


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

 Страхов С. Ю.
(подпись) ФИО
« 31 » 05 2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧА

Направление/специальность подготовки	12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика
Специализация/профиль/программа подготовки	Лазерная техника и лазерные технологии Оптогеоинформатика
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	И Информационных и управляющих систем
Выпускающая кафедра	И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА
Кафедра-разработчик рабочей программы	И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА

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	4	144	68	34	17	17	76	0	0	76	ЭКЗ.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии
12.03.03 Фотоника и оптоинформатика

год набора группы: 2022

Программу составил:

Кафедра И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА
Киселев Игорь Алексеевич, к.т.н., доцент



Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Борейшо А.С., д.т.н., проф.



Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА

Заведующий кафедрой Борейшо А.С., д.т.н., проф.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ 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:

12.03.05 (И1)	ОПК-1 — способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и технологиями производства лазерной техники
12.03.03 (И1)	ОПК-1 — способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с фотонными технологиями обработки информации, проектированием, конструированием и технологиям производства элементов, приборов и систем фотоники и оптоинформатики
12.03.05 (И1)	ПСК-1.1 — способность к анализу задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем
12.03.03 (И1)	ПСК-1.1 — способность к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики
12.03.05 (И1)	ПСК-1.3 — способность к расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схематехническом и элементном уровнях
12.03.03 (И1)	ПСК-1.3 — способность к расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схематехническом и элементном уровнях

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-1 (12.03.05, И1)

знания:

на уровне представлений:

- различных видов и физических принципов передачи тепла;
- о теории подобия и безразмерных критериях подобия;
- о граничных условиях различных родов;

на уровне воспроизведения:

- методик расчета основных параметров теплообмена на основе безразмерных критериев подобия;
- методики расчета теплообмена при высоких скоростях потока;
- методик оценки основных параметров теплообменных аппаратов;

на уровне понимания:

- принципов распространения тепла в твердых, жидких и газообразных средах;
- основных законов распределения тепла;
- основ теплообмена в пограничном слое;

умения:

составление и анализ уравнения теплового баланса системы;

владение методами математического анализа основных уравнений теплообмена различного вида;

навыки:

оценки основных параметров теплообмена.

ОПК-1 (12.03.03, И1)

знания:

на уровне представлений:

- различных видов и физических принципов передачи тепла;
- о теории подобия и безразмерных критериях подобия;
- о граничных условиях различных родов;

на уровне воспроизведения:

- методик расчета основных параметров теплообмена на основе безразмерных критериев подобия;
- методики расчета теплообмена при высоких скоростях потока;
- методик оценки основных параметров теплообменных аппаратов;

на уровне понимания:

- принципов распространения тепла в твердых, жидких и газообразных средах;
- основных законов распределения тепла;
- основ теплообмена в пограничном слое;

умения:

составление и анализ уравнения теплового баланса системы;

владение методами математического анализа основных уравнений теплообмена различного вида;

навыки:

оценки основных параметров теплообмена.

ПСК-1.1 (12.03.05, И1)

знания:

методик расчета основных параметров теплообмена на основе безразмерных критериев подобия;

методики расчета теплообмена при высоких скоростях потока;

методик оценки основных параметров теплообменных аппаратов;

умения:

решать задачи стационарной и нестационарной теплопроводности;

выполнять тепловые расчеты многослойных конструкций;

выполнять расчеты при конвективном теплообмене;
выполнять расчеты при теплообмене излучением;
выполнять расчеты при сложном теплообмене;

навыки:

оценки основных параметров теплообмена;
применения типовых программных продуктов для решения тепловых задач;
использование программ численного моделирования для решения задач теплопроводности и конвекции.

ПСК-1.1 (12.03.03, И1)

знания:

методик расчета основных параметров теплообмена на основе безразмерных критериев подобия;
методики расчета теплообмена при высоких скоростях потока;
методик оценки основных параметров теплообменных аппаратов;

умения:

решать задачи стационарной и нестационарной теплопроводности;
выполнять тепловые расчеты многослойных конструкций;
выполнять расчеты при конвективном теплообмене;
выполнять расчеты при теплообмене излучением;
выполнять расчеты при сложном теплообмене;

навыки:

оценки основных параметров теплообмена;
применения типовых программных продуктов для решения тепловых задач;
использование программ численного моделирования для решения задач теплопроводности и конвекции.

ПСК-1.3 (12.03.05, И1)

знания:

на уровне воспроизведения:

- методик расчета основных параметров теплообмена на основе безразмерных критериев подобия;
- методики расчета теплообмена при высоких скоростях потока;
- методик оценки основных параметров теплообменных аппаратов;

на уровне понимания:

- принципов распространения тепла в твердых, жидких и газообразных средах;
- основных законов распределения тепла;
- основ теплообмена в пограничном слое;

умения:

решать задачи стационарной и нестационарной теплопроводности;
выполнять тепловые расчеты многослойных конструкций;
выполнять расчеты при

- конвективном теплообмене;
- теплообмене излучением;
- сложном теплообмене;

навыки:

оценки основных параметров теплообмена;
применения типовых программных продуктов для решения тепловых задач;
использование программ численного моделирования для решения задач теплопроводности и конвекции.

ПСК-1.3 (12.03.03, И1)

знания:

на уровне воспроизведения:

- методик расчета основных параметров теплообмена на основе безразмерных критериев подобия;
- методики расчета теплообмена при высоких скоростях потока;
- методик оценки основных параметров теплообменных аппаратов;

на уровне понимания:

- принципов распространения тепла в твердых, жидких и газообразных средах;
- основных законов распределения тепла;
- основ теплообмена в пограничном слое;

умения:

решать задачи стационарной и нестационарной теплопроводности;
выполнять тепловые расчеты многослойных конструкций;
выполнять расчеты при

- конвективном теплообмене;
- теплообмене излучением;
- сложном теплообмене;

навыки:

оценки основных параметров теплообмена;
применения типовых программных продуктов для решения тепловых задач;
использование программ численного моделирования для решения задач теплопроводности и конвекции.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕПЛОПЕРЕДАЧА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлениям: 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии, 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ И ЛАЗЕРНЫХ ПРИБОРОВ, ЛАЗЕРНЫЕ АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и технологиями производства лазерной техники
- ОПК-3 — Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств лазерных исследований и измерений
- ПСК-1.3 — Способен к расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях

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		ОПК-1 (12.03.05)	ОПК-1 (12.03.03)	ПСК-1.1 (12.03.05)	ПСК-1.1 (12.03.03)	ПСК-1.3 (12.03.05)	ПСК-1.3 (12.03.03)
3	6	Раздел 1. Раздел 1. Принципы теплопередачи. Законы переноса тепла. 1.1. Способы переноса тепла 1.2. Теплопроводность. Плотность теплового потока. Закон теплопроводности Фурье. Механизмы теплопроводности. 1.3. Конвективный теплообмен. Формула Ньютона-Рихмана. Свободная и вынужденная конвекция. Коэффициент теплопроводности. 1.4. Радиационный теплообмен. Закон Стефана-Больцмана. 1.5. Понятие сложного теплообмена.	8	2	2	0	0	6	20	20	20	20	0	0
3	6	Раздел 2. Раздел 2. Основные дифференциальные уравнения теплообмена. 2.1. Уравнение неразрывности. 2.2. Уравнение движения. 2.3. Уравнение энергии. 2.4. Краевые условия. Граничные условия 1, 2, 3 и 4 рода, начальные условия.	14	4	4	0	0	10	20	20	20	20	20	20
3	6	Раздел 3. Раздел 3. Теплопроводность в твердых телах. 3.1. Уравнение теплопроводности. Формы записи в различных системах координат. 3.2. Стационарная теплопроводность. Одномерное температурное поле в плоском, цилиндрическом и сферическом теле при граничных условиях первого и третьего рода в одно- и многослойных стенках. Теплопроводность при наличии объемного источника тепла. Теплопроводность при переменном коэффициенте теплопроводности. 3.3. Нестационарная теплопроводность. Общее решение нестационарного уравнения теплопроводности для пластины. Графическая иллюстрация нестационарного распределения температур в пластине.	41	20	8	6	6	21	20	20	20	20	30	30
3	6	Раздел 4. Раздел 4. Конвективный теплообмен. 4.1. Уравнения конвективного теплообмена. 4.2. Метод Кармана приближенного решения уравнения пограничного слоя. Интегральное уравнение динамического пограничного слоя. Метод Польшауэна решения уравнений пограничного слоя. Аналогия Рейнольдса. Интегральные характеристики пограничного слоя. Общая критериальная зависимость для расчета конвективного теплообмена. 4.3. Инженерные формулы для расчета конвективного теплообмена. 4.4. Теплообмен при высоких скоростях газового потока. Определяющая температура Эккерта.	50	27	14	7	6	23	20	20	20	20	30	30
3	6	Раздел 5. Раздел 5. Радиационный теплообмен. 5.1. Основные определения. 5.2. Основные законы поглощения и излучения. Закон Планка. Закон смещения Вина. Закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа. Модели абсолютно черного и серого тел. 5.3. Теплообмен излучением между твердыми телами. 5.4. Случай совместного конвективного и лучистого	31	15	6	4	5	16	20	20	20	20	20	20

		теплообмена. 5.5. Тепловое излучение газов.											
Всего за 6 семестр			144	68	34	17	17	76	100	100	100	100	100
Всего по дисциплине			144	68	34	17	17	76	100	100	100	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 3. Раздел 3. Теплопроводность в твердых телах.	Решение задач стационарной теплопроводности в многослойных стенках	3
2		Решение задач нестационарной теплопроводности	3
3	Раздел 4. Раздел 4. Конвективный теплообмен.	Решение задач конвективного теплообмена	3
4		Расчет теплообменного аппарата	3
5	Раздел 5. Раздел 5. Радиационный теплообмен.	Решение задач лучистого теплообмена	5
Всего за 6 семестр			17

3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 3. Раздел 3. Теплопроводность в твердых телах.	Решение задачи стационарной теплопроводности в SolidWorks Simulation	3
2		Решение задачи нестационарной теплопроводности в SolidWorks Simulation	3
3	Раздел 4. Раздел 4. Конвективный теплообмен.	Решение задачи конвективного теплообмена в SolidWorks Flow Simulation	7
4	Раздел 5. Раздел 5. Радиационный теплообмен.	Решение задачи лучистого теплообмена в SolidWorks Simulation	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. Раздел 1. Принципы теплопередачи. Законы переноса тепла.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	6
2	Раздел 2. Раздел 2. Основные дифференциальные уравнения теплообмена.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	10
3	Раздел 3. Раздел 3. Теплопроводность в твердых телах.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	9
4		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Решение задачи стационарной теплопроводности в SolidWorks Simulation»	3
5		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Решение задачи нестационарной теплопроводности в SolidWorks Simulation»	3
6		Выполнение индивидуального домашнего задания и подготовка к защите работы	3
7		Выполнение индивидуального домашнего задания и подготовка к защите работы	3
8		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	11
9		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Решение задачи конвективного теплообмена в SolidWorks Flow Simulation»	4
10	Раздел 4. Раздел 4. Конвективный теплообмен.	Выполнение индивидуального домашнего задания и подготовка к защите работы	4
11		Выполнение индивидуального домашнего задания и подготовка к защите работы	4
12		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	8
13	Раздел 5. Раздел 5. Радиационный теплообмен.	Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы	4

		«Решение задачи лучистого теплообмена в SolidWorks Simulation»	
14		Выполнение индивидуального домашнего задания и подготовка к защите работы	4
Всего за 6 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
6	Тест	Тест	ДЗ	Отч. по ЛР	ДР	ДЗ	Отч. по ЛР	Тест	ДР	Отч. по ЛР	ДЗ	Тест	Отч. по ЛР	ДЗ	ДР	Вопр. Экз	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Тест – тест;
- ДЗ – домашнее задание;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

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

- диагностическая работа;
- тест;
- домашнее задание;
- отчет по ЛР;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. А. Бабук, А. Ф. Леонов, Г. В. Родионов. . Сборник задач по теплопередаче. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 51 экз.
2. В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. . Техническая термодинамика и теплопередача. М.: Юрайт, 2011, 34 экз.
3. В. В. Нащокин. . Техническая термодинамика и теплопередача. М.: Высшая школа, 1980, 74 экз.
4. В. В. Сахин, В. П. Шалимов. . Теплопередача. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003, 114 экз.
5. В. П. Исаченко, В. А. Осипова, А. С. Сукомел. . Теплопередача. М.: Энергоиздат, 1981, 19 экз.
6. И. А. Киселёв, С. Ю. Страхов. . Основы моделирования процессов теплообмена в среде Solidworks. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 52 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. Б. Н. Юдаев. . Теплопередача. М.: Высш. шк., 1981, 1 экз.

5.3. Периодические издания:

1. Естественные и технические науки.

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

1. <http://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
3. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — 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:

1. SolidWorks 2015 R5;
2. Mathcad Education - University Edition Term.

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:

1. Mathcad Education - University Edition Term.

6.3. Лабораторные занятия:

1. SolidWorks 2015 R5.

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 **ТЕПЛОПЕРЕДАЧА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлениям: 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии, 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика. Дисциплина реализуется на факультете И Информационных и управляющих систем БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-1 (12.03.05) способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и технологиями производства лазерной техники;

ОПК-1 (12.03.03) способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с фотонными технологиями обработки информации, проектированием, конструированием и технологиям производства элементов, приборов и систем фотоники и оптоинформатики;

ПСК-1.1 (12.03.05) способность к анализу задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем;

ПСК-1.1 (12.03.03) способность к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики;

ПСК-1.3 (12.03.05) способность к расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схмотехническом и элементном уровнях;

ПСК-1.3 (12.03.03) способность к расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схмотехническом и элементном уровнях.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с расчетом температурных полей при различных типах теплообмена.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- тест;
- домашнее задание;
- отчет по ЛР;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

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. Раздел 1. Принципы теплопередачи. Законы переноса тепла.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. . Техническая термодинамика и теплопередача: М.: Юрайт, 2011 (Раздел 2. Глава 1.) В. П. Исаченко, В. А. Осипова, А. С. Сукомел. . Теплопередача: М.: Энергоиздат, 1981 (Глава 1,4,15.) В. В. Нащокин. . Техническая термодинамика и теплопередача: М.: Высшая школа, 1980 (Глава 22.) В. В. Сахин, В. П. Шалимов. . Теплопередача: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003 (Глава 1.)	6
Итого по разделу 1		6
Раздел 2. Раздел 2. Основные дифференциальные уравнения теплообмена.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	В. В. Нащокин. . Техническая термодинамика и теплопередача: М.: Высшая школа, 1980 (Глава 22.) В. П. Исаченко, В. А. Осипова, А. С. Сукомел. . Теплопередача: М.: Энергоиздат, 1981 (Глава 4.) В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. . Техническая термодинамика и теплопередача: М.: Юрайт, 2011 (Раздел 2. Глава 8.) В. В. Сахин, В. П. Шалимов. . Теплопередача: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003 (Глава 1,2.)	10
Итого по разделу 2		10
Раздел 3. Раздел 3. Теплопроводность в твердых телах.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	В. А. Бабук, А. Ф. Леонов, Г. В. Родионов. . Сборник задач по теплопередаче: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (Глава 2, 3)	9
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Решение задачи стационарной теплопроводности в SolidWorks Simulation»	В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. . Техническая термодинамика и теплопередача: М.: Юрайт, 2011 (Раздел 2. Глава 3.) В. П. Исаченко, В. А. Осипова, А. С. Сукомел. . Теплопередача: М.: Энергоиздат, 1981 (Глава 2.)	3
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Решение задачи нестационарной теплопроводности в SolidWorks Simulation»	В. В. Нащокин. . Техническая термодинамика и теплопередача: М.: Высшая школа, 1980 (Глава 23, 24)	3
Выполнение индивидуального домашнего задания и подготовка к защите работы	И. А. Киселёв, С. Ю. Страхов. . Основы моделирования процессов теплообмена в среде Solidworks: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (ЛР1, ЛР2)	3
Выполнение индивидуального домашнего задания и подготовка к защите работы		3
Итого по разделу 3		21
Раздел 4. Раздел 4. Конвективный теплообмен.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам	И. А. Киселёв, С. Ю. Страхов. . Основы моделирования процессов теплообмена в среде	11

лекций и рекомендуемой литературе	Solidworks: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (ЛРЗ.)	
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Решение задачи конвективного теплообмена в SolidWorks Flow Simulation»	В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. . Техническая термодинамика и теплопередача: М.: Юрайт, 2011 (Глава 8.)	4
Выполнение индивидуального домашнего задания и подготовка к защите работы	В. А. Бабук, А. Ф. Леонов, Г. В. Родионов. . Сборник задач по теплопередаче: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (Глава 4.)	4
Выполнение индивидуального домашнего задания и подготовка к защите работы	Б. Н. Юдаев. . Теплопередача: М.: Высш. шк., 1981 (Глава 24-29.) В. В. Нащокин. . Техническая термодинамика и теплопередача: М.: Высшая школа, 1980 (Глава 26,27)	4
Итого по разделу 4		23
Раздел 5. Раздел 5. Радиационный теплообмен.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	В. В. Нащокин. . Техническая термодинамика и теплопередача: М.: Высшая школа, 1980 (Глава 29.)	8
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Решение задачи лучистого теплообмена в SolidWorks Simulation»	В. А. Бабук, А. Ф. Леонов, Г. В. Родионов. . Сборник задач по теплопередаче: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (Глава 5.) В. П. Исаченко, В. А. Осипова, А. С. Сукомел. . Теплопередача: М.: Энергоиздат, 1981 (Глава 15-17.)	4
Выполнение индивидуального домашнего задания и подготовка к защите работы		4
Итого по разделу 5		16

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы к экзамену;
- тест;
- домашнее задание;
- отчет по ЛР;
- экзамен.

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.

Вопросы к экзамену

Перечень вопросов к экзамену представлен в УМК.

Тест

<https://moodle.voenmeh.ru/mod/quiz/view.php?id=25714>
<https://moodle.voenmeh.ru/mod/quiz/view.php?id=27902>
<https://moodle.voenmeh.ru/mod/quiz/view.php?id=27903>
<https://moodle.voenmeh.ru/mod/quiz/view.php?id=30106>
<https://moodle.voenmeh.ru/mod/quiz/view.php?id=30476>
<https://moodle.voenmeh.ru/mod/quiz/view.php?id=30592>

Тесты включают в себя 5 вопросов по материалам лекций. Время на выполнение теста - 3 минуты. Для получения зачета по тесту необходимо ответить правильно на четыре вопроса из пяти.

Домашнее задание

Решения домашних заданий представляются в печатной или рукописной форме. Допускается выполнение расчетов «вручную» или использование систем автоматизации математических расчетов. Каждое задание содержит набор исходных данных в соответствии с темой индивидуального задания.

Критерии оценивания:

Домашнее задание считается выполненным успешно (принимается) при следующих условиях:

- правильное выполнение всех пунктов (задач), предусмотренных заданием;
- правильное оформление всех результатов в соответствии с требованиями государственных стандартов.

Отчет по ЛР

Отчеты по лабораторным работам представляются в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по лабораторной работе, или рукописной форме. Допускается выполнение расчетов «вручную» или использование систем автоматизации математических расчетов. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов;
- отсутствия необходимого графического материала;
- некорректной обработки результатов.

Экзамен

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

К экзамену допускаются студенты, которые успешно сдали все домашние задания, предусмотренные рабочей программой, выполнили лабораторные работы и сдали отчеты, сдали все тесты.

Экзамен проводится в устной форме по билетам, выданным преподавателем. Студент должен подготовить, пользуясь конспектом, составленным по материалам курса, ответ на два вопроса.

Оценка «отлично» ставится, если ответ является полным и правильным. Материал изложен в определенной логической последовательности. При ответе на дополнительные вопросы студент показал знание основных понятий и законов теории теплообмена.

Оценка «хорошо» ставится, если ответ является полным и правильным, при этом допущены несущественные ошибки, исправленные после наводящих вопросов преподавателя. При ответе на дополнительные вопросы студент демонстрирует понимание основного содержания учебного материала. Студент свободно ориентируется в

материале, изложенном в конспекте.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент обнаруживает знание и понимание материала курса, но излагает материал неполно и допускает существенные ошибки в формулировке основных понятий и законов теории теплообмена. Ответ на дополнительные вопросы вызывает у экзаменуемого затруднения или содержит ошибки, которые он может исправить после наводящих вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если при ответе обнаружено непонимание основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые учащийся не может исправить при наводящих вопросах преподавателя.

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 (12.03.05)	ОПК-1 (12.03.03)	ПСК-1.1 (12.03.05)	ПСК-1.1 (12.03.03)	ПСК-1.3 (12.03.05)	ПСК-1.3 (12.03.03)	
3	6	Раздел 1. Раздел 1. Принципы теплопередачи. Законы переноса тепла.	8	2	2	0	0	6	20	20	20	20	0	0	Тест, Вопросы к экзамену
3	6	Раздел 2. Раздел 2. Основные дифференциальные уравнения теплообмена.	14	4	4	0	0	10	20	20	20	20	20	20	Вопросы к экзамену, Тест
3	6	Раздел 3. Раздел 3. Теплопроводность в твердых телах.	41	20	8	6	6	21	20	20	20	20	30	30	Вопросы к экзамену, Тест, Отчет по ЛР, Домашнее задание
3	6	Раздел 4. Раздел 4. Конвективный теплообмен.	50	27	14	7	6	23	20	20	20	20	30	30	Вопросы к экзамену, Домашнее задание, Отчет по ЛР, Тест
3	6	Раздел 5. Раздел 5. Радиационный теплообмен.	31	15	6	4	5	16	20	20	20	20	20	20	Вопросы к экзамену, Домашнее задание, Отчет по ЛР, Тест
Всего за 6 семестр			144	68	34	17	17	76	100	100	100	100	100	100	
Всего по дисциплине			144	68	34	17	17	76	100	100	100	100	100	100	