

**Компонент ОПОП 15.03.02 Технологические машины и оборудование профиль
«Инжиниринг технологического оборудования»**
наименование ОПОП

Б1.В.10
шифр дисциплины

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**Дисциплины
(модуля)**

Основы теории подобия

Разработчик (и):
Похолецко В.А.
ФИО
доцент
должность

канд. техн. наук, доцент
ученая степень,
звание

Утверждено на заседании кафедры
Технологическое и холодильное оборудова-
ние

наименование кафедры

протокол № 6 от 21.03.2022
Заведующий кафедрой ТХО


подпись ФИО

Похолецко В.А.

**Мурманск
2022**

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)
ПК-1 Способен производить пусконаладочные и экспериментальные работы по освоению новых технологических процессов, техническое обслуживание и ремонт технологического оборудования машиностроительных и перерабатывающих производств	ИД1 _{ПК1} Знает порядок проведения пусконаладочных и экспериментальных работ по освоению и внедрению новых технологий технического обслуживания и ремонта технологического оборудования и процессов в организации	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - порядок проведения пусконаладочных и экспериментальных работ по освоению и внедрению новых технологий технического обслуживания оборудования; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять теоретические знания по освоению новых технологических процессов; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками технического обслуживания и ремонта технологического оборудования 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	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - технологические процессы, технологическое оборудование, обслуживание и ремонт; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - производить пусконаладочные и экспериментальные работы по освоению новых технологических процессов; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные способы поиска информации; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - работать с нормативной документацией по организации пусконаладочных и ремонтных работ; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками работы с нормативно-техническими, справочными и руководящими документами по организации пусконаладочных и ремонтных работ.
ПК-4 Способен организовывать внедрение прогрессивных	ИД-1 _{ПК-4} Знает структуру технологических реше-	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - структуру технологических решений и их корректировку при проведении промышленных испытаний технологического обо-

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

технологических процессов, оборудования и оснастки, средств автоматизации и механизации машиностроительных и перерабатывающих производств	ний и их корректировку при проведении промышленных испытаний прогрессивных технологий технического обслуживания и ремонта технологического оборудования и процессов в организации	рудования; - Уметь: - работать с нормативной документацией по организации внедрения прогрессивных технологических процессов, оборудования и оснастки, средств автоматизации и механизации машиностроительных производств; Владеть: навыками работы по обслуживанию и ремонту технологического оборудования и процессов в организации.
	ИД-2 ПК-4 Показывает умения производить технологические расчеты при проектировании нового или модернизации существующего технологического оборудования и процессов	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.
	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. Тема 1. Введение. Основные положения теории подобия. Геометрическое подобие. Физическое подобие. Теоремы 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. 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.

3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;
- методические указания к выполнению практических работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины 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;

- 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. Остриков, А.Н. Процессы и аппараты пищевых производств: учебное пособие / А.Н. Остриков ; под редакцией А. Н. Острикова. — Санкт-Петербург: ГИОРД, 2012. — 616 с. — ISBN 978-5-98879-124-9. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4887> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

3. 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.

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.

5. Вобликова, Т.В. Процессы и аппараты пищевых производств: учебное пособие / Т.В. Вобликова, С.Н. Шлыков, А.В. Пермяков. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 204 с. — ISBN 978-5-8114-4163-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115658>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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 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.

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								5/3		
Лекции		14		14	-	-	-	-		4		4
Практические занятия		16		16	-	-	-	-		4		4
Самостоятельная работа		114		114	-	-	-	-		132		132
Подготовка к промежуточной аттестации		-		-	-	-	-	-		4		4
Всего часов по дисциплине / из них в форме практической подготовки		144		144	-	-	-	-		144		144
		16		16	-	-	-	-		4		4

Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

Зачет/зачет оценкой	с	+/-	+/-	-	-	-	-	+/-	+/-

Вид учебной деятельности	Распределение трудоемкости дисциплины по формам обучения	
	Очная	
	Семестр	Всего часов
	5	
Лекции	14	14
Практические занятия	16	16
Лабораторные работы	-	-
Самостоятельная работа	114	114
Всего часов по дисциплине /из них в форме практической подготовки	144	144
	16	16

Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

Зачет/зачет с оценкой	+/-	+/-
Количество контрольных работ	-	-

Перечень практических занятий по формам обучения

№ п\п	Темы практических занятий
	Очная и заочная форма
1.	Насосы и вентиляторы
2.	Расчет режимов течения жидкостей в трубе
3.	Гидродинамика взвешенного слоя
4.	Перемешивание в жидкой среде
5.	Осаждение под действием силы тяжести
6.	Осаждение под действием центробежной силы
7.	Фильтрация
8.	Центрифугирование