

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**Дисциплина** Б1.О.18 Техническая термодинамика и теплопередача  
код и наименование дисциплины

**Направление подготовки/специальность** 26.05.06  
код и наименование направления подготовки /специальности  
Эксплуатация судовых энергетических установок

**Направленность/специализация** Эксплуатация главной судовой двигательной установки  
наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы

**Квалификация выпускника** Инженер-механик  
указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО

**Кафедра-разработчик** Кафедра Судовых энергетических установок  
наименование кафедры-разработчика рабочей программы

Мурманск  
2020

### Лист согласования

1 Разработчик(и)  
доцент

СЭУ



Петров А.И.

Часть 1      должность      кафедра      Ф.И.О.

доцент

СЭУ



Петров А.И.

Часть 2      должность      кафедра      Ф.И.О.

Часть 3      должность      кафедра      Ф.И.О.

2. Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика рабочей программы  
СЭУ

12.11.2020      название кафедры  
дата      протокол № 02

Заведующий кафедры – разработчика

12.11.2020            Сергеев К.О.  
дата      подпись      И.О.Фамилия

3\*. Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с выпускающей кафедрой по направлению подготовки (специальности).

Заведующий выпускающей кафедры \_\_\_\_\_  
название кафедры

\_\_\_\_\_      \_\_\_\_\_      \_\_\_\_\_  
дата      подпись      И.О.Фамилия

### Лист изменений и дополнений, вносимых в РП

к рабочей программе по дисциплине (модулю) «Техническая термодинамика и теплопередача», входящей в состав ОПОП по направлению подготовки/специальности 26.05.06, направленности (профилю)/специализации Эксплуатация главной судовой двигательной установки, 2019 года начала подготовки.

Таблица 1 Изменения и дополнения

№ п/п	Дополнение или изменение, вносимое в рабочую программу в части	Содержание дополнения или изменения	Основание для внесения дополнения или изменения	Дата внесения дополнения или изменения
1	Титульного листа	Переименование типа образовательной организации	1. Приказ Министерства науки и высшего образования №854 от 31.07.2020г.  2. Внесение изменений в компоненты ОПОП решением Ученого совета (протокол №3 от 30.10.2020 )	30.10.2020
2	Структуры учебной дисциплины (модуля)	Изменение количества часов контактной и самостоятельной работы, корректировка форм текущего контроля и промежуточной аттестации	Решение Ученого совета о внесении изменений в учебные планы всех направлений подготовки и специальностей, реализуемых в ФГБОУ ВО "МГТУ" протокол № 8 от 27.03.2020г.	27.03.2020
3	Содержания учебной дисциплины (модуля)	Изменение количества часов контактной и самостоятельной работы	2. Решение Ученого совета о внесении изменений и дополнений в ОПОП 25.06.2021, протокол №15	25.06.2021
4	Структуры и содержания ФОС			
5	Методическое обеспечение дисциплины			

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Коды циклов дисциплин, модулей, практик	Название циклов, разделов, дисциплин, модулей, практик	Краткое содержание (Цель, задачи, содержание разделов дисциплины, реализуемые компетенции, формы промежуточной аттестации)
1	2	3
Б1.О.18	Обязательная часть	<p><b>Цель дисциплины</b> – приобретение знаний основных законов термодинамики и теплопередачи, связанных со способами получения, преобразования, и передачи тепловой энергии, а также принципами действия устройств, используемых для этих целей.</p> <p><b>Задачи дисциплины:</b> формирование способности понимать суть тепловых процессов, профессионально грамотно ставить и решать задачи получения, преобразования и использования теплоты как рабочего вида энергии в различных технологических процессах и оборудовании СЭУ, правильно и эффективно организовывать протекание рабочих процессов с учетом уменьшения объемов вредных выбросов в окружающую среду.</p> <p><b><u>В результате изучения дисциплины специалист должен:</u></b></p> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные термодинамические параметры в Международной системе единиц (СИ), уравнения состояния идеальных и реальных газов и их смесей;</li> <li>- определение понятий <i>термодинамическая система, окружающая среда</i> и конкретно рассматриваемые в технике примеры;</li> <li>- 1-й закон термодинамики и его применение к понятиям внутренняя энергия, теплоемкость, энтальпия, энтропия, работа обратимых и необратимых процессов, анализу политропного процесса;</li> <li>- 2-й закон термодинамики и его связь с круговыми термодинамическими процессами, прямым и обратным циклом Карно, свойствами обратимых и необратимых циклов, понятиями эксергия, абсолютная и среднеинтегральная термодинамическая температура;</li> <li>- <i>p-v, T-s, i-s</i> диаграммы состояния водяного пара и основные параметры жидкости, влажного и сухого насыщенного пара, теплоту парообразования;</li> <li>- истечение газов и паров и их толкование на основе 1-го закона термодинамики, понятие критической скорости и максимального расхода газа, случаи истечения из суживающегося и комбинированного сопла, дросселирование, эффект Джоуля-Томсона и понятие инверсии;</li> <li>- параметры состояния влажного воздуха и его <i>i-d</i> диаграмму;</li> <li>- циклы воздушных компрессоров, двигателей внутреннего сгорания, газотурбинных и паротурбинных установок, их характеристики и сравнительный анализ термодинамической эффективности;</li> <li>- основной закон теплопроводности на основе гипотезы Фурье, физический смысл теплопроводности, как параметра вещества и дифференциальное уравнение теплопроводности;</li> <li>- стационарную теплопроводность при граничных условиях</li> </ul>

		<p>1-го рода применительно к плоской, цилиндрической и сферической однослойной и многослойной стенке;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- стационарную теплопроводность при граничных условиях</li> </ul> <p>3-го рода применительно к плоской, цилиндрической и сферической однослойной и многослойной стенке, передачу тепла через ребристую стенку, физический смысл критического диаметра изоляции;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы теории конвективного теплообмена и ее связь с физическими свойствами жидкости, режимами течения и понятиями о динамическом и тепловом пограничном слое;</li> <li>- физический смысл коэффициента теплоотдачи и его связь с дифференциальным уравнением Ньютона-Рихмана, основы теории подобия и основные критерии, используемые в критериальных уравнениях конвективного теплообмена;</li> <li>- конвективный теплообмен при вынужденном и свободном движении жидкости в трубах, вдоль пластины, при омывании одиночной трубы и пучка труб;</li> <li>- конвективный теплообмен при кипении и конденсации пара;</li> <li>- основные законы теплового излучения и поглощения между телами, влияние экранов и особенности теплообмена в котельных топках;</li> <li>- типы теплообменных аппаратов и основные положения их теплового расчета.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- переводить в систему СИ единицы измерения теплотехнических параметров других систем измерения;</li> <li>- использовать уравнения Клайперона и Клайперона-Менделеева, при определении параметров состояния идеальных газов или их смесей;</li> <li>- использовать аналитическое выражение 1-го закона термодинамики для анализа термодинамических процессов;</li> <li>- рассчитывать средние значения теплоемкостей рабочих тел в рассматриваемом интервале температур при линейной и нелинейной зависимости от температуры;</li> <li>- использовать 2-й закон термодинамики, при анализе циклов тепловых двигателей и холодильных машин;</li> <li>- рассчитывать термодинамические параметры водяного пара, используя <math>i-s</math> диаграмму и таблицы;</li> <li>- определять при истечении рабочих тел их скорости, массовые и объемные расходы, используя уравнение для идеального газа;</li> <li>- пользоваться <math>i-d</math> диаграммой влажного воздуха для определения параметров его состояния;</li> <li>- рассчитывать тепловые потоки теплопроводностью, при граничных условиях 1-го и 3-го рода, выбирать теплоизоляцию с учетом понятия о ее критическом диаметре;</li> <li>- рассчитывать тепловые потоки конвекцией в условиях свободного и вынужденного движения теплоносителей;</li> <li>- осуществлять поверочный и конструктивный тепловой расчет рекуперативных теплообменников;</li> <li>- рассчитывать тепловые потоки при излучении и использовании экранов.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методом исследования – <i>методом круговых процессов</i> при анализе термодинамических циклов;</li> <li>- аналитическими выражениями взаимосвязи параметров со-</li> </ul>
--	--	--

	<p>Раздел 1. Техническая термодинамика</p> <p>Раздел 2. Теплопередача</p>	<p>стояния рабочего тела в основных идеальных процессах;  - аналитическим выражением 1-го закона термодинамики для движущегося потока;  - методикой расчета истечения водяного пара (определения скорости и массового расхода) при критическом режиме;  - алгоритмами теплового поверочного и конструктивного расчета рекуперативных теплообменников на основе критерияльных уравнений теплообмена.</p> <p><b><u>Содержание разделов дисциплины:</u></b></p> <p>Введение. Уравнение состояния идеальных газов. Смесь идеальных газов. Реальные газы. Первый закон термодинамики. Теплоемкость газов и энтропия. Термодинамические процессы идеальных газов. Второй закон термодинамики. Водяной пар и термодинамические процессы. Истечение газов и паров. Дросселирование газов и паров. Влажный воздух. Циклы воздушных компрессоров, двигателей внутреннего сгорания, газотурбинных и паротурбинных установок. Циклы холодильных установок.</p> <p>Основные положения теплопроводности. Стационарная теплопроводность при граничных условиях 1-го рода. Стационарная теплопроводность при граничных условиях 3-го рода и коэффициент теплопередачи. Общие положения о конвективном теплообмене. Конвективный теплообмен при вынужденном и свободном движении жидкости. Теплообмен при изменении агрегатного состояния вещества. Теплообмен излучением. Теплообменные аппараты, их классификация и основы теплового расчета.</p> <p><b>Реализуемые компетенции:</b></p> <p><b>В соответствии с Конвенцией ПДНВ</b>  <b>Функция: Судовые механические установки на уровне эксплуатации 1 Таблица А-III/1</b>  Эксплуатация главных установок и вспомогательных механизмов и связанных с ними систем управления.</p> <p><b>В соответствии с ФГОС</b>  ОПК-1, ОПК-2</p> <p><b>Формы промежуточной аттестации:</b>  Семестр 4 – экзамен, контрольных работ – 1, РГР – 1.</p>
--	---	--

## Пояснительная записка

1. Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок», утвержденного 15.03.2018 г., № 192, учебного плана (утвержден Ученым советом МГТУ 28.02.2019, протокол № 7) в составе ОПОП по направлению подготовки/специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок», направленности (профилю)/специализации «Эксплуатация главной судовой двигательной установки», 2019 года начала подготовки (и требований Конвенции ПДНВ для специальностей в области подготовки членов экипажей морских судов ФГБОУ ВО МГТУ).

### 2. Цели и задачи учебной дисциплины (модуля).

**Целью дисциплины** «Техническая термодинамика и теплопередача» является подготовка обучающегося в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста и рабочим учебным планом специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок», что предполагает освоение обучающимися теоретических знаний в области эксплуатации судовых энергетических установок.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование способности понимать суть тепловых процессов,
- профессионально грамотно ставить и решать задачи получения, преобразования и использования теплоты как рабочего вида энергии в различных технологических процессах и оборудовании СЭУ,
- правильно и эффективно организовывать протекание рабочих процессов с учетом уменьшения объемов вредных выбросов в окружающую среду.

### 3. Требования к уровню подготовки специалиста и планируемые результаты обучения в рамках данной дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»:

**Таблица 2. - Результаты обучения**

№ п/п	Код и содержание компетенции	Соответствие Кодексу ПДНВ	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции (Индикаторы сформированности компетенций)
1.	ОПК-1. ...способностью генерировать новые идеи, выявлять проблемы, связанные с реализацией профессиональных функций, формулировать задачи и намечать пути исследования.	Таблица А-III/1 «Эксплуатация главных установок и вспомогательных механизмов и связанных с ними систем управления»	Компетенция реализуется частично	Знать: - сферы применения основных законов термодинамики и теплопередачи в технике; - основы термодинамического анализа круговых обратимых и необратимых циклов; - основные законы и способы передачи тепловой энергии и механической работы Уметь:

				<ul style="list-style-type: none"> <li>- применять закономерности политропных процессов и круговых циклов для регулировки и настройки теплотехнического оборудования;</li> <li>- делать выводы об эффективности работы теплотехнического оборудования.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методиками расчета и экспериментального определения термодинамических параметров и функций.</li> </ul>
2.	<p>ОПК- 2.</p> <p>...способностью и готовностью к самостоятельному обучению в новых условиях производственной деятельности с умением установления приоритетов для достижения цели в разумное время</p>	<p>Таблица А-III/1 «Несение безопасной машинной вахты»</p>	<p>Компетенция реализуется частично</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физическую сущность преобразования энергий двух типов (тепла и работы), а также условия, при которых эти преобразования наиболее эффективны;</li> <li>- особенности термодинамического метода, включающего какие-либо гипотезы о строении вещества и учитывающего связь рабочего тела с окружающей средой;</li> <li>- термодинамические свойства рабочих тел;</li> <li>- основы тепловых и поверочных расчетов теплообменных аппаратов;</li> <li>- принцип действия и методический материал существующих мультимедийных образовательных устройств для выполнения экспериментальных работ на мобильных смартфонах или персональных компьютерах;</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать термодинамические процессы с позиций всеобщего закона сохранения энергии;</li> </ul>



				<ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать параметры термодинамических процессов и эффективность циклов;</li> <li>- управлять работой мультимедийных устройств в процессе выполнения экспериментов.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методом исследования круговых процессов;</li> <li>- методом поверочного расчета теплообменных аппаратов;</li> <li>- компьютерными методиками, например, с использованием языка программирования высокого уровня <a href="#">AppGameKit</a>, заложенного в интерактивном лабораторном практикуме, для количественного анализа углекислого газа и определения точки его фазового перехода.</li> </ul>
--	--	--	--	--

#### 4. Структура и содержание учебной дисциплины (модуля)

**Таблица 3 - Распределение учебного времени дисциплины**

**Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа), для очной формы и 4 зачетные единицы (144 часа) для заочной формы.**

Вид учебной нагрузки	Распределение трудоемкости дисциплины по формам обучения											
	Очная				Очно-заочная				Заочная			
	Семестр			Всего часов	Семестр			Всего часов	Семестр/Курс			Всего часов
		4							2			
Лекции		32		32					10			10
Практические работы		16		16					2			2
Лабораторные работы		16		16					2			2
Самостоятельная работа		44		44					121			121
Подготовка к промежуточной аттестации		36		36					9			9

Всего часов по дисциплине		144		144						144			144
---------------------------	--	-----	--	-----	--	--	--	--	--	-----	--	--	-----

Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

Экзамен		+								+			
Зачет		-								-			
Курсовая работа (проект)		-								-			
Количество расчетно-графических работ		1								-			
Количество контрольных работ		-								1			
Количество рефератов		-								-			
Количество эссе		-								-			

Таблица 4 - Содержание разделов дисциплины (модуля), виды работы

Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной работы по формам обучения												
	Очная				Очно-заочная				Заочная				
	Л	ЛР	ПР	СР	Л	ЛР	ПР	СР	Л	ЛР	ПР	СР	
Раздел 1.													
Тема 1– основные термодинамические параметры состояния, понятие о системе, процессе, работе, теплоте и равновесии.	1	0,5	0,5										2
Тема 2– уравнения состояния газов (идеальных, реальных и смесей).	1	0,5	0,5						0,5				2
Тема 3– первый закон термодинамики, его аналитическое выражение, понятия о внутренней энергии, энтальпии, обратимости и необратимости процессов.	1		0,5	3					1		0,5		4
Тема 4– теплоемкость газов, энтропия и тепловая $T_s$ диаграмма.	1	1	0,5						0,5	0,5			4
Тема 5– основные процессы идеальных газов и анализ политропных процессов.	1	1	0,5	3					0,5				6
Тема 6– второй закон термодинамики и его связь с круговыми процессами и	1	1	0,5	3					1		0,5		6

циклом Карно, понятия о термическом к. п. д. и холодильном коэффициенте циклов, эксергии, абсолютной термодинамической температуре, математическое выражение закона.												
Тема 7– водяной пар и его основные параметры во влажном и сухом состоянии, таблицы и диаграммы насыщенного пара.	1	0,5	0,5	3					0,5			4
Тема 8– основные процессы водяного пара и метод их исследования.	1	0,5	0,5						0,5			4
Тема 9– истечение газов и паров с позиции первого закона термодинамики, уравнение для потока, понятие о располагаемой работе при истечении.	1	0,5	0,5	3								6
Тема 10– адиабатное истечение идеальных газов и анализ уравнения массового расхода, понятия о критических параметрах и скорости, случаи истечения из суживающегося канала и комбинированного сопла Лаваля.	1	0,5	0,5	3					0,5	0,5		4
Тема 11– дросселирование газов и паров, уравнение процесса, эффект Джоуля-Томсона, понятие об инверсии.	0,5		0,5									2
Тема 12– влажный воздух и его основные параметры, <i>id</i> диаграмма.	0,5		0,5	3								4
Тема 13– циклы воздушных компрессоров, понятие о работе сжатия, объемном к. п. д. и технической работе компрессора, определение работы на привод.	1		0,5						0,5			4



теплообмен при вынужденном движении жидкости в трубах и вдоль пластин.												
Тема 23 - конвективный теплообмен при вынужденном движении жидкости, омывающей одиночную трубу или пластину.	1	2	0,5									4
Тема 24 - конвективный теплообмен при вынужденном движении жидкости, омывающей пучок труб; основы теплового расчета рекуперативных теплообменников.	3	3	2	3					0,5	0,5		6
Тема 25 - конвективный теплообмен при свободном движении жидкости, омывающей одиночную трубу или пластину.	1	1	0,5						0,5			4
Тема 26– теплообмен при кипении и конденсации воды.	1	1	0,5	3								4
Тема 27– общие сведения о тепловом излучении и поглощении энергии, основные показатели этих процессов; законы Планка, Стефана-Больцмана, Кирхгофа и Ламберта.	1		0,5						0,5			4
Тема 28– теплообмен излучением между параллельными пластинами и телами, находящимися друг в друге.	1											2
Тема 29– влияние экранов на лучистый теплообмен, излучение газов и понятие о сложном теплообмене.	1			2								3
<b>Итого:</b>	32	16	16	44					10	2	2	121

**Таблица 5. - Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины (модуля), и видов занятий с учетом форм текущего контроля**

Перечень компетенций	Виды занятий								Формы текущего контроля
	Л	ЛР	ПР	КР/КП	р	к/р	РГР	СР	
ОПК 1	+	+	+			+	+	+	Защита лабораторных работ, контрольная работа, расчетно-графическая работа, проверка конспекта
ОПК 2	+	+	+			+	+	+	Защита лабораторных работ, контрольная работа, расчетно-графическая работа, проверка конспекта

Примечание: Л – лекции, ЛР – лабораторные работы, ПР – практические работы, КР/КП – курсовая работа (проект), р – реферат, к/р – контрольная работа, э - эссе, СР – самостоятельная работа, РГР – расчетно-графическая работа

**Таблица 6. - Перечень лабораторных работ**

№ п\п	Темы лабораторных работ	Количество часов		
		Очная	Очно-заочная	Заочная
1	2	3	4	5
1	Изучение конструкции приборов, схем измерения параметров состояния и расхода рабочих тел, включая интерактивную виртуальную лабораторию.	0,5		
2	Определение газовой постоянной воздуха	0,5		
3	Определение объёмной изобарной теплоёмкости воздуха	0,5		0,25
4	Определение показателя адиабаты воздуха	0,5		0,25
5	Исследование изохорного процесса с использованием виртуальной лаборатории и языка программирования высокого уровня <a href="#">AppGameKit</a> .	1		
6	Исследование политропного процесса при истечении газа через сужающееся сопло	3		0,25
7	Определение термодинамических свойств углекислого газа, воды и водяного пара, с использованием виртуальной лаборатории.	1		0,25
8	Термодинамический анализ	1		

	превращения теплоты в работу в ДВС			
9	Определение коэффициента теплопроводности твердых материалов с использованием виртуальной лаборатории.	1		
10	Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала методом трубы и с использованием виртуальной лаборатории.	2		0,25
11	Исследование теплоотдачи от горизонтально расположенных стержней	1		0,25
12	Определение коэффициента теплоотдачи от вертикального цилиндра при естественной конвекции	1		0,25
13	Исследование теплоотдачи при кипении воды	1		
14	Исследование теплоотдачи в водяном теплообменнике	2		0,25

**Таблица 7. - Перечень практических работ**

№ п\п	Темы практических работ	Количество часов		
		Очная	Очно-заочная	Заочная
1	Основные термодинамические параметры состояния, уравнение состояния идеального газа, понятие о системе, процессе, работе, теплоте и равновесии.	0,5		
2	Первый закон термодинамики, его аналитическое выражение, понятия о внутренней энергии, теплоемкости, энтальпии, обратимости и необратимости процессов	1		
3	Основные процессы идеальных газов и анализ политропных процессов; второй закон термодинамики, понятия о термическом к. п. д. и холодильном коэффициенте циклов, эксергии, абсолютной термодинамической температуре.	1		
4	Водяной пар и его основные параметры, таблицы и диаграммы насыщенного пара; основные процессы водяного пара.	0,5		
5	Адиабатное истечение газов и	1		

	паров с позиции первого закона термодинамики, уравнения массового расхода, понятия о критических параметрах и скорости, случаи истечения из суживающегося канала и комбинированного сопла Лаваля.			
6	Дросселирование; влажный воздух и его основные параметры, <i>id</i> диаграмма.	0,5		
7	Циклы воздушных компрессоров, понятие о работе сжатия, объемном к. п. д. и технической работе компрессора, определение работы на привод.	0,5		0,25
8	Циклы ДВС и сравнение их термической эффективности	1		0,5
9	Циклы газотурбинных и паротурбинных установок, сравнение термической эффективности.	1		0,25
10	Основной закон теплопроводности, гипотеза Фурье, понятие о температурном поле, градиенте температур и граничных условиях, дифференциальное уравнение теплопроводности.	0,5		
11	Стационарная теплопроводность при граничных условиях 1-го рода через плоские, цилиндрические и сферические многослойные поверхности.	0,5		
12	Передача тепла при граничных условиях 3-го рода через плоские, цилиндрические и сферические многослойные поверхности.	1		0,25
13	Критический диаметр изоляции, интенсификация теплопередачи и передача тепла через ребристую стенку.	0,5		0,25
14	Конвективный теплообмен при вынужденном движении жидкости в трубах и вдоль пластин.	1		
15	Конвективный теплообмен при вынужденном движении жидкости, омывающей одиночную трубу или пластину.	0,5		
16	Конвективный теплообмен при вынужденном движении жидкости, омывающей пучок труб; основы теплового расчета реку-	2		0,25



	перативных теплообменников.			
17	Конвективный теплообмен при свободном движении жидкости, омывающей одиночную трубу или пластину.	0,5		0,25
18	Теплообмен при кипении и конденсации воды.	0,5		
19	Общие сведения о тепловом излучении и поглощении энергии, основные показатели этих процессов; законы Планка, Стефана-Больцмана, Кирхгофа и Ламберта.	0,5		
20	Теплообмен излучением между параллельными пластинами и телами, находящимися друг в друге.	1		
21	Влияние экранов на лучистый теплообмен, излучение газов, сложный теплообмен.	0,5		

## 5. Перечень примерных тем курсовой работы /проекта

Курсовая работа/проект не предусмотрены

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)

1. Нечаев Е.П., Петров А.И. Лабораторный практикум по технической термодинамике и теплопередаче: Учебное пособие для учащихся в высших учебных заведениях, обучающихся по направлению 26.00.00 «Техника и технологии кораблестроения и водного транспорта» по специальности 26.05.06 – «Эксплуатация судовых энергетических установок» / Е.П. Нечаев, А.И. Петров – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2016. – 187 с.

2. Интерактивная лаборатория термодинамики как эффективное средство имитационного обучения.

[www.habr.com/ru/post/470011/](http://www.habr.com/ru/post/470011/)

3. Журнал лабораторных работ по дисциплине «Техническая термодинамика и теплопередача». Мурманск: Изд. МГТУ, 2016, - 32с.

Бухмиров В.В., Щербакова Г.Н., Пекунова А.В. Теоретические основы теплотехники в примерах и задачах. Учеб. пособие / ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2013. – 128с.

## **7. Фонд оценочных средств является компонентом ОП, разрабатывается в форме отдельного документа и включает в себя:**

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### *Основная литература*

- 1.Петров А.И. Техническая термодинамика и теплопередача: учебное пособие для обучающихся в высших учебных заведениях, по специальности 26.05.06 – «Эксплуатация судовых энергетических установок» / А.И. Петров – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2021. – 212 с.
2. Бухмиров В.В., Щербакова Г.Н., Пекунова А.В. Теоретические основы теплотехники в примерах и задачах. Учеб. пособие / ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2013. – 128с.
3. Техническая термодинамика и теплопередача. Учеб. пособие для неэнергетических специальностей вузов/ В.В. Нащокин. Изд. «Аз-бук», 2008. - 469с.: ил.
4. Теплотехника. Учеб. для вузов/В.Н. Луканин, М.Г. Шатров, Г.М. Камфер и др.; под ред. В.Н. Луканина – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2000. - 671с.: ил.
5. Сборник задач по технической термодинамике. Учеб. пособие для студентов высших учеб. Заведений, обучающихся по направлению «Теплоэнергетика» и «Техническая физика»/ Т.Н. Андрианова, Б.В. Дзампов, В.Н. Зубарев и др..Изд. МЭИ, Москва, 2000. - 352с.

### *Дополнительная литература*

1. Техническая термодинамика и теплопередача. Учебник для вузов/Л.В. Арнольд, Г.А. Михайловский, В.М. Селиверстов. Москва, Высшая школа, 1980. – 469с.
2. Термодинамические свойства воды и водяного пара. Справочник. Москва, Энергия, 1980. - 423с
3. Сборник задач по технической термодинамике. Учеб. пособие для техникумов/О.М. Рабинович. Москва «Альянс», 2013. – 343с.

## **9. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Интерактивная лаборатория термодинамики как эффективное средство имитационного обучения.  
[www.habr.com/ru/post/470011/](http://www.habr.com/ru/post/470011/)
2. Техническая термодинамика и теплопередача (видео).  
<https://clck.ru/VKr3R>
3. Основы теории теплообмена (видео).  
<https://clck.ru/VKrZR>

---

---

## **10. Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем, реквизиты подтверждающего документа.**

1. Операционная система Microsoft Windows XP Professional ver 2002 Service Pack 3, лицензия №44335756 от 29.07.2008 г. (договор №32/379 от 14.07.08 г.)
2. Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.2009 (договор 32/224 от 14.0.2009г.)

## 11. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

**Таблица 8. - Материально-техническое обеспечение**

№ п./п.	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	<p><b>133В Лаборатория термодинамики и теплопередачи.</b> Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации</p>	<p>Помещение оборудовано: 10 столов для учащихся, 20 посадочных места, переносное проекционное оборудование: мультимедиа проектор Epson EB-X12 HDMI, Ноутбук ASUS F80 Lseries.</p>
2.	<p><b>133 В. Лаборатория термодинамики и теплопередачи.</b> Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Учебные образцы приборов для измерения параметров состояния и расходов рабочих сред.</li> <li>2. Установка для определения газовой постоянной воздуха.</li> <li>3. Установка для определения объемной изобарной теплоемкости воздуха.</li> <li>4. Установка для определения показателя адиабаты воздуха.</li> <li>5. Установка для исследования изохорного процесса.</li> <li>6. Установка для исследования политропного процесса истечения воздуха через суживающийся канал.</li> <li>7. Установка для определения термодинамических свойств воды и водяного пара.</li> <li>9. Установка для определения теплопроводности твердых материалов ИТЛ-400.</li> <li>10. Установка для определения теплопроводности теплоизоляционных материалов.</li> <li>11. Установка для определения теплоотдачи от горизонтально расположенных металлических стержней.</li> <li>12. Установка для определения коэффициента теплоотдачи от вертикально расположенной трубы.</li> <li>13. Установка для исследования теплоотдачи при кипении воды.</li> <li>14. Установка для исследования теплопередачи в рекуперативном теплообменнике.</li> </ol>
3.	<p><b>130В Лаборатория СДВС</b> Учебная аудито-</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>15. Установка для проведения анализа превращения теплоты в работу в ДВС.</li> </ol>

	рия для проведения лабораторных занятий	16. Интерактивная лаборатория термодинамики как эффективное средство имитационного обучения. <a href="http://www.habr.com/ru/post/470011/">www.habr.com/ru/post/470011/</a>
--	---	--

**Таблица 9. - Технологическая карта текущего контроля и промежуточной аттестации (промежуточная аттестация - экзамен)**

№	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения (недели сдачи)
		min	max	
<b>Текущий контроль</b>				
1.	Выполнение лабораторных работ: проведение экспериментов, оформление + защита - 2 балла; оформление + защита 1.3 балла.	8	12	по расписанию
2.	Практические занятия: выполнение задания в срок (на занятии) – 2 балла; выполнение задания не в срок – 1,7 балла.	20	24	по расписанию
3.	Реферат (эссе) – не предусмотрен	-	-	
4.	Тестовый контроль – не предусмотрен	-	-	
5.	РГР: выполнение в срок – 20 баллов; выполнение не в срок – 17 баллов	17	20	12-я неделя
6.	Курсовой проект (работа) – не предусмотрен	-	-	
7.	Контрольные работы: отлично – 10 баллов; хорошо – 9 баллов; удовлетворительно – 8 баллов.	8	10	9-я неделя
8.	Посещение занятий: не менее 75% - 10 баллов; не менее 50% - 5 баллов.	5	10	
9.	Своевременная сдача контрольных точек: в срок – 4 балла; не в срок – 2 балла.	2	4	
10.	Другие контрольные точки – не предусмотрены	-	-	
	<b>ИТОГО</b>	min - 60	max - 80	
<b>Промежуточная аттестация</b>				
	<b>Экзамен</b>	min – 10	max - 20	
	Оценка «5» - 20 баллов Оценка «4» - 15 баллов Оценка «3» - 10 баллов			
	<b>ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>min - 70</b>	<b>max - 100</b>	
	<b>Итоговая оценка</b> определяется по итоговым баллам за дисциплину и складывается из баллов, набранных в ходе текущего контроля (итога за работу в семестре) и промежуточной аттестации (экзамен) <b>Шкала баллов для определения итоговой оценки:</b> 91 - 100 баллов - оценка «5» 81-90 баллов - оценка «4» 70- 80 баллов - оценка «3» 69 и менее баллов - оценка «2» <b>Итоговая оценка</b> проставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку обучающегося			

**Таблица 10. - Технологическая карта текущего контроля и промежуточной аттестации (промежуточная аттестация – «зачет»)**

Не предусмотрен

**Таблица 11 - Технологическая карта промежуточной аттестации (промежуточная аттестация - курсовая работа/проект)**

Курсовая работа/проект не предусмотрены

**Ведомость для фиксирования результатов текущего контроля (промежуточная аттестация – экзамен)**

(заполняется преподавателем в последний рабочий день месяца)

ФИО	Количество баллов					
	Посещение лекций - 4 (9 -12 баллов)	Выполнение практич. работ -12 (36 - 48 баллов)	Подготовка доклада и выступление -1 (5 баллов)	Составление глоссария -1 (4-5 баллов)	Выполнение к/р - 2 (5-10 баллов)	Итого (60-80 баллов)

**Ведомость для фиксирования результатов текущего контроля (промежуточная аттестация – зачет/зачет с оценкой)**

(заполняется преподавателем в последний рабочий день месяца)

ФИО	Количество баллов					
	Посещение лекций - 5 (10 -15 баллов)	Выполнение л/р - 12 (18 -24 баллов)	Защита л/р - 12 (24 -48 баллов)	Составление глоссария -1 (2-3 балла)	Выполнение к/р -2 (5 -10 баллов)	Итого (60-100)