

Компонент ОПОП 19.03.04 Технология продукции и организации общественного
питания
наименование ОПОП
Б1.О.30
шифр дисциплины

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины
(модуля)


Процессы и аппараты пищевых производств, тепло- и
хладотехника

Разработчик (и):
Похольченко В.А
ФИО
зав. кафедрой
должность

канд. техн. наук, доцент
ученая степень,
звание

Утверждено на заседании кафедры
Технологическое и холодильное
оборудование
наименование кафедры
протокол № 10 от 22.06.2021 г.

Заведующий кафедрой ТХО


подпись В. А. Похольченко
ФИО

Мурманск
2021

Пояснительная записка

Объем дисциплины - 5 з.е.

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

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции
1	ОПК-2. Способен применять основные законы и методы исследований естественных наук для решения задач профессиональной деятельности	ИД1 _{опк2} Использует естественнонаучные законы при решении задач ИД2 _{опк2} Использует фундаментальные разделы естественных наук для анализа процессов, происходящих при переработке пищевого сырья и хранении продуктов питания ИД3 _{опк2} Способен применять методы исследований естественных наук для решения задач в области обеспечения технологического процесса производства продуктов питания	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - технологические процессы производства продукции питания различного назначения; - действующее технологическое оборудование и правила его эксплуатации; - возможные методы модернизации и совершенствования технологических процессов производства продукции питания различного назначения; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить расчеты теплообменных процессов, в т. ч. осуществлять подбор изоляции теплового оборудования; - работать с тепловыми диаграммами; - применять полученные теоретические знания в практической деятельности; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками расчета процессов теплопроводности, теплопередачи применительно к эксплуатации теплообменного и холодильного оборудования отрасли; - навыками разработки мероприятий по модернизации и совершенствованию технологических процессов производства продукции питания различного назначения в соответствии с требованиями нормативной и технической документации с учетом действующих положений по технике безопасности.
2	ОПК-3. Способен использовать знания инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов	ИД1 _{опк3} Использует основные законы инженерных наук для расчетов при решении проектно-технологических задач профессиональной деятельности ИД2 _{опк3} Использует знания инженерных наук для понимания процессов, происходящих при переработке пищевого сырья и хранении продуктов питания, выбора и компоновки технологического оборудования	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - технологические процессы производства продукции питания различного назначения; - действующее технологическое оборудование и правила его эксплуатации; - возможные методы модернизации и совершенствования технологических процессов производства продукции питания различного назначения; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить расчеты теплообменных процессов, в т. ч. осуществлять подбор изоляции теплового оборудования; - применять полученные теоретические знания в практической деятельности; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками расчета процессов теплопроводности, теплопередачи применительно к эксплуатации теплообменного и холодильного оборудования отрасли; - навыками разработки мероприятий по модернизации и совершенствованию технологических процессов производства продукции питания различного назначения в соответствии с требованиями нормативной

			и технической документации с учетом действующих положений по технике безопасности.
3	ОПК-4. Способен осуществлять технологические процессы производства продукции питания	ИД ₁ ОПК4 Способен выбирать и использовать рациональные технологические режимы и процессы при производстве продуктов питания	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия и определения по получению, преобразованию, передаче и использованию теплоты; - технологические процессы производства пищевой продукции; - действующее технологическое оборудование и правила его эксплуатации; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять полученные теоретические знания в практической деятельности; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками работы с оборудованием в соответствии с требованиями техники безопасности.

2. Содержание дисциплины (модуля)

Модуль 1. Процессы и аппараты пищевых производств.

Тема 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. Общие понятия и определения.

Тема 2. Механические процессы.

Измельчение. Физические основы измельчения. Виды и способы измельчения. Классификация измельчительного оборудования. 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. Основы теории обработки пищевых продуктов давлением: прессование и формообразование. Прессование: назначение и сущность процесса. Оборудование для обработки пищевых масс давлением. 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.

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 периодического и непрерывного действия. Методика расчета отстойников. Осаждение в поле центробежных сил. Сущность процесса. Фактор разделения. Циклоны. Расчет циклонов. Центробежное отстаивание. Центрифуги: классификация. Сепараторы. Применение центрифуг, циклонов и сепараторов в пищевой промышленности. Осаждение в поле электрических сил. Физическая сущность и механизм электроосаждения. Работа электрофильтра. Основы расчета электрофильтров. Принципиальные схемы аппаратов. Взвешенный слой. Условия получения взвешенного слоя. Гидродинамические характеристики взвешенного слоя. Скорость витания частиц. Схемы аппаратов с псевдооживленным слоем. 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

Тема 4. Тепловые процессы. 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. Теплообменники. Классификация и устройство теплообменных аппаратов. Требования, предъявляемые к теплообменным аппаратам пищевых производств. Определение поверхности теплообмена и толщины изоляции аппарата. Способы интенсификации процессов теплообмена. Выпаривание. Теоретические основы процесса выпаривания. Понятие о греющем, вторичном и экстрапаре. Изменение свойств раствора при сгущении. Однокорпусная выпарная установка. Материальный и тепловой балансы выпаривания. Классификация и устройство выпарных аппаратов.

Тема 5. Массообменные процессы. 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 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 разновидность процесса сушки. Теоретические основы копчения и вяления. 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. 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. Экстрагирование. 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.

Модуль 2. Теплотехника

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. Прикладные вопросы термодинамики, циклы тепловых машин, паросиловые установки. Термодинамические циклы тепловых установок.

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 стенок. Теплопередача в однослойной и многослойной плоской и цилиндрической стенках. Тепловая изоляция. Выбор теплоизоляционного материала. Расчет и подбор изоляции. Конвективный теплообмен. 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. Охлаждение при фазовых превращениях веществ, путем расширения газов, дросселированием, с помощью вихревого эффекта, термоэлектрическое охлаждение. Холодильные агенты и хладоносители. Требования. Характеристики. Понятие холодильной машины. Холодильные циклы одноступенчатого сжатия. Воздушная компрессионная холодильная машина. Паровая компрессионная холодильная машина с расширительным цилиндром или дроссельным вентилем. Изображение цикла работы ПКХМ в диаграммах $\lg P-i$ и $T-s$. Расчет цикла ПКХМ. Холодильные циклы многоступенчатого сжатия. Компрессоры холодильных машин. Назначение и классификация. Основные требования. Основные характеристики компрессора.

Основные и вспомогательные теплообменные аппараты холодильных установок. Требования, предъявляемые к теплообменным аппаратам. Требования техники безопасности при эксплуатации холодильного оборудования. Тепловой расчет холодильных сооружений.

3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;
- методические указания к выполнению практических/лабораторных/контрольных работ и РГР 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.
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. Теплотехника [Электронный ресурс] : метод. указания к выполнению расчет.-граф. заданий 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 : 1.8 Мб). - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2012. - Доступ из локальной сети Мурман. гос. техн. ун-та. - Загл. с экрана

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. Комаров, Г. А. Теплотехника. Разд. 1. Техническая термодинамика : учеб. пособие для специальностей 2709 "Технология рыбных продуктов", 552400 "Технология продуктов

- питания" / Г. А. Комаров; Ком. Рос. Федерации по рыболовству, МГАРФ. - Мурманск : Изд-во МГАРФ, 1994. - 140 с. - ISBN 5-86185-031-3
3. Комаров, Г. А. Теплотехника. Раздел 2. Основы теории теплообмена : учеб. пособие / Г. А. Комаров; МГАРФ. - Мурманск : Изд-во МГАРФ, 1995. - 91 с.
 4. 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. Электронный каталог библиотеки МГТУ с возможностью ознакомиться с печатным вариантом издания в читальных залах библиотеки – <http://lib.mstu.edu.ru/MegaPro/Web/>
2. Государственная система правовой информации - официальный интернет-портал правовой информации- URL: <http://pravo.gov.ru>
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»_- URL: <http://window.edu.ru>

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

1. *Операционная система Microsoft Windows Vista*
2. *Офисный пакет Microsoft Office 2007*

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, 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;

Не допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1 - Распределение трудоемкости

Вид учебной деятельности	Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по формам обучения							
	Очная				Заочная			
	Семестр			Всего часов	Курс/Сессия			Всего часов
	4				3/2			
Лекции	36			36	6			6
Практические занятия	20			20	4			4
Лабораторные работы	20			20	4			4
Самостоятельная работа	68			68	157			157
Подготовка к промежуточной аттестации	36			36	9			9
Всего часов по дисциплине / из них в форме практической подготовки	144			144	144			144
Формы промежуточной аттестации и текущего контроля								
Экзамен	+			+	+			+
Количество расчетно-графических работ	1			1				
Количество контрольных работ	1			1	1			1

Перечень лабораторных работ по формам обучения

№ п/п	Темы лабораторных работ
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.	Газовые законы. Тарировка газового термометра
7.	Цикл тепловой машины
8.	Определение теплопроводности твердого тела (пластина)
9.	Исследование конвекционной теплоотдачи при естественной конвекции вдоль горизонтального цилиндра.
10.	Определение излучательной способности твердого тела.
Заочная форма	
1.	Определение термического сопротивления теплообменника «труба в трубе»
2.	Газовые законы. Тарировка газового термометра

Перечень практических работ по формам обучения

№ п/п	Темы практических работ
Очная форма	
11.	Изучение работы и устройства дробилок и мельниц
12.	Изучение работы и устройства оборудования для осаждения в гравитационном и центробежном полях.
13.	Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции в неограниченном пространстве.
14.	Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции в неограниченном пространстве.

15.	Изучение работы выпарной установки. Расчет параметров процесса
16.	Параметры состояния термодинамической системы. Уравнение состояния идеальных газов. Смеси газов.
17.	Первый закон термодинамики. Теплоемкость, внутренняя энергия, энтальпия и энтропия газов.
18.	Второй закон термодинамики. Термодинамический анализ циклов.
19.	Водяной пар. Параметры состояния. Влажный воздух. Процессы охлаждения и сушки.
20.	Теплопроводность как один из видов процессов теплопередачи. Конвективный теплообмен при течении жидкостей и газов.
21.	Расчет цикла ПКХМ
Заочная форма	
3.	Изучение работы и устройства оборудования для осаждения в гравитационном и центробежном полях.
4.	Водяной пар. Параметры состояния. Влажный воздух. Процессы охлаждения и сушки.