

**Компонент ОПОП 21.03.01 Нефтегазовое дело (профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов нефтегазового комплекса Арктического шельфа»)**

наименование ОПОП

**Б1.О.05.01**

шифр дисциплины

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**Дисциплины  
(модуля)**

**Термодинамика и теплопередача**

---

Разработчик (и):

Дьяков А.В.

ФИО

ст. преподаватель

должность

нет

ученая степень,  
звание

Утверждено на заседании кафедры

Технологического и холодильного оборудо-  
вания

наименование кафедры

протокол № 4 от 18.03.2024

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	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p><b>ОПК-1</b> – Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания.</p>	<p>ИД-1опк-1 Знает принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов</p>	<p><b>Знать:</b> - принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенных для конкретных технологических процессов <b>Уметь:</b> в, <b>Владеть:</b> - основными методами технико-экономического анализа, навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды, - работах по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования, -навыками делового взаимодействия с сервисной службой и оценивать их рекомендации с учетом экспериментальной работы технологического отдела предприятия</p>
	<p>ИД-2опк-1 Умеет использовать основные законы дисциплин инженерно-механического модуля, использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей</p>	
	<p>ИД-3опк-1 Владеет основными методами технико-экономического анализа, навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды. Участвует, со знанием дела, в работах по совершенствованию производственных про-</p>	

	<p>цессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования. Владеет навыками делового взаимодействия с сервисной службой и оценивает их рекомендации с учетом экспериментальной работы технологического отдела предприятия.</p>	
--	--	--

## 2. Содержание дисциплины

### **Модуль 1. Термодинамика в технологических процессах нефтяной и газовой промышленности.**

Тема 1 Основные понятия и определения термодинамики.

Термодинамическая система и окружающая среда. Виды термодинамических систем. Термодинамические параметры состояния. Нулевое начало термодинамики. Равновесные и неравновесные системы. Уравнение состояния идеальных газов. Удельная и универсальная газовые постоянные. Газовые смеси. Закон Дальтона. Способы задания газовых смесей, их взаимосвязь.

Тема 2 Основные законы термодинамики.

Первый закон термодинамики. Работа и теплота процесса. Внутренняя энергия системы. Энтальпия. Энтропия.  $s$ - $T$ -диаграмма и ее свойства. Уравнение Майера для идеальных и реальных газов. Теплоемкость смеси газов.

Тема 3 Термодинамические процессы.

Классификация процессов изменения состояния рабочего тела. Общие методы исследования и определения термодинамических параметров тепловых процессов изменения состояния рабочих тел. Изображение процессов в  $v$ - $P$ - и  $s$ - $T$ - диаграммах. Второй закон термодинамики. Термодинамические циклы. Термический КПД и холодильный коэффициент. Прямой и обратный циклы Карно и их свойства. Фазовые переходы веществ. Фазовая диаграмма вещества.

Тема 4 Истечение газов и паров. Дросселирование газов и паров.

Основные понятия. Сопла и диффузоры. Адиабатное истечение из сопел. Изменение основных параметров истечения. Получение дозвуковых и сверхзвуковых скоростей истечения. Сопло Лавалья. Эффект Джоуля-Томсона. Изменение параметров потока при дросселировании.

Тема 5 Прикладные вопросы термодинамики

Сжатие газов. Процессы сжатия в одно- и многоступенчатых компрессорах. Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания. Термодинамические циклы тепловых установок. ГТУ. Принципы работы ГТУ. Паросиловая установка. Принцип её работы. Циклы холодильных машин и тепловых насосов.

Тема 6 Термогазодинамические характеристики природного газа

Реальные газы и пары. Свойства реальных газов. Коэффициент сжимаемости. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Анализ применимости уравнений состояния различных типов к обла-

сти, характерной для работы газопроводов. Термодинамические величины и показатели процессов природных газов применительно к условиям газопроводов.

## **Модуль 2. Теплопередача в технологических процессах нефтяной и газовой промышленности.**

Тема 1 Основные понятия и определения теплообмена.

Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция, излучение. Сложный теплообмен.

Температурное поле. Градиент температуры. Основной закон теплопроводности. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Начальные и граничные условия

Тема 2 Теплопроводность и теплопередача.

Теплопроводность однослойной и многослойной плоской, цилиндрической, шаровой стенках. Теплопередача в однослойной и многослойной плоской, цилиндрической, шаровой стенках. Тепловая изоляция. Выбор теплоизоляционного материала. Теплопередача через ребренную стенку. Теплопроводность при нестационарном тепловом режиме. Расчет и подбор изоляции. Расчет и подбор основного теплового оборудования.

Тема 3 Конвективный теплообмен

Виды движения теплоносителя. Пограничный слой: тепловой и гидродинамический. Подобие физических процессов. Числа подобия. Критериальные уравнения. Теплообмен при вынужденном движении теплоносителя в трубах. Теплообмен при свободном движении теплоносителя. Теплообмен при изменении агрегатного состояния вещества. Теплоотдача при поперечном отекании труб

Тема 4 Теплообмен излучением.

Основные понятия и определения. Законы теплового излучения. Теплообмен излучением между твердыми телами. Тепловые экраны. Особенности излучения газообразных тел.

Тема 5 Теплообменные аппараты, их виды и расчет

Классификация теплообменных аппаратов, основы теплового расчета теплообменных аппаратов.

Тема 6 Температурный режим скважин и магистральных газопроводов.

Особенности теплообмена в добывающей скважине. Температурное поле скважины. Уравнения температурного напора режима нефти и газопроводов. Тепловые потери подземного трубопровода.

### **3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины**

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические указания к выполнению лабораторных/практических/контрольных работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины представлены на официальном сайте МАУ 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 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. Селевцов Л.И. Автоматизация технологических процессов- М.: Академия, 2014. — 352 с. — ISBN 978-5-4468-0615-7.
2. Сердобинцев, С. П. Автоматика и автоматизация производственных процессов в рыбной промышленности : учебник для вузов по специальности 2709 "Технология рыбных продуктов" / С. П. Сердобинцев. - Москва : Колос, 1994. - 335 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов вузов). - ISBN 5-10-002889-0
3. Лунеев, Д. Е. Основы автоматики и автоматизация производства на предприятиях и судах рыбной промышленности : учебник для вузов / Д. Е. Лунеев. - Москва : Агропромиздат, 1991. - 303 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для вузов). - ISBN 5-10-001005-3 : 19-50.
4. Степанов О.А., Захаренко С.О. Основы трансформации теплоты: учебник / О.А. Степанов, С.О. Захаренко. – Санкт-Петербург, Лань, 2019. – 128 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/122152/#2>

### **Дополнительная литература:**

1. Алейников А.К. Основы автоматизации технологических процессов - Саратов: ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ», 2018. – 79 с.
2. Благовещенская М. М. Автоматика и автоматизация пищевых производств : учеб. пособие для вузов / М. М. Благовещенская, Н. О. Воронина, А. В. Казаков [и др.]. - Москва : Агропромиздат, 1991. - 239 с. - (Учебники и учебные пособия для вузов).
3. Лейкин В. С. Автоматизация производственных процессов рыбообрабатывающей промышленности : учеб. пособие для техникумов / В. С. Лейкин, С. П. Сердобинцев. - Москва : Агропромиздат, 1989. - 231 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для учащихся техникумов). - ISBN 5-10-000279-4
4. Цирельман Н.М. Техническая термодинамика: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2018. – 352 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/107965/#2>

### **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) Программное обеспечение «Антиплагиат»

### **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 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
	4				5							
Лекции	20			20	10			10				
Практические занятия	28			28	14			14				
Лабораторные работы	-			-	-			-				
Самостоятельная работа	60			60	84			84				
Подготовка к промежуточной аттестации	36			36	36			36				
<b>Всего часов по дисциплине / из них в форме практической подготовки</b>	<b>144</b>			<b>144</b>	<b>144</b>			<b>144</b>				
	28			28	14			14				
<b>Формы промежуточной аттестации и текущего контроля</b>												
Экзамен	+				+							

### Перечень практических занятий по формам обучения

№ п/п	Темы практических занятий
	Очная и очно-заочная форма
1.	Параметры состояния термодинамической системы. Уравнения состояния идеальных газов. Смеси газов.
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 видов процессов теплопередачи
8.	Конвективный теплообмен при течении жидкостей и газов
9.	Расчет теплообменных аппаратов