

Компонент ОПОП 15.03.02 Технологические машины и оборудование, (профиль «Инжиниринг технологического оборудования»)
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 ¹ | Результаты обучения по дисциплине (модулю) |
|--|---|--|
| ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности | ИД-1 ОПК-1 Знает методы математического анализа и моделирования при решении задач профессиональной деятельности | Знать: – основные законы математического анализа, математического моделирования; Уметь: – анализировать и определять суть законов математического анализа, математического моделирования; Владеть: – навыками применения законов математического анализа, математического моделирования. |
| | ИД-2 ОПК-1 Умеет применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания в профессиональной деятельности | Знать: - основные области применения естественнонаучных и общепрофессиональных знаний в профессиональной деятельности; Уметь: - анализировать и выбирать области применения, естественнонаучных и общепрофессиональных знаний в профессиональной деятельности; Владеть: - навыками выбора оптимального способа применения естественнонаучных и общепрофессиональных знаний в профессиональной деятельности |
| | ИД-3 ОПК-1 Владеет навыками моделирования технических объектов и технологических процессов, проведения экспериментов по заданным методикам с обработкой и анализом результатов. | Знать: - навыки моделирования технических объектов и технологических процессов; Уметь: - анализировать особенности практического проведения экспериментов по заданным методикам с обработкой и анализом результатов; Владеть: - навыками моделирования технических объектов и технологических процессов, проведения экспериментов по заданным методикам с обработкой и анализом результатов |
| ПК-1 Способен производить пусконаладочные и экспериментальные работы по освоению новых технологических процессов, техническое обслуживание и ремонт технологического оборудования машиностроительных и перерабатывающих про- | ИД _{ПК1} Знает порядок проведения пусконаладочных и экспериментальных работ по освоению и внедрению новых технологий технического обслуживания и ремонта технологического обо- | Знать: - порядок проведения пусконаладочных и экспериментальных работ по освоению и внедрению новых технологий технического обслуживания оборудования; Уметь: - применять теоретические знания по освоению новых технологических процессов; Владеть: - навыками технического обслуживания и ремонта технологического оборудования и процессов в организации. |

¹ Указываются индикаторы достижения компетенций, закрепленные за данной дисциплиной (модулем)

| | | |
|---|---|---|
| ИЗВОДСТВ | рудования и процессов в организации | |
| | ИД-2 ПК-1 Показывает умения производить пусконаладочные и экспериментальные работы по освоению новых технологических процессов технического обслуживания и ремонта технологического оборудования и процессов | Знать: - технологические процессы, технологическое оборудование, обслуживание и ремонт; Уметь: - производить пусконаладочные и экспериментальные работы по освоению новых технологических процессов; Владеть: - навыками технического обслуживания новых технологических процессов и ремонта технологического оборудования и процессов. |
| | ИД-3 ПК-1 Владеет навыками работы с нормативно-техническим, справочным и руководящими документами по организации пусконаладочных и ремонтных работ | Знать: - основные способы поиска информации; Уметь: - работать с нормативной документацией по организации пусконаладочных и ремонтных работ; Владеть: - навыками работы с нормативно-техническими, справочными и руководящими документами по организации пусконаладочных и ремонтных работ |
| ПК-4 Способен организовывать внедрение прогрессивных технологических процессов, оборудования и оснастки, средств автоматизации и механизации машиностроительных и перерабатывающих производств | ИД-1 ПК-4 Знает структуру технологических решений и их корректировку при проведении промышленных испытаний технологического оборудования и процессов в организации | Знать: - структуру технологических решений и их корректировку при проведении промышленных испытаний технологического оборудования; Уметь: - работать с нормативной документацией по организации пусконаладочных и ремонтных работ; Владеть: - навыками работы с нормативно-техническими, справочными и руководящими документами по организации пусконаладочных и ремонтных работ |
| | ИД-2 ПК-4 Показывает умения производить технологические расчеты при проектировании нового или модернизации существующего технологического оборудования и про- | Знать: - методики расчетов при проектировании нового или модернизации существующего технологического оборудования; Уметь: - применять методики расчетов при проектировании нового или модернизации существующего технологического оборудования и процессов; Владеть: - навыками методики расчетов при проектировании нового или модернизации существующего технологического оборудования и процессов. |

| | | |
|--|---|---|
| | цессов | |
| | ИД-3 ПК-4 Владеет навыками организации применения технологической оснастки, контрольно-измерительных приборов, средств автоматизации и механизации для регулировки и отладки отдельных механизмов и систем технологического оборудования | Знать: - навыки организации применения технологической оснастки, контрольно-измерительных приборов, средств автоматизации для отладки отдельных механизмов; Уметь: - использовать методы организации применения технологической оснастки, контрольно-измерительных приборов, средств автоматизации и механизации для регулировки и отладки отдельных механизмов и систем технологического оборудования; Владеть: - навыками использовать методы организации применения технологической оснастки, контрольно-измерительных приборов, средств автоматизации и механизации для регулировки и отладки отдельных механизмов и систем технологического оборудования |

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 формообразование. 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. Применение 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. Фильтрование. 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 (модуля) по формам обучения | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|---|----|--|-------------|--------------|---|---|-------------|--------------|-----|-------------|----|
| | Очная | | | | Очно-заочная | | | | Заочная | | | |
| | Семестр | | | Всего часов | Семестр | | | Всего часов | Семестр/Курс | | Всего часов | |
| | 5 | 6 | | | | | | | 7/4 | 8/4 | | |
| Лекции | 32 | 32 | | 64 | - | - | - | - | 6 | 6 | | 12 |
| Практические занятия | 16 | 16 | | 32 | - | - | - | - | 6 | 6 | | 12 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|------------|--|------------|---|---|---|---|------------|------------|--|------------|
| Лабораторные работы | 16 | 16 | | 32 | - | - | - | - | 6 | 6 | | 12 |
| Самостоятельная работа | 80 | 44 | | 124 | - | - | - | - | 122 | 117 | | 239 |
| Подготовка к промежуточной аттестации | - | 36 | | 36 | - | - | - | - | 4 | 9 | | 13 |
| Всего часов по дисциплине / из них в форме практической подготовки | 144 | 144 | | 288 | - | - | - | - | 144 | 144 | | 288 |
| | 32 | 32 | | 64 | - | - | - | - | 12 | 12 | | 24 |

Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

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

Перечень лабораторных работ по формам обучения

| № п\п | Темы лабораторных работ | |
|-------|--|--|
| | Очная и заочная форма | |
| 1. | Ситовой анализ сыпучего материала | |
| 2. | Определение характеристик центробежного вентилятора | |
| 3. | Определение скорости витания частиц | |
| 4. | Изучение гидравлики взвешенного слоя | |
| 5. | Определение расхода энергии на перемешивание | |
| 6. | Экспериментальное определение констант фильтрации | |
| 7. | Изучение работы циклона | |
| 8. | Разделение суспензий на центрифуге периодического действия | |
| 9. | Изучение процесса сушки в инфракрасных лучах | |
| 10. | Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции в неограниченном пространстве | |
| 11. | Изучение термического сопротивления теплообменника «труба в трубе» | |
| 12. | Изучение процесса сушки в воздушном слое | |
| 13. | | |
| 14. | Изучение процесса сушки во взвешенном слое | |
| 15. | Изучение процесса сушки в инфракрасных лучах | |

Перечень практических занятий по формам обучения

| № п\п | Темы практических занятий |
|----------|---|
| | Очная и заочная 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. |