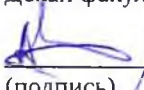


УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
 Юнаков Л. П.
(подпись) ФИО
« 31 » « 05 » 2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕПЛО И МАССОПЕРЕДАЧА

Направление/специальность подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Специализация/профиль/программа подготовки	Пусковые устройства, транспортно-установочное оборудование и средства обслуживания стартовых комплексов
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А4 СТАРТОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

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	
5	9	3	108	51	34	17	0	57	0	0	57	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

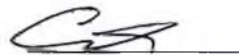
24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

год набора группы: 2022

Программу составил:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ
АППАРАТОВ

Савченко Григорий Борисович, старший преподаватель

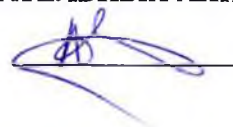


Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц.

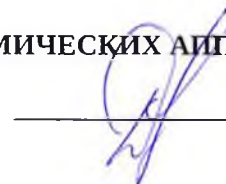


Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

А4 СТАРТОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Долбенков В.Г., к.т.н., снс



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕПЛО И МАССОПЕРЕДАЧА

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:

ПСК-03 — способность разрабатывать технические задания на разработку систем, механизмов и агрегатов, входящих в проектируемое изделие ракетного или ракетно-космического комплекса

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-03

знания:

на уровне представлений:

- основные законы теплопередачи в сложных технических системах;

на уровне воспроизведения:

- методы анализа эффективности работы сложных технических систем;
- расчет тепловых потоков

на уровне понимания:

- выполнения теплотехнических расчетов для эскизного проектирования оборудования;

умения:

- методы и алгоритмы анализа теплового режима сложных технических систем
- проводить анализ тепловых процессов в сложных технических системах;

навыки:

- решения задач при проектировании узлов теплового оборудования энергетических узлов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕПЛО И МАССОПЕРЕДАЧА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению **24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов**.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, ХИМИЯ, ФИЗИКА, ТЕРМОДИНАМИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ГАЗОДИНАМИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ ПРИ СТАРТЕ, ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПУСКА, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОДВИЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ МОРСКОГО БАЗИРОВАНИЯ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ НАЗЕМНОГО БАЗИРОВАНИЯ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач
- ОПК-6 — Способен осуществлять критический анализ научных достижений в области авиационной и ракетно-космической техники

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		ПСК-03
5	9	Раздел 1. Теплопроводность. Закон Фурье. Уравнение теплопроводности. Стационарная теплопроводность и теплопередача через плоскую, цилиндрическую и шаровую стенки. Расчет нагрева и охлаждения термически тонких тел. Методы решения задач нестационарной теплопроводности.	36	17	11	6	19	33
5	9	Раздел 2. Конвективный теплообмен в однофазной среде. Основные понятия, определения, положения. Теоремы подобия. Основные критерии и критериальные уравнения конвективного теплообмена. Теплоотдача при внешнем обтекании тел. Интенсификация процессов теплообмена. Эффективность оребрения.	37	18	12	6	19	34
5	9	Раздел 3. Тепловое излучение. Теплообмен излучением. Законы излучения. Излучение нечерных тел. Теплообмен в прозрачной и в поглощающей средах.	35	16	11	5	19	33
Всего за 9 семестр			108	51	34	17	57	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100

3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Теплопроводность.	Выполнение и защита лабораторной работы «Определение коэффициента теплопроводности».	6
2	Раздел 2. Конвективный теплообмен в однофазной среде.	Выполнение и защита лабораторной работы «Теплоотдача при конвекции».	6
3	Раздел 3. Тепловое излучение.	Выполнение и защита лабораторной работы «Определение коэффициента излучения».	5
Всего за 9 семестр			17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Теплопроводность.	Углубленная проработка разделов курса по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	9
2		Проработка материалов лабораторной работы: оформление отчета, подготовка к защите.	10
3	Раздел 2. Конвективный теплообмен в однофазной среде.	Углубленная проработка разделов курса по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	9
4		Проработка материалов лабораторной работы: оформление отчета, подготовка к защите.	10
5	Раздел 3. Тепловое излучение.	Углубленная проработка разделов курса по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	9
6		Проработка материалов лабораторной работы: оформление отчета, подготовка к защите.	10
Всего за 9 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
9					ТекК	ДР			Отч. по ЛР, ТекК	ДР			Отч. по ЛР		Отч. по ЛР, ТекК	ДР	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по ЛР;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. В. Нащокин. . Техническая термодинамика и теплопередача. М.: Высшая школа, 1980, 74 экз.
2. В. В. Сахин. . Исследование процессов теплообмена. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004, 152 экз.
3. В. В. Сахин. . Исследование процессов теплообмена. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004, эл. рес.
4. В. В. Сахин, В. П. Шалимов. . Теплопередача. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003, 114 экз.
5. В. В. Сахин, В. П. Шалимов. . Теплопередача. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003, эл. рес.
6. В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. . Теплопередача. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 86 экз.
7. Ю. А. Душин. . Термодинамика и тепло-массопередача. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Научно-технические технологии;
2. Датчики и системы;
3. Естественные и технические науки.

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

1. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://ura1t.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов..

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. Лабораторные занятия:

1. Интерактивная доска;
2. Лабораторные стенды по термодинамике и теплопередаче.

6.3. 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 **ТЕПЛО И МАССОПЕРЕДАЧА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-03 способность разрабатывать технические задания на разработку систем, механизмов и агрегатов, входящих в проектируемое изделие ракетного или ракетно-космического комплекса.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением вопросов теплообмена в различных его проявлениях.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по ЛР;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 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. Теплопроводность.		
Углубленная проработка разделов курса по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	В. В. Сахин. . Исследование процессов теплообмена: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (Раздел I) В. В. Сахин, В. П. Шалимов. . Теплопередача: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003 (Раздел I)	9
Проработка материалов лабораторной работы: оформление отчета, подготовка к защите.	Ю. А. Душин. . Термодинамика и тепло-массопередача: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Раздел II) В. В. Нащокин. . Техническая термодинамика и теплопередача: М.: Высшая школа, 1980 (10-18) В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. . Теплопередача: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (Раздел I)	10
Итого по разделу 1		19
Раздел 2. Конвективный теплообмен в однофазной среде.		
Углубленная проработка разделов курса по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	В. В. Сахин. . Исследование процессов теплообмена: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (Раздел II) В. В. Сахин, В. П. Шалимов. . Теплопередача: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003 (Раздел II) В. В. Нащокин. . Техническая термодинамика и теплопередача: М.: Высшая школа, 1980 (15-22)	9
Проработка материалов лабораторной работы: оформление отчета, подготовка к защите.	Ю. А. Душин. . Термодинамика и тепло-массопередача: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Раздел II) В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. . Теплопередача: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (Раздел II)	10
Итого по разделу 2		19
Раздел 3. Тепловое излучение.		
Углубленная проработка разделов курса по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	В. В. Нащокин. . Техническая термодинамика и теплопередача: М.: Высшая школа, 1980 (Главы 18-25)	9
Проработка материалов лабораторной работы: оформление отчета, подготовка к защите.	В. В. Сахин, В. П. Шалимов. . Теплопередача: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003 (Раздел III) Ю. А. Душин. . Термодинамика и тепло-массопередача: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф.	10

	Устинова, 2008 (Раздел II) В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. . Теплопередача: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (Раздел III)	
Итого по разделу 3		19

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по ЛР;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- 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.

Вопросы для текущего контроля

Вопросы для текущего контроля охватывают пройденный на текущий момент времени материал и содержатся в УМК дисциплины.

Отчет по ЛР

Допуск к выполнению ЛР происходит при условии наличия у студента протокола для выполнения лабораторной работы.

Отчет по ЛР представляется в рукописном виде в формате, предусмотренном шаблоном по лабораторной работе. Оформление отчета должно соответствовать ГОСТ 7.32-2017 (за исключением ранее указанного требования рукописного оформления).

Защита отчета происходит в форме доклада студента по лабораторной работе и ответов студента на вопросы преподавателя.

В случае, если оформление отчета, уровень знания и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает зачет по данной ЛР.

Основанием для доработки могут служить:

- небрежное выполнение;
 - низкое качество графического материала;
- отчет не может быть принят и подлежит переработке в случае:
- отсутствия необходимых разделов;
 - отсутствия необходимого графического материала;
 - некорректной обработки результатов вычислений;
 - некорректных выводов по выполненной работе

Защита лабораторной работы может быть признана неудовлетворительной в случае низкого уровня знаний студента по теме лабораторной работы.

Вопросы к дифференцированному зачету

Вопросы к дифференцированному зачету охватывают весь курс в соответствии с программой и представлены в УМК дисциплины.

Дифференцированный зачет

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.

Необходимым условием получения дифференцированного зачёта является выполнение всех контрольных мероприятий, предусмотренных программой дисциплины.

Дифференцированный зачет проходит в форме тестирования. Тест содержит 20 вопросов. Вопросы тестирования представлены в УМК дисциплины.

Более 90% теста решено правильно – отлично.

Более 80% теста решено правильно – хорошо.

Более 60% теста решено правильно – удовлетворительно.

Менее 60% теста решено правильно – не зачтено.

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		ПСК-03	
5	9	Раздел 1. Теплопроводность.	36	17	11	6	19	33	Вопросы для текущего контроля, Отчет по ЛР
5	9	Раздел 2. Конвективный теплообмен в однофазной среде.	37	18	12	6	19	34	Вопросы для текущего контроля, Отчет по ЛР
5	9	Раздел 3. Тепловое излучение.	35	16	11	5	19	33	Вопросы к дифференцированному зачету, Отчет по ЛР, Вопросы для текущего контроля
Всего за 9 семестр			108	51	34	17	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	