

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Левихин А.А.
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОПЕРЕДАЧА

Направление/специальность подготовки	17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие
Специализация/профиль/программа подготовки	Стрелково-пушечное вооружение
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е1 СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОЕ, АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ И РАКЕТНОЕ ОРУЖИЕ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	5	4	144	68	34	17	17	76	0	0	76	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие

год набора группы: 2025

Программу составили:

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Маламанов Степан Юрьевич, д.ф.-м.н., профессор

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Герлиман Елена Михайловна, старший преподаватель

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Тетерина И.В., к.т.н., доц.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

Е1 СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОЕ, АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ И РАКЕТНОЕ ОРУЖИЕ

Заведующий кафедрой Афанасьев А.С., д.т.н., доц.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОПЕРЕДАЧА

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-2 — Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-2

знания:

основные законы общей физики, математики, общей химии, обеспечивающие понимание общности методов термодинамики для анализа различных явлений, изучение инженерных методов расчета различных термодинамических процессов и циклов тепловых двигателей.;;

умения:

применять методы математического и компьютерного моделирования в теоретических и расчетно-экспериментальных исследованиях,

в процессе профессиональной деятельности.;

навыки:

- применять физико-математический аппарат, методы математического и компьютерного моделирования, а также программного инструментария для решения технических задач

- составлять расчетных схем тепловых систем.;;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОПЕРЕДАЧА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ВНУТРЕННЯЯ БАЛЛИСТИКА, ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ, ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ, ПРОЧНОСТНЫХ И ТЕПЛОВЫХ ЗАДАЧ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-2 — Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		
3	5	Раздел 1. Введение, историческая справка. Основные понятия и определения. Термодинамическая система, рабочее тело, ТД параметры и процессы. Релаксация системы. Идеальный газ, термическое уравнение состояния идеального и реального газов. Физические параметры газа. Смеси газов. Уравнение Майера.	9	5	2	0	3	4	10
3	5	Раздел 2. Энергообмен термодинамической системы с внешней средой. Энергия, теплота и работа. Первый закон термодинамики. Элементарные процессы. Расчёт параметров процессов. Примеры реальных процессов.	9	5	2	0	3	4	10
3	5	Раздел 3. Второй закон термодинамики. Циклы, их эффективность. Цикл Карно как эталон эффективности преобразования энергии. Понятие энтропии и эксергии систем. Циклы с фазовыми переходами. Цикл холодильных установок.	10	5	2	0	3	5	10
3	5	Раздел 4. Термодинамика потока газа. Первый закон термодинамики для проточных систем. Особенности течения газа по соплам и диффузорам. Сопло Лавалю, принципы ускорения потока газа до сверхзвуковых скоростей. Параметры потока газа на выходе из сопла.	17	8	4	0	4	9	10
3	5	Раздел 5. Анализ эффективности реальных тепловых машин методом циклов. Обобщенный цикл ДВС. Цикл ГТУ. Цикл компрессора. Пути повышения эффективности машин.	18	8	4	0	4	10	10
3	5	Раздел 6. Основы теории теплообмена. Общие понятия. Основные процессы теплообмена: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение. Теплопередача. Общие принципы постановки задачи о теплопередаче.	15	7	4	3	0	8	10
3	5	Раздел 7. Теплопроводность, закон Фурье. Условия однозначности для задач теплопроводности. Стационарная теплопроводность. Уравнение Лапласа в задачах теплопроводности плоской и цилиндрической одно- и многослойной системы, теплопередача через стенку. Теплоизоляция. Нестационарная теплопроводность тел. Уравнение Фурье-Кирхгофа в задачах нестационарной теплопроводности на примере тонкой пластины. Темп изменения температуры тела. Расчёт времени нагрева (охлаждения) тел в зависимости от условий в окружающей среде.	16	7	4	3	0	9	10
3	5	Раздел 8. Конвективный теплообмен. Теплоотдача. Гипотеза Ньютона о теплоотдаче. Понятие о пограничном слое в потоке на поверхности тела. Дифференциальное уравнение теплоотдачи. Внешние и внутренние задачи теплоотдачи. Критерии подобия процессов теплоотдачи, критериальное уравнение теплоотдачи. Постановка задачи о расчёте теплоотдачи. Вынужденная и свободная конвекция подвижной среды. Граничные условия решения и виды критериальных уравнений теплоотдачи в зависимости от условий процесса.	17	8	4	4	0	9	10
3	5	Раздел 9. Теплообмен тепловым излучением. Основные законы излучения. Излучение абсолютно чёрного и серого тела. Излучение в системе реальных тел. Особенности излучения газов. Расчёт теплового потока в системе реальных тел.	17	8	4	4	0	9	10
3	5	Раздел 10. Нестационарный теплообмен. Уравнения нестационарной теплоотдачи. Регулярный и нерегулярный режимы охлаждения. Темп охлаждения.	16	7	4	3	0	9	10
Всего за 5 семестр			144	68	34	17	17	76	100
Всего по дисциплине			144	68	34	17	17	76	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение, историческая справка. Основные понятия и определения.	Идеальный газ, термическое уравнение состояния идеального и реального газов. Физические параметры газа. Смеси идеальных и реальных газов.	3
2	Раздел 2. Энергообмен термодинамической системы с внешней средой.	Аналитическое описание, особенности преобразования энергии, расчёт параметров термодинамических процессов.	3
3	Раздел 3. Второй закон термодинамики. Циклы, их эффективность.	Расчёт параметров и эффективности циклов тепловых машин на примере цикла ДВС.	3
4	Раздел 4. Термодинамика потока газа.	Расчёт параметров газа при течении по соплам и диффузорам. Сопло Лавалю.	4

5	Раздел 5. Анализ эффективности реальных тепловых машин методом циклов.	Расчёт параметров и анализ цикла ГТУ. Кризис работоспособности ГТУ.	4
Всего за 5 семестр			17

3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 6. Основы теории теплообмена.	ЛР-№1. Исследование процесса теплопроводности в металлах методом длинного стержня (метод Фурье).	3
2	Раздел 7. Теплопроводность, закон Фурье. Условия однозначности для задач теплопроводности.	ЛР-№2. Исследование теплопроводности теплоизоляционных материалов методом цилиндрического слоя.	3
3	Раздел 8. Конвективный теплообмен.	ЛР-№3. Исследование конвективной теплоотдачи свободной конвекцией на поверхности цилиндра.	4
4	Раздел 9. Теплообмен тепловым излучением.	ЛР-№4. Исследование теплового излучения в системе реальных тел.	4
5	Раздел 10. Нестационарный теплообмен.	ЛР-№5. Исследование закономерностей нестационарной теплопроводности при охлаждении тел.	3
Всего за 5 семестр			17

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение, историческая справка. Основные понятия и определения.	Подготовка к лекциям и практическим занятиям	4
2	Раздел 2. Энергообмен термодинамической системы с внешней средой.	Подготовка к лекциям и практическим занятиям	4
3	Раздел 3. Второй закон термодинамики. Циклы, их эффективность.	Расчёт параметров и эффективности циклов тепловых машин на примере цикла ДВС.	5
4	Раздел 4. Термодинамика потока газа.	Подготовка к лекциям и практическим занятиям	9
5	Раздел 5. Анализ эффективности реальных тепловых машин методом циклов.	Подготовка к лекциям и практическим занятиям	10
6	Раздел 6. Основы теории теплообмена.	Написание отчёта по ЛР №1	2
7		Подготовка к лекциям	4
8		Подготовка к лабораторной работе № 1	2
9	Раздел 7. Теплопроводность, закон Фурье.	Подготовка к лекциям	4
10	Условия однозначности для задач теплопроводности.	Подготовка к лабораторной работе № 2	3
11		Написание отчёта по ЛР №2	2
12	Раздел 8. Конвективный теплообмен.	Подготовка к лекциям	4
13		Подготовка к лабораторной работе №3	3
14		Написание отчёта по ЛР №3	2
15	Раздел 9. Теплообмен тепловым излучением.	Подготовка к лекциям	4
16		Подготовка к лабораторной работе №4	3
17		Написание отчёта по ЛР №4	2
18	Раздел 10. Нестационарный теплообмен.	Подготовка к лекциям	4
19		Подготовка к лабораторной работе №5	3
20		Написание отчёта по ЛР №5	2
Всего за 5 семестр			76

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
5	Тест	Тест	Тест	Тест	Тест	ДР	Отч. по ЛР		Отч. по ЛР	ДР	Отч. по ЛР		Отч. по ЛР		Отч. по ЛР	ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Тест – тест;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- тест;
- отчет по ЛР.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. В. Сахин. . Основы теплотехники. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.
2. В. В. Сахин. . Основы теплотехники. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 91 экз.
3. В. В. Сахин. . Термодинамика энергетических систем. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, эл. рес.
4. В. В. Сахин. . Теплообмен в однородной среде (теплопередача). СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 76 экз.
5. В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 122 экз.
6. В. В. Сахин, В. П. Шалимов. . Теплопередача. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003, эл. рес.
7. В. В. Сахин, Е. М. Герлиман. . Термодинамика энергетических систем в примерах и задачах. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 241 экз.
8. В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. . Теплопередача. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 86 экз.
9. В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, Н. А. Брыков. . Теплопередача в примерах и задачах. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 84 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
3. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474 — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
4. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
5. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.3. Лабораторные занятия:

1. Лабораторная установка для исследования нестационарной теплопроводности в регулярном режиме охлаждения тела;
2. Лабораторная установка для исследования теплового излучения в системе тел.;
3. Лабораторная установка для исследования теплоотдачи при свободном движении воздуха;
4. Лабораторная установка для исследования теплопроводности длинного стержня;
5. Лабораторная установка для исследования теплопроводности методом трубы.

6.4. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОПЕРЕДАЧА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 17.05.02 *Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-2 Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изложением теоретических основ и физической сущности основных термодинамических процессов и процессов теплообмена, методов их анализа, исследования и расчётов параметров, освоение путей интенсификации тепловых машин, теплообмена и теплоизоляции элементов энергетических установок.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- тест;
- отчет по ЛР.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**76 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 76 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Введение, историческая справка. Основные понятия и определения.		
Подготовка к лекциям и практическим занятиям	В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, Н. А. Брыков. . Теплопередача в примерах и задачах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1) В. В. Сахин. . Основы теплотехники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (1.1, 1.2)	4
Итого по разделу 1		4
Раздел 2. Энергообмен термодинамической системы с внешней средой.		
Подготовка к лекциям и практическим занятиям	В. В. Сахин. . Основы теплотехники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (1.3 - 1.5) В. В. Сахин, Е. М. Герлиман. . Термодинамика энергетических систем в примерах и задачах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1,2)	4
Итого по разделу 2		4
Раздел 3. Второй закон термодинамики. Циклы, их эффективность.		
Расчёт параметров и эффективности циклов тепловых машин на примере цикла ДВС.	В. В. Сахин, Е. М. Герлиман. . Термодинамика энергетических систем в примерах и задачах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (2.1, 2.2) В. В. Сахин. . Основы теплотехники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (2,1 -2.3)	5
Итого по разделу 3		5
Раздел 4. Термодинамика потока газа.		
Подготовка к лекциям и практическим занятиям	В. В. Сахин. . Основы теплотехники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (3) В. В. Сахин, Е. М. Герлиман. . Термодинамика энергетических систем в примерах и задачах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (3.1 - 3.4)	9
Итого по разделу 4		9
Раздел 5. Анализ эффективности реальных тепловых машин методом циклов.		
Подготовка к лекциям и практическим занятиям	В. В. Сахин. . Термодинамика энергетических систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (3.1-3.2) В. В. Сахин, Е. М. Герлиман. . Термодинамика энергетических систем в примерах и задачах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (3.5-3.6)	10
Итого по разделу 5		10
Раздел 6. Основы теории теплообмена.		

Написание отчёта по ЛР №1	В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, Н. А. Брыков. .	2
Подготовка к лекциям	Теплопередача в примерах и задачах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1, 2)	4
Подготовка к лабораторной работе № 1	В. В. Сахин, В. П. Шалимов. . Теплопередача: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003 (1.1 -1.4)	2
Итого по разделу 6		8
Раздел 7. Теплопроводность, закон Фурье. Условия однозначности для задач теплопроводности.		
Подготовка к лекциям	В. В. Сахин, В. П. Шалимов. . Теплопередача: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003 (3, 4)	4
Подготовка к лабораторной работе № 2	В. В. Сахин. . Теплообмен в однородной среде (теплопередача): СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (2)	3
Написание отчёта по ЛР №2		2
Итого по разделу 7		9
Раздел 8. Конвективный теплообмен.		
Подготовка к лекциям	В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (3)	4
Подготовка к лабораторной работе №3	В. В. Сахин. . Теплообмен в однородной среде (теплопередача): СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (3)	3
Написание отчёта по ЛР №3		2
Итого по разделу 8		9
Раздел 9. Теплообмен тепловым излучением.		
Подготовка к лекциям	В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. .	4
Подготовка к лабораторной работе №4	Теплопередача: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (5)	3
Написание отчёта по ЛР №4		2
Итого по разделу 9		9
Раздел 10. Нестационарный теплообмен.		
Подготовка к лекциям	В. В. Сахин. . Теплообмен в однородной среде (теплопередача): СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (5)	4
Подготовка к лабораторной работе №5		3
Написание отчёта по ЛР №5		2
Итого по разделу 10		9

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- тест;
- отчет по ЛР;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Тест

Текущее тестирование с использованием 15 вопросов (список вопросов представлен в УМК дисциплины). Критерии оценивания тестирования:
правильные ответы на менее чем 9 вопросов – не сдано,
правильные ответы более чем на 9 вопросов – сдано.

Отчет по ЛР

Отчёт по лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчёта по лабораторной работе. Отчёт должен содержать: цель ЛР, физическую постановку задачи, математическую модель, результаты исследования, представленные в численном виде и в виде графика, анализа полученных результатов и выводов по ЛР.

Примеры оформления ЛР приведены в УМК.

Защита отчёта проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. В ходе защиты лабораторной работы, обучающиеся должны продемонстрировать культуру речи при изложении своих мыслей, логичность в постановке и изложении материала, необходимые начальные знания по существу обсуждаемой темы.

Оценка защиты работы выставляется по 100 бальной шкале с учётом:

- выполнение лабораторной работы в лаборатории – до 20 баллов,
- оформление пояснительной записки – до 30 баллов,
- защита результатов, ответы на вопросы и их логика, культура речи – до 50 баллов.

ЛР считается зачтенной, если в сумме набрано не менее 80 баллов. В противном случае ЛР считается не зачтенной.

Дифференцированный зачет

Допуск к дифференцированному зачету ставится при условии сдаче всех лабораторных работ. Дифференцированный зачет включает в себя ответ в устной форме на 2 теоретических вопроса и возможного дополнительного вопроса. Перечень вопросов к дифференцированному зачету представлен в УМК дисциплины.

По итогам ответов на вопросы, преподаватель выставляет оценку:

- оценка «зачтено-отлично» - глубокие исчерпывающие знания и творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала; умение свободно решать практические задания (задачи, конкретные ситуации, расчеты и т.п.); логически последовательные, содержательные, полные, правильные и конкретные ответы на все поставленные вопросы (вопросы по теоретическому зачету) и дополнительные вопросы преподавателя; свободное владение основной и дополнительной литературой, рекомендованной учебной программой;
- оценка «зачтено-хорошо» - твердые и достаточно полные знания всего программного материала, правильное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений; последовательные, правильные, конкретные ответы на поставленные вопросы при свободном устранении замечаний по отдельным вопросам; достаточное владение литературой, рекомендованной учебной программой;
- оценка «зачтено-удовлетворительно» - твердые знания и понимание основного программного материала; правильные, без грубых ошибок ответы на поставленные вопросы при устранении

неточностей и несущественных ошибок в освещении отдельных положений при наводящих вопросах преподавателя; недостаточное владение литературой, рекомендованной учебной программой;
- оценка «не зачтено» - неправильные ответы на основные вопросы, грубые ошибки в ответах, непонимание сущности излагаемых вопросов; неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-2	
3	5	Раздел 1. Введение, историческая справка. Основные понятия и определения.	9	5	2	0	3	4	10	Тест
3	5	Раздел 2. Энергообмен термодинамической системы с внешней средой.	9	5	2	0	3	4	10	Тест
3	5	Раздел 3. Второй закон термодинамики. Циклы, их эффективность.	10	5	2	0	3	5	10	Тест
3	5	Раздел 4. Термодинамика потока газа.	17	8	4	0	4	9	10	Тест
3	5	Раздел 5. Анализ эффективности реальных тепловых машин методом циклов.	18	8	4	0	4	10	10	Тест
3	5	Раздел 6. Основы теории теплообмена.	15	7	4	3	0	8	10	Отчет по ЛР
3	5	Раздел 7. Теплопроводность, закон Фурье. Условия однозначности для задач теплопроводности.	16	7	4	3	0	9	10	Отчет по ЛР
3	5	Раздел 8. Конвективный теплообмен.	17	8	4	4	0	9	10	Отчет по ЛР
3	5	Раздел 9. Теплообмен тепловым излучением.	17	8	4	4	0	9	10	Отчет по ЛР
3	5	Раздел 10. Нестационарный теплообмен.	16	7	4	3	0	9	10	Отчет по ЛР
Всего за 5 семестр			144	68	34	17	17	76	100	
Всего по дисциплине			144	68	34	17	17	76	100	

ОПК-2 - Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Чем отличается конвективная теплоотдача с поверхности теплообмена в безграничный поток подвижной среды от теплоотдачи при движении жидкости в трубах и каналах?
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Чем отличаются по своей структуре (по содержанию) критериальные уравнения теплоотдачи в ламинарном и турбулентном режимах движения жидкости относительно поверхности теплообмена?
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Можно ли отнести рабочий процесс газа с переменной теплоёмкостью к политропным процессам?
1. если процесс равновесный.
 2. Да, ограничения на политропность процессов не содержат условия их теплоёмкости.
 3. теплоёмкость политропных процессов должна быть неизменной.
 4. в термодинамике теплоёмкость политропных процессов вообще не рассматривается.
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Является ли процесс при постоянном давлении наиболее работоспособным из политропных процессов?
1. это наиболее работоспособный процесс из перечня политропных процессов.
 2. по работоспособности он не является таковым, уступая только адиабатному процессу.
 3. наиболее работоспособным из перечня политропных процессов является изотермический процесс.
 4. изобарный процесс вообще не совершает работу.
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие из величин являются функциями состояния :
1. работа
 2. температура
 3. внутренняя энергия
 4. энтальпия
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие величины не являются функциями состояния :
1. температура
 2. работа
 3. давление
 4. количество тепла
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор

ответов

Какие критерии подобия относятся к тепловым процессам:

1. Грасгофа
2. Пекле
3. Прандтля
4. Био

№ 8 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что в термодинамике подразумевают под термином "Энергия"?

№ 9 Прочитайте текст и установите соответствие

К каждой позиции, данной в левом столбце подберите соответствующую позицию из правого столбца:

- | | |
|----------------------------|--|
| 1. изохорный процесс | А. процесс, происходящий при постоянной температуре |
| 2. изобарный процесс | Б. процесс, происходящий при постоянной теплоемкости |
| 3. изотермический процесс | В. процесс, происходящий при постоянном давлении |
| 4. политропический процесс | Г. процесс, происходящий при постоянном объеме |
| 5. адиабатический процесс | Д. процесс, происходящий без подвода и отвода тепла |

№ 10 Прочитайте текст и установите соответствие

К каждой позиции, данной в левом столбце подберите соответствующую позицию из правого столбца:

- | | |
|--------------------|--|
| 1. число Пекле | А. безразмерный коэффициент теплоотдачи, связывающий коэффициент теплоотдачи с градиентом температуры в пристенном слое потока |
| 2. число Прандтля | Б. характеризует соотношение способности тела отдавать тепло с поверхности к способности тела проводить тепло |
| 3. число Фурье | В. связывает скорость изменения температуры во времени с физическими свойствами тела и его размерами |
| 4. число Био | Г. характеризует физические свойства среды, является мерой подобия скоростных и температурных полей |
| 5. число Нуссельта | Д. характеризует соотношение количеств тепла, передаваемого в жидкости путем теплопроводности и путем конвекции |

№ 11 Прочитайте текст и установите последовательность

Применение теории подобия состоит из следующих этапов:

1. приравнивание критериев подобия "натуры" и "модели"
2. запись исходной системы уравнений
3. приведение уравнений к безразмерному виду
4. введение характеристических масштабов

№ 12 Прочитайте текст и установите последовательность

Внутренняя энергия, в том числе, характеризует последовательность перехода из одного состояния термодинамической системы в другое:

1. кинетическая энергия вращательного движения
2. кинетическая энергия колебательного движения
3. кинетическая энергия поступательного движения
4. переход электронов на высшие уровни

№ 13 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Осуществляется ли теплопроводность переносом теплоты молями вещества?

1. молями; без переноса массы.
2. на элементарном уровне молекулярной структуры.
3. флюидами теплорода.
4. квантами энергии.

№ 14 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Как осуществляется конвекция теплоты ?

1. на уровне колебаний молекулярной структуры.
2. это перенос теплоты при движении массы вещества.
3. процесс в природе не встречается.
4. перенос теплоты квантами энергии.