

Компонент ОПОП 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения (профиль «Холодильная техника и технология»)
наименование ОПОП

Б1.О.22
шифр дисциплины

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины
(модуля)

Механика жидкости и газа

Разработчик (и):

Шутов А.В.
ФИО

ст. преподаватель
должность

нет

ученая степень,
звание

Утверждено на заседании кафедры
Технологического и холодильного оборудо-
вания

наименование кафедры

протокол № 10 от 01.07.2022

Заведующий кафедрой ТХО


подпись ФИО

Похольченко В.А.

Мурманск
2022

Пояснительная записка

Объем дисциплины 4 з.е.

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

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций ¹	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИД-1 УК-1 Выполняет поиск необходимой информации, ее критический анализ и обобщает результаты анализа для решения поставленной задачи	Знать: основные способы поиска информации; Уметь: критически анализировать собранную информацию по заданной проблеме; Владеть: навыками обобщения результатов анализа информации для решения поставленной задачи;
	ИД-2 УК-1 Использует системный подход для решения поставленных задач, предлагает способы их решения	Знать: основные способы поиска информации; Уметь: применяет системный подход при решении поставленных инженерных задач; Владеть: навыками выбора способов решения конкретных инженерных задач;
ПК-3 Способен выполнять расчеты по определению основных параметров и режимов работы систем холодоснабжения для объектов производственного и непромышленного назначения	ИД-1 ПК-3 Воспринимает и анализирует информацию, необходимую для принятия решений о методической обработке параметров и режимов работы систем холодоснабжения	Знать: параметры и режимы работы систем холодоснабжения; Уметь: воспринимать и анализировать информацию, необходимую для выполнения расчётов основных параметров и режимов работы систем холодоснабжения для объектов производственного и непромышленного назначения; Владеть: навыками принятия решений о методической обработке параметров и режимов работы систем холодоснабжения;
	ИД-2 ПК-3 Применяет знания математического аппарата при определении основных параметров и режимов систем холодоснабжения объектов	Знать: параметры и режимы работы систем холодоснабжения; методы математической обработки данных; Уметь: выбирать современные методы математической обработки данных при решении профессиональных задач по определению основных параметров и режимов работы систем холодоснабжения для объектов производственного и непромышленного назначения; Владеть: навыками применения математического аппарата при

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

		определении основных параметров и режимов систем холодоснабжения объектов;
	ИД-3 ПК-3 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и обеспечения режимов работы систем холодоснабжения объектов	Знать: основные задачи проектирования и обеспечения режимов работы систем холодоснабжения объектов; Уметь: анализировать и понимать взаимосвязь задач проектирования и обеспечения режимов работы систем холодоснабжения объектов; Владеть: навыками выполнения расчётов по определению основных параметров и режимов работы систем холодоснабжения для объектов производственного и непромышленного назначения;

2. Содержание дисциплины (модуля)

Модуль 1.

Тема 1. Введение в дисциплину механика жидкости и газа. Модель сплошной среды. Производная по времени от количества физической величины в деформируемом объеме. Формула Остроградского-Гаусса. Основные физические свойства жидкостей и газов. Основы кинематики жидкостей и газов. Переменные Лагранжа и Эйлера. Индивидуальная и местная производные. Скорость и ускорение частицы жидкости. Стационарные и нестационарные течения. Траектория и линия тока. Трубка тока. Деформация жидкой частицы при движении. Режимы течения жидкости. Понятие турбулентности.

Тема 2. Напряженное состояние жидкостей и газов. Силы, действующие в жидкости и газе. Свойства напряжений поверхностных сил. Обобщенная гипотеза Ньютона о связи вязких напряжений со скоростями деформаций.

Тема 3. Основные фундаментальные уравнения механики жидкости и газа. Общая форма уравнения сохранения количества произвольной физической величины в контрольном объеме. Уравнение неразрывности. Уравнение сохранения количества движения. Уравнения Навье-Стокса. Уравнение Бернулли для трубки тока. Уравнение сохранения энергии. Уравнения Рейнольдса для развитого турбулентного режима движения несжимаемой жидкости. Замыкающие соотношения и условия однозначности.

Тема 4. Гидростатика. Дифференциальные уравнения Эйлера для покоящейся жидкости. Интеграл уравнений Эйлера. Основная формула гидростатики Равновесие газа в поле силы тяжести. Абсолютное и избыточное давление, вакуум. Понятие «напор». Равновесие несжимаемой жидкости в сообщающихся сосудах. Измерение давления. Силы давления покоящейся жидкости на криволинейные поверхности. Силы давления покоящейся жидкости на плоские поверхности. Относительное равновесие несжимаемой жидкости. Закон Архимеда. Плавание тел. Остойчивость плавающих сил. Равновесие твердого тела во вращающейся жидкости. Центрифугирование.

Тема 5. Основы теории подобия и размерностей. Основные положения теории подобия. Основные положения теории анализа размерностей. Течение жидкости в щелях и узких

каналах. Ламинарное течение вязкой несжимаемой жидкости в каналах. Течение жидкости в тонком слое переменной толщины.

Тема 6. Одномерная гидрогазодинамика. Одномерная модель реальных потоков. Уравнение Бернулли для одномерного потока вязкой несжимаемой жидкости. Природа потерь полного давления (напора). Структура общих формул для потерь напора. Ламинарное и турбулентное течение жидкости в трубах. Опытные данные о коэффициенте гидравлического трения. Местные гидравлические сопротивления. Неустановившееся одномерное течение несжимаемой жидкости. Прямой гидравлический удар в трубах. Условия перехода скорости газа через скорость звука. Параметры торможения. Газодинамические функции.

Тема 7. Расчет трубопроводных систем. Классификация трубопроводов. Расчет простого трубопровода. Расчет сложного трубопровода. Особенность работы сифонного трубопровода. Работа нагнетателя в сети. Расчет трубопроводов при движении газов. Истечение из объема через отверстия и насадки. Истечение жидкости через отверстия и насадки при постоянном напоре. Истечение жидкости при переменном напоре.

Тема 8. Истечение газа из объема через отверстие. Скачки уплотнений при сверхзвуковом течении газов. Возникновение скачков уплотнений. Прямой скачок уплотнений. Косые скачки уплотнения. Течение Прандтля-Майера.

Тема 9. Гидродинамический пограничный слой. Основные физические представления о пограничном слое. Толщина пограничного слоя и толщина вытеснения. Уравнения Прандтля ламинарного пограничного слоя. Интегральные соотношения пограничного слоя.

Переход ламинарного пограничного слоя в турбулентный. Структура турбулентного пограничного слоя. Пограничный слой при течении с продольным градиентом давления. Отрыв пограничного слоя. Сопротивление тел обтекаемых вязкой жидкостью.

Тема 10. Применение численных методов в механике жидкости и газа. Общие принципы численного моделирования. Математическая постановка задачи. Конечно-разностная аппроксимация и метод решения. Аппроксимация и устойчивость численного решения. Течения с разрывами параметров. Нефизическое поведение решения. Турбулентность и ее моделирование. Возникновение и развитие турбулентности. Структура и основные характеристики турбулентности. Некоторые гипотезы полуэмпирической теории турбулентности.

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. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа: Учеб. для вузов. – 7-е изд., испр. – М.: Дрофа, 2003. – 840 с.
2. **Гидравлика, гидромашин и гидроприводы** : учеб. для вузов / Т. М. Башта [и др.]. - 2-е изд., перераб., репр. воспр. 1982 г. - Москва : Альянс, 2013. - 422, [1] с. : ил. - Авт. указаны на обороте тит. л. - Библиогр.: с. 418. - ISBN 978-5-91872-007-3 : 665-00. 30.123 - Г 46
3. **Задачник по гидравлике, гидромашин и гидроприводу** : учеб. пособие для вузов / Б. Б. Некрасов, И. В. Фатеев, Ю. А. Беленков [и др.] ; под ред. Б. Б. Некрасова. - Москва : Высш. шк., 1989. - 192 с. : ил. - ISBN 5-06-000145-8 : 0-47 ; 14-00 ; 6-38. 30.123 - 3-15

Дополнительная литература:

4. **Зезин В.Г.** Механика жидкости и газа: Учебное пособие/В.Г. Зезин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – 250 с
5. Сборник задач по гидравлике : учеб. пособие для вузов. Ч. 1 / Н. А. Панчурин; под общ. ред. В. М. Маккавеева. - Изд. 2-е, испр. - Ленинград : Реч. трансп., 1956. - 200 с.
6. **Задачник по гидравлике, гидромашин и гидроприводу** : учеб. пособие для вузов / Б. Б. Некрасов, И. В. Фатеев, Ю. А. Беленков [и др.] ; под ред. Б. Б. Некрасова. - Москва : Высш. шк., 1989. - 192 с. : ил. - ISBN 5-06-000145-8 : 0-47 ; 14-00 ; 6-38. 30.123 - 3-15

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 (4 «П», 5 «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 1² - Распределение трудоемкости

Вид учебной деятельности ³	Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по формам обучения										
	Очная				Очно-заочная				Заочная		
	Семестр			Всего часов	Семестр			Всего часов	Семестр/Курс		Всего часов
		3									
Лекции		18		18							
Практические занятия		30		30							
Лабораторные работы											
Самостоятельная работа		96		96							
Подготовка к промежуточной аттестации ⁴		-		-							
Всего часов по дисциплине		144		144							
/ из них в форме практической подготовки ⁵											

Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

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

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

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

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

⁵ 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.

Перечень практических занятий по формам обучения⁶

№ п/п	Темы практических занятий
1	2
	Очная форма
1.	Определение гидростатического давления
2.	Определение плотности жидкости в сообщающихся сосудах
3.	Гидравлический пресс
4.	Сила давления жидкости на плоскую поверхность
5.	Относительное равновесие жидкости во вращающемся сосуде
6.	Построение напорной и пьезометрической линий для трубопровода сопротивления
7.	Исследование процесса истечения через малое круглое отверстие и внешний цилиндрический насадок
8.	Определение коэффициента дроссельного прибора (диафрагмы) и коэффициента расхода водомера Вентури
9.	Расчет режимов течения жидкостей в трубе
10.	Расчет истечения капельных жидкостей
11.	Гидродинамика взвешенного слоя
12.	Перемешивание в жидкой среде
13.	Осаждение под действием силы тяжести
14.	Осаждение под действием центробежной силы
15.	Фильтрация и центрифугирование

⁶ Если практические занятия не предусмотрены учебным планом, таблица может быть удалена