК-2<br>Владеет необходимыми знаниями основных законов и методов естественных наук<br>ИД-2ОПК-2<br>Применяет естественно-научные знания при решении профессиональных задач  | <p><b>Знать:</b> инженерные процессы при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов</p> <p><b>Уметь:</b> организовывать технологический процесс производства продуктов питания из водных биоресурсов и объектов аквакультуры</p> <p><b>Владеть:</b> необходимыми знаниями в области инженерных процессов</p> |
| ОПК-3. Способен использовать знания инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов | ИД-1 ОПК-3<br>Владеет необходимыми знаниями в области инженерных процессов<br>ИД-2ОПК-3<br>Применяет знания инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов                                    |   |
| ОПК-4. Способен осуществлять технологические процессы производства продуктов животного происхождения   | ИД-1 ОПК-4<br>Владеет необходимыми знаниями в области технологических процессов производства продуктов животного происхождения<br>ИД-2ОПК-4<br>Применяет знания технологических процессов производства продуктов животного происхождения при решении профессиональных задач |   |

### 2. Содержание дисциплины (модуля)

#### Модуль 1. Процессы и аппараты пищевых производств.

**Тема 1. Введение. Классификация и характеристика процессов пищевой технологии.**  
 Основные понятия и определения. Законы науки о процессах и аппаратах; основные положения теории подобия, числа подобия, критериальные уравнения, теоремы подобия.

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

## **Тема 2. Механические процессы.**

Измельчение. Физические основы измельчения. Виды и способы измельчения. Классификация измельчительного оборудования. Сортирование. Машины для просеивания, фракционирования, сортирования. Основы теории обработки пищевых продуктов давлением. Оборудование для обработки пищевых масс давлением. Перемешивание. Критерии эффективности процесса перемешивания. Конструкции мешалок. Устройства для перемешивания. Расчет перемешивающих устройств.

## **Тема 3. Гидромеханические процессы.**

Насосы и вентиляторы. Насосы динамического действия. Насосы объемного действия. Выбор насосов и вентиляторов. Классификация неоднородных систем. Методы разделения неоднородных систем. Осаждение в гравитационном поле. Кинетика осаждения. Конструкции отстойников. Осаждение в поле центробежных сил. Сущность процесса. Фактор разделения. Циклоны. Расчет циклонов. Центробежное отстаивание. Центрифуги. Сепараторы. Осаждение в поле электрических сил. Электрофильтр. Взвешенный слой. Условия получения взвешенного слоя. Гидродинамические характеристики взвешенного слоя. Скорость витания частиц. Аппараты с псевдооживленным слоем. Фильтрация. Теория фильтрации. Фильтрация при постоянном давлении. Фильтрация при постоянной скорости. Центробежное фильтрование. Конструкции фильтров и центрифуг. Мембранные процессы. Мембранные аппараты.

**Тема 4. Тепловые процессы.** Основные понятия. Нагревание и охлаждение. Конденсация и кипение. Уравнения теплового баланса процессов. Теплообменники. Классификация и устройство теплообменных аппаратов. Требования, предъявляемые к теплообменным аппаратам. Определение поверхности теплообмена. Способы интенсификации процессов теплообмена. Выпаривание. Теоретические основы процесса выпаривания. Материальный и тепловой балансы выпаривания. Классификация и устройство выпарных аппаратов.

**Тема 5. Массообменные процессы.** Классификация массообменных процессов. Основные законы массопередачи. Равновесие между фазами. Молекулярная и конвективная диффузия. Аппараты для проведения массообменных процессов. Кристаллизация. Сушка. Материальный и тепловой балансы конвективной сушки. Кинетика сушки. Динамика сушки. Кривые сушки и скорости сушки. Классификация и схемы сушилок. Копчение и вяление. Сорбция. Основные сведения. Абсорбция и адсорбция. Адсорбенты и их свойства. Адсорбционные и абсорбционные установки. Перегонка и ректификация. Понятие о дефлегмации. Ректификация. Аппараты для проведения перегонки и ректификации. Экстрагирование. Классификация и конструкции экстракторов.

## **Модуль 2. Тепло- и хладотехника**

**Тема 1. Основные понятия и определения термодинамики.** Термодинамическая система и окружающая среда. Основные параметры состояния. Общее уравнение состояния. Термодинамический процесс.  $P$ - $v$ - диаграмма. Уравнение состояния идеальных газов. Первый закон термодинамики. Работа и теплота процесса. Внутренняя энергия системы. Энтальпия. Энтропия.  $T$ - $s$  - диаграмма и ее свойства. Теплоемкость газов. Уравнение Майера. Газовые смеси. Теплоемкость смеси газов.

**Тема 2. Термодинамические процессы рабочих тел.** Классификация процессов изменения состояния рабочего тела. Расчеты количества теплоты, работы, внутренней энергии, энтропии, энтальпии в обратимых изохорном, изобарном, изотермическом и адиабатном, политропном процессах.

**Тема 3. Второй закон термодинамики.** Термодинамические циклы. Термический КПД и холодильный коэффициент. Прямой и обратный циклы Карно и их свойства. Обобщенный регенеративный цикл. Цикл теплового насоса. Комбинированный цикл. Реальные Газы и пары. Свойства реальных газов. Фазовые переходы веществ. Водяной

пар. Процессы парообразования, конденсации и перегрева пара.  $P$ - $v$ - и  $T$ - $s$ - диаграммы водяного пара. Расчетные уравнения.  $i$ - $s$  -диаграмма. Таблицы термодинамических свойств воды и водяного пара. Влажный воздух. Основные определения.  $i$ - $d$ - диаграмма. Определение параметров состояния влажного воздуха в технологических процессах с использованием  $i$ - $d$ -диаграммы. Дросселирование газов и паров. Эффект Джоуля-Томсона. Паротурбинные установки, цикл Ренкина. Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания.

**Тема 4. Основы теории теплообмена.** Основные понятия и определения. Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция, излучение. Сложный теплообмен. Температурное поле. Градиент температуры. Основной закон теплопроводности. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Теплопроводность и теплопередача. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской и цилиндрической стенке. Теплопередача в однослойной и многослойной плоской и цилиндрической стенке. Тепловая изоляция. Выбор теплоизоляционного материала. Расчет и подбор изоляции. Конвективный теплообмен. Закон Ньютона-Рихмана. Виды движения теплоносителя. Пограничный слой: тепловой и гидродинамический. Критериальные уравнения. Теплообмен при вынужденном движении теплоносителя в трубах. Теплообмен при свободном движении теплоносителя. Теплообмен излучением. Законы теплового излучения.

**Тема 5. Охлаждение.** Физические принципы получения низких температур. Холодопроизводительность. Холодильные агенты и хладоносители. Понятие холодильной машины. Холодильные циклы одноступенчатого сжатия. Воздушная холодильная машина. Паровая компрессионная холодильная машина с расширительным цилиндром или дроссельным клапаном. Изображение цикла работы ПКХМ в диаграммах  $\lg P$ - $i$  и  $T$ - $s$ . Расчет цикла ПКХМ. Холодильные циклы многоступенчатого сжатия. Компрессоры холодильных машин. Основные и вспомогательные теплообменные аппараты холодильных установок. Требования техники безопасности при эксплуатации холодильного оборудования

**Тема 1. Введение. Оборудование для переработки гидробионтов.** Содержание дисциплины. Основные понятия. Общая характеристика свойств гидробионтов. Научно-методические основы технологических процессов переработки гидробионтов.

**Тема 2. Классификация технологического оборудования.** Структура оборудования и функциональное назначение его частей. Основные функции и конструктивные формы рабочих органов оборудования. Основные требования к оборудованию. Основные параметры, характеризующие работу оборудования.

**Тема 3. Оборудование для выполнения подготовительных операций.** Транспортное оборудование. Классификация транспортного оборудования. Механический транспорт. Механический транспорт непрерывного действия. Механический транспорт периодического действия. Гравитационный транспорт. Пневматический транспорт. Гидравлический транспорт. Оборудование для мойки. Способы мойки гидробионтов. Моечные машины. Оборудование для сортирования. Способы сортирования гидробионтов. Сортировочные машины.

**Тема 4. Биотехнологическое оборудование.** Оборудование для разделки гидробионтов. Способы и виды разделки гидробионтов. Рыборазделочные машины. Однооперационные машины. Многооперационные машины. Оборудование для разделки нерыбных объектов. Оборудование для измельчения, перемешивания и формования. Основные способы измельчения, перемешивания и формования. Измельчители. Оборудование для перемешивания. Оборудование для формования. Оборудование для механического разделения. Основные способы механического разделения. Мембранные аппараты. Сепараторы и центрифуги. Прессы. Оборудование для дозирования. Оборудование для дозирования кусковых продуктов. Оборудование для дозирования жидких и вязких продуктов. Оборудование для дозирования сыпучих продуктов.

**Тема 5. Оборудование для охлаждения, замораживания и размораживания.** Основные способы охлаждения гидробионтов. Охладители. Основные способы замораживания гидробионтов. Морозильные установки. Оборудование для размораживания. Способы размораживания гидробионтов. Аппараты для размораживания.

**Тема 6. Оборудование для сушки и вяления.** Основные способы сушки и вяления. Аппараты и установки для сушки и вяления. Оборудование для копчения. Основные способы копчения. Коптильные печи, установки и камеры. Коптильные печи и установки. Термоагрегаты, термокамеры и термощкафы. Электрокоптильные установки. Дымогенераторы. Оборудование для посола. Основные способы посола. Машины и аппараты для посола рыбы. Посольные ванны. Машины для посола рыбы. Аппараты для инспекционного посола.

**Тема 7. Оборудование для варки, обжаривания и запекания.** Варочные аппараты и бланширователи. Аппараты для обжаривания и запекания. Оборудование для стерилизации. Основные способы стерилизации. Аппараты для стерилизации консервов.

**Тема 8. Оборудование для выполнения финишных операций.** Оборудование для закатки. Основные способы закатки. Закаточные машины. Оборудование для упаковки. Основные способы и материалы для упаковки. Упаковочные машины. Классификация весов. Весы и весоконтрольное оборудование. Средства измерения расхода и количества.

**Тема 9. Поточные технологические линии.** Научно-методические основы организации технологического потока. Характеристика рыбообработывающих линий. Основные признаки поточного производства. Классификация поточных рыбообработывающих линий. Поточные рыбообработывающие линии как система процессов. Функциональная структура рыбообработывающих линий. Функциональная структура поточной линии. Подбор оборудования и компоновка поточных линий.

### **3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)**

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;
- методические указания к выполнению лабораторных/практических/контрольных работ (**выбрать**) представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МГТУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

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

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, представлен на официальном сайте МГТУ 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 (модуля);
- 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:***

3 **Девяткин, П. Н.** Термодинамика : учеб. пособие / П. Н. Девяткин; Гос. ком. Рос. Федерации по рыболовству, Мурман. гос. техн. ун-т. - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2008. - 98 с. - Имеется электрон. аналог 2008 г. - Библиогр.: с. 97-98. - ISBN 978-5-86185-369-9

4 **Теплотехника** [Электронный ресурс] : метод. указания к решению задач для студентов специальностей 260302.65 "Технология рыбы и рыбных продуктов", 260501.65 "Технология продуктов общественного питания", 260601.65 "Машины и аппараты пищевых производств", 260602.65 "Пищевая инженерия малых предприятий" всех форм обучения / Федер. агентство по рыболовству, Мурман. гос. техн. ун-т, Каф. технол. и холодиль. оборудования ; сост. О. А. Голубева, А. С. Никонова. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 1.2 Мб). - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2012. - Доступ из локальной сети Мурман. гос. техн. ун-та. - Загл. с экрана.

5 **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.

## **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*

## **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 (модуля)** представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата/специалитета/магистратуры (5 «П», 27 «П»), 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 МГТУ;

Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

## 10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1<sup>2</sup> - Распределение трудоемкости

| Вид учебной деятельности <sup>3</sup>                 | Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по формам обучения |  |             |              |  |             |                    |            |             |            |  |
|---|---|--|-------------|--------------|--|-------------|--------------------|------------|-------------|------------|--|
|   | Очная   |  |             | Очно-заочная |  |             |                    | Заочная    |             |            |  |
|   | Семестр   |  | Всего часов | Семестр      |  | Всего часов | Курс / Семестр 3/2 |            | Всего часов |            |  |
|   | 4   |  |             |              |  |             | 2                  |            |             |            |  |
| Лекции  | 36  |  | 36          |              |  |             |                    | 6          |             | 6          |  |
| Практические занятия                                  | 60  |  | 60          |              |  |             |                    | 10         |             | 10         |  |
| Лабораторные работы                                   | 34  |  | 34          |              |  |             |                    | 6          |             | 6          |  |
| Самостоятельная работа                                | 14  |  | 14          |              |  |             |                    | 149        |             | 149        |  |
| Подготовка к промежуточной аттестации <sup>4</sup>    | 36  |  | 36          |              |  |             |                    | 9          |             | 9          |  |
| <b>Всего часов по дисциплине</b>                      | <b>180</b>  |  | <b>180</b>  |              |  |             |                    | <b>180</b> |             | <b>180</b> |  |
| / из них в форме практической подготовки <sup>5</sup> |   |  |             |              |  |             |                    |            |             |            |  |

### Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

|                                       |  |   |  |   |  |  |  |  |   |  |   |
|---------------------------------------|--|---|--|---|--|--|--|--|---|--|---|
| Экзамен                               |  | + |  | + |  |  |  |  | + |  | + |
| Зачет/зачет оценкой                   |  | - |  | - |  |  |  |  | - |  | - |
| Курсовая работа (проект)              |  | - |  | - |  |  |  |  | - |  | - |
| Количество расчетно-графических работ |  | - |  | - |  |  |  |  | - |  | - |
| Количество контрольных работ          |  | 1 |  | 1 |  |  |  |  | 1 |  | 1 |
| Количество рефератов                  |  | - |  | - |  |  |  |  | - |  | - |

<sup>2</sup> Разработчикам РП можно убирать столбцы с формами обучения, если данная форма не реализуется в МГТУ,

<sup>3</sup> При отсутствии вида учебной деятельности, формы промежуточной аттестации и текущего контроля соответствующая строка может быть удалена

<sup>4</sup> Для экзамена очной и очно-заочной формы обучения - 36 часов, для экзамена заочной формы обучения - 9 часов, для зачета заочной формы обучения - 4 часа.

<sup>5</sup> Организуется при реализации учебных дисциплин (модулей) путем проведения практических занятий, лабораторных работ и иных аналогичных видов учебной деятельности, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка может включать в себя отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

|                 |  |   |  |   |  |  |  |  |   |  |   |
|-----------------|--|---|--|---|--|--|--|--|---|--|---|
| Количество эссе |  | - |  | - |  |  |  |  | - |  | - |
|-----------------|--|---|--|---|--|--|--|--|---|--|---|

**Перечень практических занятий по формам обучения<sup>6</sup>**

| №<br>п\п | Темы практических занятий  |
|----------|--|
| 1        | 2  |
|          | <b>Очная форма</b>   |
| 1        | Параметры состояния термодинамической системы. Уравнение состояния идеального газа. Смеси газов. |
|          | Методы и средства измерения параметров состояния термодинамических систем                        |
| 2        | Первый закон термодинамики. Теплоемкость, внутренняя энергия, энтальпия и энтропия газов.        |
| 3        | Термодинамические процессы идеальных газов.  |
| 4        | Второй закон термодинамики. Термодинамический анализ циклов.                                     |
| 5        | Водяной пар. Параметры состояния.  |
| 6        | Влажный воздух. Процессы охлаждения и сушки.   |
| 7        | Теплопроводность как один из вводов процесса теплопередачи.                                      |
| 8        | Конвективный теплообмен при течении жидкостей и газов.   |
| 9        | Расчет цикла ПКХМ  |
| 10       | Изучение термического сопротивления теплообменника «труба в трубе»                               |
| 11       | Определение теплопроводности газов методом нагретой нити   |
| 12       | Определение теплопроводности твердого тела (пластина)  |
| 13       | Исследование работы трубчатого теплообменника  |
| 14       | Исследование конвекционной теплоотдачи при принудительном движении газа внутри нагретой трубы    |
| 15       | Определение основных характеристик фреоновой одноступенчатой ПКХМ                                |
|          | <b>Заочная форма</b>   |
| 1        | Первый закон термодинамики. Теплоемкость, внутренняя энергия, энтальпия и энтропия газов.        |
| 2        | Влажный воздух. Процессы охлаждения и сушки.   |
| 3        | Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции в неограниченном пространстве       |

**Перечень лабораторных занятий по формам обучения<sup>7</sup>**

| №<br>п\п | Темы лабораторных занятий   |
|----------|---|
| 1        | 2   |
|          | <b>Очная форма</b>  |
| 1        | Ситовой анализ сыпучего материала                                     |
| 2        | Определение характеристик центробежного вентилятора                   |
| 3        | Изучение работы циклона   |
| 4        | Определение термического сопротивления теплообменника «труба в трубе» |
| 5        | Изучение процесса сушки в воздушном слое                              |
| 6        | Изучение процесса сушки в инфракрасных лучах                          |
| 7        | Газовые законы. Тарировка газового термометра                         |

<sup>6</sup> Если практические занятия не предусмотрены учебным планом, таблица может быть удалена

<sup>7</sup> Если практические занятия не предусмотрены учебным планом, таблица может быть удалена

|    |  |
|----|--|
| 8  | Определение теплоемкости твердого тела                                 |
| 9  | Цикл тепловой машины   |
| 10 | Исследование эффекта Джоуля-Томпсона при адиабатическом истечении газа |
| 11 | Определение излучательной способности твердого тела.                   |
|    |  |
|    | <b>Заочная форма</b>   |
| 1  | Определение термического сопротивления теплообменника «труба в трубе»  |
| 2  | Газовые законы. Тарировка газового термометра                          |

Контрольная работа «I-d диаграмма, ее свойства и применение».