

**Методические материалы для обучающихся
по освоению дисциплины (модуля)**

Б1.О.31 Процессы и аппараты пищевых производств, тепло- и хладотехника
наименование дисциплины (модуля)

Направление подготовки 19.03.03 Продукты питания животного происхождения»
код и наименование направления подготовки / специальности

Направленность (профиль) Технологии обработки водных биологических ресурсов на
судах и береговых предприятиях
наименование направленности (профиля) / специализации

Мурманск
2022

Составитель – **Никонова А.С.**, канд. техн. наук, доцент кафедры ТХО ФГАОУ ВО «МГТУ»

Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модулю) Процессы и аппараты пищевых производств, тепло- и хладотехника рассмотрены и одобрены на заседании кафедры Технологического и холодильного оборудования « ____ » _____ 2022_г., протокол № ____.

Общие положения

Цель методических материалов по освоению дисциплины (модуля) - обеспечить обучающемуся оптимальную организацию процесса изучения дисциплины (модуля), а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

Освоение дисциплины (модуля) осуществляется на аудиторных занятиях и в процессе самостоятельной работы обучающихся. Основными видами аудиторной работы по дисциплине (модулю) являются занятия лекционного и семинарского типа. Конкретные формы аудиторной работы обучающихся представлены в учебном плане образовательной программы и в рабочих программах дисциплин (модулей).

Изучение рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой дисциплины (модуля), ее структурой и содержанием, фондом оценочных средств.

Работая с рабочей программой, необходимо обратить внимание на следующее:

- некоторые разделы или темы дисциплины не разбираются на лекциях, а выносятся на самостоятельное изучение по рекомендуемому перечню основной и дополнительной литературы и учебно-методическим разработкам;

- усвоение теоретических положений, методик, расчетных формул, входящих в самостоятельно изучаемые темы дисциплины, необходимо самостоятельно контролировать с помощью вопросов для самоконтроля;

- содержание тем, вынесенных на самостоятельное изучение, в обязательном порядке входит составной частью в темы текущего контроля и промежуточной аттестации.

Каждая рабочая программа по дисциплине (модулю) сопровождается методическими материалами по ее освоению.

Отдельные учебно-методические разработки по дисциплине (модулю): учебные пособия или конспекты лекций, методические рекомендации по выполнению лабораторных работ и решению задач и т.п. размещены в ЭИОС МГТУ.

Обучающимся рекомендуется получить в библиотеке МГТУ учебную литературу, необходимую для работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины (модуля).

Виды учебной работы, сроки их выполнения, запланированные по дисциплине (модулю), а также система оценивания результатов, зафиксированы в технологической карте дисциплины (модуля)¹:

Таблица 1 - Технологическая карта текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) _____ (промежуточная аттестация - экзамен)

№	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения
		min	max	
Текущий контроль				
1	Посещение лекций (18 лекции)	26	36	По расписанию
	Нет посещений – 0 баллов, (4 лекции) 25 % - 8 баллов; (9 лекции) 50% - 18 баллов; (13 лекций) 75% - 26 баллов; (18 лекций) 100 % - 36 баллов			
2	Выполнение и защита практических работ (15 практ.)	34	44	По расписанию
	Выполнение одной ПР в срок – 1,6, не в срок – 1,2 балла.			

¹ Выбрать вариант Таблицы 1 в зависимости от формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

2	Выполнение и защита лабораторных работ (11 практ.)	34	44	По расписанию
	Выполнение одной ЛР в срок – 1,6, не в срок – 1,2 балла.			
2	Выполнение и защита контрольной работы (1 к/р)	34	44	По расписанию
	Выполнение одной к/р в срок – 1,6, не в срок – 1,2 балла.			
	ИТОГО за работу в семестре	60	80	По расписанию
Промежуточная аттестация				
	Экзамен	10	20	Сессия
	Оценка «5» - 20 баллов Оценка «4» - 15 баллов Оценка «3» - 10 баллов			
	ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	70	100	
	Итоговая оценка определяется по итоговым баллам за дисциплину и складывается из баллов, набранных в ходе текущего контроля (итога за работу в семестре) и промежуточной аттестации (экзамен) Шкала баллов для определения итоговой оценки: 91 - 100 баллов - оценка «5» 81-90 баллов - оценка «4» 70- 80 баллов - оценка «3» 69 и менее баллов - оценка «2» Итоговая оценка проставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку обучающегося			

Таблица 2 - Технологическая карта текущего контроля и промежуточной аттестации (промежуточная аттестация - экзамен) – заочная форма обучения

№	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения
		min	max	
Текущий контроль				
1	Посещение лекций (3 лекции)	26	36	По расписанию
	Нет посещений – 0 баллов, (4 лекции) 25 % - 8 баллов; (9 лекции) 50% - 18 баллов; (13 лекций) 75% - 26 баллов; (18 лекций) 100 % - 36 баллов			
2	Выполнение и защита практических работ (3 практ.)	34	44	По расписанию
	Выполнение одной ПР в срок – 7,3, не в срок – 5,6 балла.			
2	Выполнение и защита лабораторных работ (2практи.)	34	44	По расписанию
	Выполнение одной ЛР в срок – 7,3, не в срок – 5,6 балла.			
2	Выполнение и защита контрольной работы (1 к/р)	34	44	По расписанию
	Выполнение одной к/р в срок – 7,3, не в срок – 5,6 балла.			
	ИТОГО за работу в семестре	60	80	По расписанию

Промежуточная аттестация				
	Экзамен	10	20	Сессия
	Оценка «5» - 20 баллов Оценка «4» - 15 баллов Оценка «3» - 10 баллов			
	ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	70	100	
	Итоговая оценка определяется по итоговым баллам за дисциплину и складывается из баллов, набранных в ходе текущего контроля (итого за работу в семестре) и промежуточной аттестации (экзамен) Шкала баллов для определения итоговой оценки: 91 - 100 баллов - оценка «5» 81-90 баллов - оценка «4» 70- 80 баллов - оценка «3» 69 и менее баллов - оценка «2» Итоговая оценка проставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку обучающегося			

Таблица 3 - Ведомость для фиксирования результатов текущего контроля (промежуточная аттестация – экзамен)
(заполняется преподавателем в последний рабочий день месяца)

ФИО	Количество баллов				
	Посещение лекций - 18 (26 -36 баллов)	Выполнение практических работ -15 (34 - 44 баллов)	Выполнение лабораторных работ - 11 (34 - 44 баллов)	Выполнение контрольной работы - 15 (34 - 44 баллов)	Итого (60-80 баллов)

ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Методические указания для самостоятельного изучения дисциплины на основе ФГОС ВО по направлению подготовки/ специальности 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения»,

(код и наименование направления подготовки /специальности)

утвержденного 12.03.2015 г., приказ Минобрнауки № 199,
дата, номер приказа Минобрнауки РФ

учебного плана в составе ОПОП, утвержденного Ученым советом МГТУ - протокол № 9 от 25.03.2022 г. по направлению подготовки/специальности 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения», направленности (профилю)/специализации «Технологии обработки водных биологических ресурсов на судах и береговых предприятиях» 2022 года начала подготовки.

Целью дисциплины является подготовка обучающегося в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра и рабочим учебным планом направления 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения», что предполагает освоение обучаемыми теоретических знаний в области процессов и аппаратов пищевых производств, тепло- и хладотехники.

Задачи дисциплины: «Процессы и аппараты пищевых производств, тепло- и хладотехника» является формирование компетенций в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра и учебным планом для направления подготовки 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения», профилей подготовки «Технологии обработки водных биологических ресурсов на судах и береговых предприятиях».

Задачи:

Дать обучающимся необходимые знания по основам процессов и аппаратов, позволяющие грамотно решать вопросы эксплуатации, реконструкции и развития предприятия; проектирования и применения технических устройств и технологического оборудования в условиях работы пищевых предприятий.

Содержание разделов дисциплины:

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.

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. Фильтрование. 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 вентилем. Изображение цикла работы ПКХМ в диаграммах lgP - 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 термощафы. 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 рыбообрабатывающих линий. Основные признаки поточного производства. Классификация поточных рыбообрабатывающих линий. Поточные рыбообрабатывающие линии как система процессов. Функциональная структура рыбообрабатывающих линий. Функциональная структура поточной линии. Подбор оборудования и компоновка поточных линий.

Реализуемые компетенции: ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4.

Формы промежуточной аттестации:

Очная форма обучения:

семестр 4 – контрольная работа, экзамен

Заочная форма обучения: курс 3; 2 семестр – контрольная работа, экзамен

Процесс изучения дисциплины «Технологическое оборудование» направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО, для направления подготовки 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения», профилей подготовки «Технологии производства мясных и молочных продуктов» и «Высокопродуктивные технологии обработки водных биологических ресурсов», представленных в таблице 6.

Таблица 6 – Компетенции, формируемые дисциплиной

Объем дисциплины 5 з.е.

Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами

достижения компетенций, установленными образовательной программой

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций ²	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 Владеет необходимыми знаниями основных законов и методов естественных наук ИД-2ОПК-2 Применяет естественно-научные знания при решении профессиональных задач	Знать: инженерные процессы при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов Уметь: организовывать технологический процесс производства продуктов питания из водных биоресурсов и объектов аквакультуры Владеть: необходимыми знаниями в области инженерных процессов
ОПК-3. Способен использовать знания инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов	ИД-1 ОПК-3 Владеет необходимыми знаниями в области инженерных процессов ИД-2ОПК-3 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 Владеет необходимыми знаниями в области технологических процессов производства продуктов животного происхождения ИД-2ОПК-4 Применяет знания технологических процессов производства продуктов животного происхождения при решении профессиональных задач	

Перечень практических занятий по формам обучения

№ п\п	Темы практических занятий
1	2
	Очная форма
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

² Указываются индикаторы достижения компетенций, закрепленные за данной дисциплиной (модулем)

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
	Заочная форма
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

№ п/п	Темы лабораторных занятий
1	2
	Очная форма
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
8	Определение теплоемкости твердого тела
9	Цикл тепловой машины
10	Исследование эффекта Джоуля-Томпсона при адиабатическом истечении газа
11	Определение излучательной способности твердого тела.
	Заочная форма
1	Определение термического сопротивления теплообменника «труба в трубе»
2	Газовые законы. Тарировка газового термометра

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

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.

Экзамен сдается после защиты практических, лабораторных и контрольной работ.