

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

15.03.01 Машиностроение

год набора группы: 2022

Программу составил:

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Тетерина Ирина Владимировна, к.т.н., 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:

на уровне представлений: теоретические основы и иметь практические навыки использования закономерностей основных процессов теплообмена;

на уровне воспроизведения: методы анализа и расчётов параметров процессов теплообмена, освоить особенности расчёта теплопередачи при движении теплоносителя в каналах, пути интенсификации теплообмена и теплоизоляции;

на уровне понимания: особенности расчёта теплообмена при большой скорости теплоносителей и при наличии их химического превращения или фазового перехода;;

умения:

теоретические: разрабатывать физические схемы и математические модели процессов теплообмена;

практические: решение математических моделей процессов теплопередачи, выделяя из них основные и второстепенные, определять их тип, характерные параметры, взаимосвязь их характеристик;;

навыки:

владеть навыками анализа процессов теплообмена в энергетических установках, использовать принципы теплоизоляции или интенсификации энергетических устройств, оценкой их эффективности, 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, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **НАГРЕВ И НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА**.

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
- УК-1 — Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

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		ОПК-1
3	6	Раздел 1. Термодинамика. 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. 2. Энергообмен термодинамической системы с внешней средой. Энергия, теплота и работа. Первый закон термодинамики. Элементарные процессы. Расчёт параметров процессов. Примеры реальных процессов. 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. 4. Термодинамика потока газа. Первый закон термодинамики для проточных систем. Особенности течения газа по соплам и диффузорам. Сопло Лаваля, принципы ускорения потока газа до сверхзвуковых скоростей. Параметры потока газа на выходе из сопла. 5. Анализ эффективности реальных тепловых машин методом циклов. Обобщённый цикл ДВС. Цикл ГТУ. Цикл компрессора. Пути повышения эффективности машин.	53	2	2	0	51	50
3	6	Раздел 2. Теплопередача. 1. Основы теории теплообмена. Общие понятия. Основные процессы теплообмена: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение. Теплопередача. Общие принципы постановки задачи о теплопередаче. 2. 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. 3. 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. 4. 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. 5. Общая постановка и решение задачи теплопередачи. Анализ влияния различных начальных параметров на интенсивность теплопередачи. Интенсификация теплопередачи оребрением поверхности теплообмена. Эффективность ребра и системы ребер.	55	4	2	2	51	50
Всего за 6 семестр			108	6	4	2	102	100
Всего по дисциплине			108	6	4	2	102	100

3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Теплопередача.	ЛР-№1. Исследование закономерностей нестационарной теплопроводности при охлаждении тел. ЛР-№2. Исследование конвективной теплоотдачи свободной конвекцией.	2
Всего за 6 семестр			2

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Термодинамика.	Изучение теоретического материала	31
2		Разработка домашнего задания	20
3	Раздел 2. Теплопередача.	Изучение теоретического материала	31
4		Подготовка к лабораторной работе № 1 и 2. Подготовка отчётов по лабораторным работам	20
Всего за 6 семестр			102

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						ДР		ДЗ	Отч. по ЛР		ДР		Отч. по ЛР					ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- 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;
- 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, эл. рес.
2. 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.
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, 215 экз.
4. 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.
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, 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://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
4. <https://repository.library.voenmeh.ru/jspui/> — 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. MATLAB R 2015a.

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

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 **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;
- 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 (**4 ч.**), лабораторный практикум (**2 ч.**), самостоятельная работа студента (**102 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 6 ч. аудиторных занятий, и 102 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. Термодинамика.		
Изучение теоретического материала	В. В. Сахин, Е. М. Герлиман. . Термодинамика энергетических систем в примерах и задачах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (все) 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 (все) 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)	31
Разработка 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) В. В. Сахин, Е. М. Герлиман. . Термодинамика энергетических систем в примерах и задачах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (все) 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 (все)	20
Итого по разделу 1		51
Раздел 2. Теплопередача.		
Изучение теоретического материала	В. В. Сахин, В. П. Шалимов. . Теплопередача: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003 (все) В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. . Теплопередача: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (все)	31
Подготовка к лабораторной работе № 1 и 2. Подготовка отчётов по лабораторным работам	В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, Н. А. Брыков. . Теплопередача в примерах и задачах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (все)	20
Итого по разделу 2		51

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- 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.

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.

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

Пояснительная записка к домашнему заданию представляется в печатной форме 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.

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.

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.

Дифференцированный зачет проходит в форме устных ответов обучающегося на 2 вопроса билета к дифференцированному зачету. Комплект билетов входит в состав УМК дисциплины.

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.

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		ОПК-1	
3	6	Раздел 1. Термодинамика.	53	2	2	0	51	50	Домашнее задание
3	6	Раздел 2. Теплопередача.	55	4	2	2	51	50	Отчет по ЛР
Всего за 6 семестр			108	6	4	2	102	100	
Всего по дисциплине			108	6	4	2	102	100	