


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
 « 31 » 05 2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ТЕПЛОТЫ

Направление/специальность подготовки	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Специализация/профиль/программа подготовки	Энергетика теплотехнологий
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
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	0	34	57	0	0	57	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

год набора группы: 2022

Программу составили:

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Беляева Анастасия Сергеевна, ассистент



Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Чернышов Михаил Викторович, д.т.н., профессор



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

А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ТЕПЛОТЫ

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-4 — способность демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-4

знания:

- на уровне представлений: теоретические основы принципов действия и их реализацию в устройстве энергетических систем
- на уровне воспроизведения: иметь практические навыки расчёта параметров преобразования энергии в энергетических системах
- на уровне понимания: методы анализа их эффективности и перспективы использования энергетических систем различного вида и назначения;;

умения:

- теоретические: разрабатывать физические схемы и математические модели энергетических систем различного принципа действия,
- практические: решение математических моделей энергетических систем, выделяя из них основные и второстепенные, определять их характерные параметры, взаимосвязь их

характеристик;;

навыки:

- в анализе процессов преобразования энергии в энергетических установках и их конструировании;
- в разработке физических схем и математических моделей оценки основных параметров систем..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОСНОВЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ТЕПЛОТЫ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ТЕРМОДИНАМИКА, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ, ДИНАМИКА ВЯЗКИХ ЖИДКОСТИ, ГАЗА И СТРУЙ, МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫСОКОИНТЕНСИВНЫХ ПРОЦЕССОВ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-3 — Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
- ОПК-4 — Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах
- УК-1 — Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
- 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	Практические занятия		ОПК-4
3	6	Раздел 1. Общие понятия и определения. 1.1. Теорема Карно о максимальной эффективности тепловой машины. 1.2. Циклы реальных тепловых машин, преобразующих теплоту в работу, пути повышения эффективности тепловой машины.	12	2	2	0	10	20
3	6	Раздел 2. Основы трансформации теплоты. 2.1. Второй закон термодинамики как основа принципов осуществления трансформации теплоты в энергетических системах. 2.2. Значение потенциала теплоты в процессах преобразования энергии. Работоспособность теплоты. 2.3. Дросселирование газов и паров. Использование дросселирования в машинах производства холода.	22	12	4	8	10	20
3	6	Раздел 3. Принципы трансформации теплоты. 3.1. Трансформация теплоты в обратных циклах энергетических систем – холодильных установках. 3.2. Принципы работы холодильных систем, их параметры, эффективность, пути повышения эффективности холодильных систем.	31	14	4	10	17	20
3	6	Раздел 4. Тепловой насос. 4.1. Трансформация теплоты низкого уровня потенциала. 4.2. Тепловой насос, принцип работы, его эффективность и проблемы реализации теплового насоса.	21	11	3	8	10	20
3	6	Раздел 5. Применение трансформации теплоты. 5.1. Термотрансформаторы. 5.2. Теплофикация. 5.3. Отопление с использованием теплового насоса. 5.4. Совместное получение теплоты и холода.	22	12	4	8	10	20
Всего за 6 семестр			108	51	17	34	57	100
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Основы трансформации теплоты.	Расчёт параметров обратного цикла Карно. Энтропия идеального газа. Максимальная работа системы.	8
2	Раздел 3. Принципы трансформации теплоты.	Расчёт параметров холодильных систем в зависимости от хладагента	10
3	Раздел 4. Тепловой насос.	Расчёт параметров теплового насоса в зависимости от рабочего тела и перепада температур.	8
4	Раздел 5. Применение трансформации теплоты.	Расчёт параметров циклов с использованием термодинамических диаграмм состояния рабочего тела.	8
Всего за 6 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Общие понятия и определения.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	10
2	Раздел 2. Основы трансформации теплоты.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	10
3	Раздел 3. Принципы трансформации теплоты.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	17
4	Раздел 4. Тепловой насос.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	10
5	Раздел 5. Применение трансформации теплоты.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	10
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						ДР				ДР		ТекК		РГР		ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- РГР – расчетно-графическая работа;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- расчетно-графическая работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. Б. В. Ухин. . Гидравлические машины. Насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод. М.: Форум, 2011, 12 экз.
2. Б. И. Боровский, Н. С. Ершов, Б. В. Овсянников. Высокооборотные лопаточные насосы. М.: Машиностроение, 1975, 16 экз.
3. В. В. Сахин. . Термодинамика энергетических систем. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, эл. рес.
4. В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Устройство и действие энергетических установок. Кн. 1 Поршневые машины. Паровые турбины. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 60 экз.
5. Н. М. Цирельман. . Техническая термодинамика. Санкт-Петербург: Лань, 2021, эл. рес.
6. Н. М. Цирельман. . Техническая термодинамика. СПб.: Лань, 2021, 25 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. . Устройство и действие энергетических аппаратов и систем. СПб.: НИЦ АРТ, 2020, 1 экз.

5.3. Периодические издания:

1. Вестник академии военных наук.

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

1. <https://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
2. <https://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
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»;
3. <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. Google Chrome;
2. Microsoft Office;
3. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced;
4. Matlab 2015a SP1.

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. Google Chrome;
2. Microsoft Office;
3. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced;
4. Matlab 2015a SP1.

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 ТРАНСФОРМАЦИИ ТЕПЛОТЫ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника*. 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-4 способность демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теоретическими основами, физической сущностью и практическими навыками по расчёту и анализу процессов, реализующихся в аппаратах трансформации теплоты энергетических систем в зависимости от их функционального назначения.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- расчетно-графическая работа.

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 (**34 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. Общие понятия и определения.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	В. В. Сахин. . Термодинамика энергетических систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (1-3)	10
Итого по разделу 1		10
Раздел 2. Основы трансформации теплоты.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	Н. М. Цирельман. . Техническая термодинамика: Санкт-Петербург: Лань, 2021 (1-3) Н. М. Цирельман. . Техническая термодинамика: СПб.: Лань, 2021 (1-3)	10
Итого по разделу 2		10
Раздел 3. Принципы трансформации теплоты.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Устройство и действие энергетических установок. Кн. 1 Поршневые машины. Паровые турбины: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (2) В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Устройство и действие энергетических установок. Кн. 1 Поршневые машины. Паровые турбины: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1-3)	17
Итого по разделу 3		17
Раздел 4. Тепловой насос.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	Б. В. Ухин. . Гидравлические машины. Насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод: М.: Форум, 2011 (2) Б. И. Боровский, Н. С. Ершов, Б. В. Овсянников. Высокооборотные лопаточные насосы: М.: Машиностроение, 1975 (1-2)	10
Итого по разделу 4		10
Раздел 5. Применение трансформации теплоты.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. . Устройство и действие энергетических аппаратов и систем: СПб.: НИЦ АРТ, 2020 (1-3)	10
Итого по разделу 5		10

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- расчетно-графическая работа;
- 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

Текущий контроль (ТК) с использованием тестовых заданий и вопросов. Вопросы для текущего контроля входят в состав УМК дисциплины.

В тестировании используется 10 вопросов по разделам дисциплины.

Оценка усвоения дисциплины проводится по 100 бальной шкале:

- рейтинг теста меньше 30 баллов (ответ на 5 и менее вопросов) – ТК не сдан,
- рейтинг теста от 30 до 60 баллов (ответ на 6 вопросов) – дополнительное собеседование (2 вопроса), при положительных ответах ТК сдан;
- рейтинг теста от 60 до 100 баллов (ответ на 7 и более вопросов) – ТК сдан.

Расчетно-графическая работа

Пояснительная записка к расчетно-графической работе 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 РГР: Защита РГР осуществляется на уровне собеседования с преподавателем в свободной форме “вопрос - ответ”. Перечень контрольных вопросов прилагается к заданию .

Вес контрольных этапов выполнения РГР:

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

При наборе выше 75% расчетно-графическая работа считается выполненной.

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.

Допуск к сдаче дифференцированного зачета осуществляется при условии полного выполнения всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий.

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

Используемые критерии оценивания:

- 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 неготовность 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	Практические занятия		ОПК-4	
3	6	Раздел 1. Общие понятия и определения.	12	2	2	0	10	20	Вопросы для текущего контроля
3	6	Раздел 2. Основы трансформации теплоты.	22	12	4	8	10	20	Вопросы для текущего контроля
3	6	Раздел 3. Принципы трансформации теплоты.	31	14	4	10	17	20	Вопросы для текущего контроля
3	6	Раздел 4. Тепловой насос.	21	11	3	8	10	20	Расчетно-графическая работа
3	6	Раздел 5. Применение трансформации теплоты.	22	12	4	8	10	20	Расчетно-графическая работа
Всего за 6 семестр			108	51	17	34	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100	