

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

Юнаков Л. П.
(подпись) ФИО
«___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ

Направление/специальность подготовки	15.03.01 Машиностроение
Специализация/профиль/программа подготовки	Машины и технология обработки металлов давлением
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
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	6	3	108	51	17	17	17	57	0	0	57	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

15.03.01 Машиностроение

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Тетерина Ирина Владимировна, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой

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

Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Заведующий кафедрой Нестеров Н.И., к.т.н., доц.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ

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-1 — способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-1

знания:

Теоретические основы использования закономерностей основных процессов теплообмена;

Методы анализа и расчётов параметров процессов теплообмена, особенности расчёта теплопередачи при движении теплоносителя в каналах, пути интенсификации теплообмена и теплоизоляции;

Особенности расчёта теплообмена при большой скорости теплоносителей и при наличии их химического превращения или фазового перехода;

умения:

Разрабатывать физические схемы и математические модели процессов теплообмена;

Разрешать математические модели процессов теплопередачи, выделяя из них основные и второстепенные, определять их тип, характерные параметры, взаимосвязь их характеристик;

навыки:

Анализировать процессы теплообмена в энергетических установках, использовать принципы теплоизоляции или интенсификации энергетических устройств оценкой их эффективности и анализом путей повышения эффективности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *15.03.01 Машиностроение*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИКА, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ТЕОРИЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ, ШТАМПЫ ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКИ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности
- ОПК-10 — Способен контролировать и обеспечивать производственную и экологическую безопасность на рабочих местах
- ОПК-3 — Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических и социальных ограничений на всех этапах жизненного уровня
- ОПК-4 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил
- ОПК-6 — Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий
- ПСК-1.15 — способен разрабатывать мероприятия по снижению производственных затрат и улучшению условий труда
- УК-6 — Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 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		ОПК-1
3	6	Раздел 1. Основные понятия и определения. Понятие термодинамической системы, рабочего тела и термодинамических параметров Идеальный газ, уравнение состояния идеального и реального газов.	9	4	1	0	3	5	10
3	6	Раздел 2. Энергообмен термодинамической системы с внешней средой. Понятие энергии, теплоты и работы. Первый закон термодинамики Элементарные процессы. Расчёт параметров процессов.	10	5	2	0	3	5	10
3	6	Раздел 3. Второй закон термодинамики. Циклы и их эффективность. Цикл Карно. Понятие энтропии и эксергии Циклы с фазовыми переходами.	9	4	1	0	3	5	10
3	6	Раздел 4. Термодинамика потока газа. Первый закон термодинамики для проточных систем Особенности течения газа по соплам и диффузорам. Сопло Лаваля.	12	6	2	0	4	6	10
3	6	Раздел 5. Анализ эффективности реальных тепловых машин методом циклов. Обобщённый цикл ДВС. Цикл ГТУ Пути повышения эффективности машин.	11	5	1	0	4	6	10
3	6	Раздел 6. Основы теории теплообмена. Общие понятия. Основные процессы теплообмена: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение Теплопередача. Общие принципы постановки задачи о теплопередаче.	10	4	2	2	0	6	10
3	6	Раздел 7. Теплопроводность. Закон Фурье. Стационарная теплопроводность. Теплопередача через стенку. Теплоизоляция Нестационарная теплопроводность тел. Уравнение Фурье-Кирхгофа в задачах нестационарной теплопроводности на примере тонкой пластины.	11	5	1	4	0	6	10
3	6	Раздел 8. Конвективный теплообмен. Теплоотдача. Гипотеза Ньютона о теплоотдаче. Критерии подобия процессов теплоотдачи Постановка задачи о расчёте теплоотдачи. Вынужденная и свободная конвекция подвижной среды.	11	5	2	3	0	6	10
3	6	Раздел 9. Теплообмен тепловым излучением. Основные законы излучения. Излучение абсолютно чёрного и серого тела Особенности излучения газов. Расчёт теплового потока в системе реальных тел.	12	6	2	4	0	6	10
3	6	Раздел 10. Общая постановка и решение задачи о теплопередаче. Анализ влияния различных начальных параметров на интенсивность теплопередачи Интенсификация теплопередачи оребрением поверхности теплообмена.	13	7	3	4	0	6	10
Всего за 6 семестр			108	51	17	17	17	57	100
Всего по дисциплине			108	51	17	17	17	57	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. 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 и 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 Лаваля	4
5	Раздел 5. Анализ эффективности реальных тепловых машин методом циклов.	Расчёт параметров и анализ цикла ГТУ. Кризис работоспособности ГТУ	4
Всего за 6 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)	2
2	Раздел 7. Теплопроводность. Закон Фурье.	ЛР №2. Исследование теплопроводности теплоизоляционных материалов методом цилиндрического слоя	2
3		ЛР №3. Исследование закономерностей нестационарной теплопроводности при охлаждении тел.	2
4	Раздел 8. Конвективный теплообмен.	ЛР №4. Исследование конвективной теплоотдачи свободной конвекцией на поверхности цилиндра	3
5	Раздел 9. Теплообмен тепловым излучением.	ЛР №5. Исследование теплового излучения в системе реальных тел	4
6	Раздел 10. Общая постановка и решение задачи о теплопередаче.	ЛР №6. Исследование теплопередачи через цилиндрический слой теплоизоляции.	4
Всего за 6 семестр			17

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основные понятия и определения.	Подготовка к лекциям и практическим занятиям.	5
2	Раздел 2. Энергообмен термодинамической системы с внешней средой.	Подготовка к лекциям и практическим занятиям. Выполнение домашнего задания	5
3	Раздел 3. Второй закон термодинамики. Циклы и их эффективность.	Подготовка к лекциям и практическим занятиям. Выполнение домашнего задания	5
4	Раздел 4. Термодинамика потока газа.	Подготовка к лекциям и практическим занятиям. Выполнение домашнего задания	6
5	Раздел 5. Анализ эффективности реальных тепловых машин методом циклов.	Подготовка к лекциям и практическим занятиям. Выполнение домашнего задания	6
6	Раздел 6. Основы теории теплообмена.	Подготовка к лекциям. Подготовка к лабораторной работе № 1, написание отчёта по лабораторной работе.	6
7	Раздел 7. Теплопроводность. Закон Фурье.	Подготовка к лекциям. Подготовка к лабораторным работам № 2–3, написание отчёта по лабораторной работе.	6
8	Раздел 8. Конвективный теплообмен.	Подготовка к лекциям. Подготовка к лабораторной работе №4 и написание отчета по лабораторной работе	6
9	Раздел 9. Теплообмен тепловым излучением.	Подготовка к лекциям. Подготовка к лабораторной работе №5 и написание отчета по лабораторной работе.	6
10	Раздел 10. Общая постановка и решение задачи о теплопередаче.	Подготовка к лекциям. Подготовка к лабораторной работе №6 и написание отчета по лабораторной работе	6
Всего за 6 семестр			57

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
6	ОС				Отч. по ЛР	ДР		Отч. по ЛР, ДЗ	ДР			Отч. по ЛР			Отч. по ЛР	ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ОС – устный опрос студентов;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- ДЗ – домашнее задание;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- устный опрос студентов;
- отчет по ЛР;
- домашнее задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Термодинамика энергетических систем. Кн. 1 Термодинамика гомогенных и гетерогенных систем. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 215 экз.
2. В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Термодинамика энергетических систем. Кн. 1 Термодинамика гомогенных и гетерогенных систем. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, эл. рес.
3. В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Термодинамика энергетических систем. Кн. 2 Техническая термодинамика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, эл. рес.
4. В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Термодинамика энергетических систем. Кн. 2 Техническая термодинамика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 215 экз.
5. В. В. Сахин, В. П. Шалимов. . Теплопередача. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003, 114 экз.
6. В. В. Сахин, Е. М. Герлиман. . Термодинамика энергетических систем в примерах и задачах. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 241 экз.
7. В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. . Теплопередача. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 86 экз.
8. В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. . Теплопередача. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, эл. рес.
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.
10. Е. М. Герлиман, А. В. Ефремов, В. В. Сахин. . Проектный расчёт теплообменного аппарата. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022, 43 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, Н. А. Брыков. . Основы теплотехники. Теплопередача. СПб.: НИЦ АРТ, 2021, 1 экз.

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 — Библиотечно-издательский центр БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

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 **ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *15.03.01 Машиностроение*. 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-1 способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теоретическими основами и навыками использования закономерностей превращения энергии при анализе параметров и эффективности теплотехнических устройств и технологических процессов; при определении параметров и свойств индивидуальных веществ и сложных рабочих тел; теоретическими основами и физической сущностью основных процессов теплообмена, методов их анализа и расчётов параметров, путей интенсификации теплообмена и теплоизоляции в теплотехнических устройствах и технологических процессах.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- устный опрос студентов;
- отчет по ЛР;
- домашнее задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 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. Основные понятия и определения.		
Подготовка к лекциям и практическим занятиям.	В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Термодинамика энергетических систем. Кн. 1 Термодинамика гомогенных и гетерогенных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (введение, глава 1) В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Термодинамика энергетических систем. Кн. 1 Термодинамика гомогенных и гетерогенных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (введение, глава 1)	5
Итого по разделу 1		5
Раздел 2. Энергообмен термодинамической системы с внешней средой.		
Подготовка к лекциям и практическим занятиям. Выполнение домашнего задания	В. В. Сахин, Е. М. Герлиман. . Термодинамика энергетических систем в примерах и задачах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (все главы)	5
Итого по разделу 2		5
Раздел 3. Второй закон термодинамики. Циклы и их эффективность.		
Подготовка к лекциям и практическим занятиям. Выполнение домашнего задания	В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Термодинамика энергетических систем. Кн. 1 Термодинамика гомогенных и гетерогенных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (глава 2-3) В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Термодинамика энергетических систем. Кн. 1 Термодинамика гомогенных и гетерогенных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (глава 2-3)	5
Итого по разделу 3		5
Раздел 4. Термодинамика потока газа.		
Подготовка к лекциям и практическим занятиям. Выполнение домашнего задания	В. В. Сахин, В. П. Шалимов. . Теплопередача: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003 (главы 1-3)	6
Итого по разделу 4		6
Раздел 5. Анализ эффективности реальных тепловых машин методом циклов.		
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 (все главы)	6

Выполнение домашнего задания	В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Термодинамика энергетических систем. Кн. 2 Техническая термодинамика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (все главы) В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Термодинамика энергетических систем. Кн. 2 Техническая термодинамика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (все главы)	
Итого по разделу 5		6
Раздел 6. Основы теории теплообмена.		
Подготовка к лекциям. Подготовка к лабораторной работе № 1, написание отчёта по лабораторной работе.	В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. . Теплопередача: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (все главы) В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. . Теплопередача: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (все главы)	6
Итого по разделу 6		6
Раздел 7. Теплопроводность. Закон Фурье.		
Подготовка к лекциям. Подготовка к лабораторным работам № 2–3, написание отчёта по лабораторной работе.	В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, Н. А. Брыков. . Основы теплотехники. Теплопередача: СПб.: НИЦ АРТ, 2021 (все главы)	6
Итого по разделу 7		6
Раздел 8. Конвективный теплообмен.		
Подготовка к лекциям. Подготовка к лабораторной работе №4 и написание отчета по лабораторной работе	В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. . Теплопередача: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (все главы)	6
Итого по разделу 8		6
Раздел 9. Теплообмен тепловым излучением.		
Подготовка к лекциям. Подготовка к лабораторной работе №5 и написание отчета по лабораторной работе.	В. В. Сахин, В. П. Шалимов. . Теплопередача: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003 (все главы)	6
Итого по разделу 9		6
Раздел 10. Общая постановка и решение задачи о теплопередаче.		
Подготовка к лекциям. Подготовка к лабораторной работе №6 и написание отчета по лабораторной работе	Е. М. Герлиман, А. В. Ефремов, В. В. Сахин. . Проектный расчёт теплообменного аппарата: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (глава 5)	6
Итого по разделу 10		6

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- устный опрос студентов;
- домашнее задание;
- 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.

Устный опрос студентов

Студенту задаются 3 вопроса по разделу дисциплины. Для успешной аттестации необходимо правильно ответить не менее, чем на 2 вопроса. Студент должен показать владение теоретической информацией, полученной на лекционных занятиях и в рамках самостоятельной работы; ответ должен быть содержательным и аргументированным.

Список вопросов для устного опроса приведен в УМК дисциплины.

Домашнее задание

Задачи, решаемые студентом при выполнении задания: определение параметров поставленной задачи, обзор состояния вопроса, разработка математической модели и выбор метода её решения, выполнение расчётов, разработка графической части пояснительной записки, подготовка доклада, работа над контрольными вопросами.

Пояснительная записка к домашнему заданию представляется в печатном виде с использованием редактора Word.

Критерии оценивания (в 100-бальной системе):

- правильный расчёт, оформление результатов в соответствии с требованиями и их защита – 100 баллов, Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от 50 до 20 являются:
- неуверенная защита результатов расчёта – 20;
- неполный или отсутствующий перечень выводов и предложений по содержанию задания – 30;
- небрежное выполнение пояснительной записки – 30,
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба графиков, отсутствие указания единиц измерения на графиках) – 30.

Требования к защите ДЗ: защита ДЗ осуществляется на уровне собеседования с преподавателем в свободной форме “вопрос - ответ”. Перечень контрольных вопросов прилагается к заданию .

Вес контрольных этапов выполнения ДЗ:

- активность и самостоятельность в ходе выполнения – 25%;
- оформление пояснительной записки – 15%;
- своевременное выполнение ДЗ по графику контрольных мероприятий – 20%;
- уровень защиты результатов, ответов на контрольные вопросы – 50%.

При наборе выше 75% домашнее задание считается выполненным.

Перечень тем и варианты домашнего задания представлены в составе УМК дисциплины.

Отчет по ЛР

Допуск к выполнению ЛР происходит при представлении студентом в письменном виде описания, содержащего постановку задачи лабораторной работы, план выполнения лабораторной работы и цели предлагаемого исследования и в форме устного собеседования по тематике лабораторной работы. Ответы на более чем 50% вопросов является допуском к лабораторной работе.

Отчет по лабораторной работе представляется в печатном виде в формате и 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. Основаниями для доработки могут служить:

- небрежное выполнение,
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках),

Отчет не может быть принят и подлежит переработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала,
- некорректной обработки результатов расчетов.

Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Процедура защиты включает ответы на вопросы преподавателя по работе и разделу курса. 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 – 20 баллов,
- оформление пояснительной записки – 30 баллов,
- защита результатов, ответы на вопросы и их логика, культура речи – 50 баллов.

Зачет по данной лабораторной работе обучающийся получает при наборе не менее 70 баллов.

Примеры выполненных ЛР приведены в УМК дисциплины.

Дифференцированный зачет

Дифференцированный зачет проходит в форме устных ответов обучающегося на 2 вопроса билета к дифференцированному зачету.

Используются следующие критерии оценивания результатов дифференцированного зачета:

- уверенный ответ на оба вопроса – зачтено-отлично;
- уверенный ответ на один из вопросов с дополнительным собеседованием по второму – зачтено-хорошо;
- неуверенный ответ на оба вопроса с дополнительным собеседованием по их тематике – зачтено-удовлетворительно;
- неуверенный ответ и не готовность к собеседованию по темам билета – не зачтено.

Комплект билетов приведён в УМК дисциплины.

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-1	
3	6	Раздел 1. Основные понятия и определения.	9	4	1	0	3	5	10	Устный опрос студентов
3	6	Раздел 2. Энергообмен термодинамической системы с внешней средой.	10	5	2	0	3	5	10	Домашнее задание
3	6	Раздел 3. Второй закон термодинамики. Циклы и их эффективность.	9	4	1	0	3	5	10	Домашнее задание
3	6	Раздел 4. Термодинамика потока газа.	12	6	2	0	4	6	10	Домашнее задание
3	6	Раздел 5. Анализ эффективности реальных тепловых машин методом циклов.	11	5	1	0	4	6	10	Домашнее задание
3	6	Раздел 6. Основы теории теплообмена.	10	4	2	2	0	6	10	Отчет по ЛР
3	6	Раздел 7. Теплопроводность. Закон Фурье.	11	5	1	4	0	6	10	Отчет по ЛР
3	6	Раздел 8. Конвективный теплообмен.	11	5	2	3	0	6	10	Отчет по ЛР
3	6	Раздел 9. Теплообмен тепловым излучением.	12	6	2	4	0	6	10	Отчет по ЛР
3	6	Раздел 10. Общая постановка и решение задачи о теплопередаче.	13	7	3	4	0	6	10	Отчет по ЛР
Всего за 6 семестр			108	51	17	17	17	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	17	17	17	57	100	

Критерии оценивания

ОПК-1

Вопросы открытого типа:

- № 1 Какой критерий характеризует свободную (естественную) конвекцию в подвижной среде?
- № 2 Чем отличается конвективная теплоотдача с поверхности теплообмена в безграничный поток подвижной среды от теплоотдачи при движении жидкости в трубах и каналах?
- № 3 Чем отличаются по своей структуре (по содержанию) критериальные уравнения теплоотдачи в ламинарном и турбулентном режимах движения жидкости относительно поверхности теплообмена?
- № 4 Какие виды теплообмена в общем виде включает в себя процесс теплопередачи?
- № 5 Для каких целей практикуется оребрение поверхности теплоотдачи?
- № 6 Что в термодинамике подразумевают под термином "Энергия"?
- № 7 Что своей величиной характеризует удельная газовая постоянная R ?
- № 8 Что своей величиной характеризует показатель адиабаты газа κ ?
- № 9 Какой процесс наиболее предпочтителен для нагрева газа с минимальным расходом энергии?
- № 10 Что надо знать, чтобы определить характер политропного процесса?

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Верно ли, что процессы теплообмена подразделяют на 4 элементарных вида?

Нет, выделяют всего 2 элементарных вида теплообмена.

Теплообмен вообще не разделяют на элементарные процессы.

Выделяют 3 вида теплообмена.

- № 2 Да, процессы теплообмена подразделяют на 4 элементарных вида.
Осуществляется ли теплопроводность переносом теплоты молями вещества?

Да, молями; без переноса массы.

Нет, на элементарном уровне молекулярной структуры.

Флюидами теплорода.

- № 3 Квантами энергии.
Конвекция теплоты – это процесс переноса теплоты на уровне молекулярной структуры вещества?

Да, осуществляется на уровне колебаний молекулярной структуры.

Нет, это перенос теплоты при движении массы вещества.

Процесс в природе не встречается.

- № 4 Это перенос теплоты квантами энергии.
Существуют ли какие-либо особенности при проектировании теплоизоляции труб?

Нет, никаких особенностей при проектировании теплоизоляции труб нет.

Да, при нанесении тепловой изоляции на трубу существует критерий по критическому диаметру изоляции, его величина должна быть больше диаметра

- трубы.
- При проектировании стремятся к минимальной толщине слоя теплоизоляции на трубе.
- Да, при нанесении тепловой изоляции на трубу существует критерий по критическому диаметру изоляции, его величина должна быть меньше диаметра трубы.
- № 5 Можно ли повысить теплоотдачу при движении жидкости в трубе путём увеличения диаметра этой трубы?
- Да, это один из вариантов повышения интенсивности теплоотдачи, причём при этом гидравлическое сопротивление на прокачку жидкости по трубе уменьшается.
- Теплоотдача жидкости в трубе не зависит от диаметра этой трубы.
- Нет, при этом интенсивность теплоотдачи будет уменьшаться.
- Теплоотдача жидкости в трубе не реализуется.
- № 6 Верно ли, что выделяют всего лишь две формы передачи энергии?
- Нет, форм передачи энергии много, например, механическая, электрическая, химическая и. т.п.
- Да, это теплота и работа.
- Энергообмен не подразделяют на какие-либо формы.
- Нет, выделяют 3 формы энергообмена: теплота, механическая работа и немеханическая работа.
- № 7 Верно ли, что для характеристики состояния рабочего тела простой ТДС нужны всего лишь 2 параметра?
- Нет, таковых должно быть три параметра, например, давление, температура и удельный объём.
- Кроме 3-х термических параметров должен быть известен хотя бы один калорический параметр, например, p , T , v и u – внутренняя энергия.
- Да, третий необходимый параметр может быть рассчитан с использованием 2-х заданных.
- Для простой ТДС нужен всего лишь один параметр состояния.
- № 8 Являются ли названные функции состояний ТДС (теплота, работа, энтальпия) термодинамическими?
- Да, все названные функции состояний ТДС термодинамические.
- Нет, термодинамическими функциями из перечисленных являются теплота и энтальпия.
- Нет, термодинамическими функциями из перечисленных являются работа и энтальпия.
- Нет, термодинамической функцией из перечисленных является только энтальпия.
- № 9 Можно ли отнести рабочий процесс газа с переменной теплоёмкостью к политропным процессам?

Да, это возможно, если процесс равновесный.

Да, ограничения на политропность процессов не содержат условия их теплоёмкости.

Нет, теплоёмкость политропных процессов должна быть неизменной.

В термодинамике теплоёмкость политропных процессов вообще не рассматривается.

№ 10

Является ли изобарный процесс наиболее работоспособным из перечня политропных процессов?

Да, это наиболее работоспособный процесс из перечня политропных процессов.

Нет, по работоспособности он не является таковым, уступая только адиабатному процессу.

Нет, наиболее работоспособным из перечня политропных процессов является изотермический процесс.

Изобарный процесс вообще не совершает работу.