

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
Димитровградский инженерно-технологический институт -  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
(ДИТИ НИЯУ МИФИ)

**УТВЕРЖДАЮ»**  
Заместитель руководителя

\_\_\_\_\_ Т.И. Романовская  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.О.04.01 Техническая термодинамика**

---

Специальность подготовки *14.05.01 ЯДЕРНЫЕ РЕАКТОРЫ И МАТЕРИАЛЫ*

Квалификация выпускника *Инженер-физик*

Специализация *Ядерные реакторы*

Форма обучения *очная*

Выпускающая кафедра *Ядерных реакторов и материалов*

Кафедра-разработчик рабочей программы *Ядерных реакторов и материалов*

Семестр	Трудоемкость час. (ЗЕТ)	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз., час./зачет)
5	3	18	18	нет	72	зачет
<b>Итого</b>	<b>3</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>нет</b>	<b>72</b>	

Димитровград  
2018 г.

## 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель преподавания данной дисциплины состоит в ознакомлении студентов с основными законами термодинамики, их связи с теорией тепловых двигателей, компрессорных, газотурбинных, паросиловых и холодильных установок. Дать представление о дифференциальных соотношениях, справедливых для всех реальных веществ и их применении для идеальных газов.

Основными задачами освоения дисциплины являются:

- понимание фундаментальных законов технической термодинамики, дифференциальных уравнений термодинамики, основ функционирования тепловых машин, аппаратов и их эффективности, рабочих процессов, протекающих в тепловых машинах;
- получение и закрепление теоретических знаний для определения термодинамических свойств рабочих тел, выбора законов и закономерностей для расчета и анализа процессов в теплоэнергетических установках, методов оценки тепловой эффективности их циклов, воспроизведения основных процессов и циклов теплоэнергетических установок в  $p,v$ -,  $T,s$ - и  $h,s$ - диаграммах.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов компетенций в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ и ОП ВО по данному направлению подготовки (специальности).

Код компетенции	Наименование компетенции
З-ОПК-1	Знать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
У-ОПК-1	Уметь использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
В-ОПК-1	Владеть навыками использования основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применения методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования

### Знать:

- на уровне представлений: фундаментальные законы технической термодинамики, являющиеся основой функционирования тепловых машин, аппаратов и их эффективности, рабочие процессы, протекающие в тепловых машинах, свойства рабочих тел и теплоносителей;
- на уровне воспроизведения: основные процессы и циклы теплоэнергетических установок (ТЭУ) в  $p,v$ -,  $T,s$ - и  $h,s$ - диаграммах;
- на уровне понимания: 1, 2 и 3-его законы технической термодинамики, закономерности процессов, протекающие в теплоэнергетических установках, свойства рабочих тел и теплоносителей;

### Уметь:

- теоретические: выбирать законы и закономерности для расчета и анализа процессов в теплоэнергетических установках, методы оценки тепловой эффективности циклов теплоэнергетических установок;
- практические: определять термодинамические свойства рабочих тел и теплоносителей, рассчитывать процессы в теплоэнергетических установках и показатели их тепловой экономичности.

**Владеть:**

- навыками термодинамического расчета с применением справочной литературы;
- навыками проведения теплотехнических измерений

В процессе освоения дисциплины у студентов развиваются следующие профессиональные компетенции:

- Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-1)

### **3 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина «Техническая термодинамика» входит в обязательную часть профессионального модуля. В соответствии с ООП ВО по специальности 140501 «Ядерные реакторы и материалы», общая трудоемкость изучаемой дисциплины составляет 108 часов (3 ЗЕТ), из них 36 часа аудиторных занятий и 72 час самостоятельной работы.

### **4 ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ**

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19).	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик профессионального модуля для формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские курсовые проекты. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий

## 5 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины Техническая термодинамика составляет 3 зачетных единиц (ЗЕТ), 108 академических часов.

Таблица 5.1

**Объем дисциплины по видам учебных занятий (в соответствии с учебным планом)**

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. часов)	Семестр*
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	3 (108)	5
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>		
занятия лекционного типа	18	18
практические занятия	18	18
<b>Самостоятельная работа обучающихся**:</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
изучение теоретического курса	72	72
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)</b>		зачет

Таблица 5.2 - Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, включая самостоятельную работу студентов, акад. часы						Формируемые индикаторы освоения компетенций
		Недели	Лекции	Практические занятия	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Самостоятельная работа	Всего часов	
1	Часть 1	1-8	9	9	к.р. -8	36	54	3- ПК-5.1, У-ПК-5.2, В-ПК-5.3
2	Часть 2	9-18	9	9	к.р - 18	36	54	3- ПК-5.1, У-ПК-5.2, В-ПК-5.3
Итого за 5 семестр			18	18		72	108	
Контрольные мероприятия за 5 семестр			18	18	зачет	72	108	3- ПК-5.1, У-ПК-5.2, В-ПК-5.3

### 5.2 Содержание дисциплины

Таблица 5.3 - Лекционный курс

## Лекционный курс

№ лекции	Номер раздела	Тема лекции и перечень дидактических единиц*	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе с использованием интерактивных образовательных технологий
<b>Часть 1</b>				
Общие термодинамические процессы и параметры состояний. Закономерности истечения сред				
1	1	Основные понятия и определения. Первый закон термодинамики	1	0,5
2	1	Второй закон термодинамики	1	0,5
3	1	Дифференциальные уравнения термодинамики. Характеристические функции.	1	0,5
4	1	Термодинамическое равновесие. Правило фаз Гиббса	1	0,5
5	2	Термодинамические процессы идеальных газов.	1	0,5
6	3	Параметры и термическое уравнение состояния смеси идеальных газов.	1	0,5
7	4	Уравнения стационарного движения газов. Изоэнтропийное течение газа по каналам переменного сечения.	1	0,5
8	4	Истечение из сосуда неограниченной ёмкости в дозвуковой и сверхзвуковой областях.	1	0,5
<b>Часть 2</b>				
Термодинамические циклы. Дросселирование. Компрессоры. Влажный воздух				
9	5	Одноступенчатый и многоступенчатый компрессоры.	1	0,5
10	6	Обобщенный термодинамический цикл тепловых двигателей	1	0,5
11	6	Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания	1	0,5
12	6	Циклы газотурбинных установок	1	0,5
13	7	Получение и процессы изменения состояния водяного пара.	1	0,5
14	7	Адиабатное истечение и дросселирование пара.	1	0,5
15	8	Теоретический пароси-	1	0,5

		ловой цикл Ренкина. Повышение экономичности цикла		
16	9	Обратный цикл Карно. Холодильные установки.	1	0,5
17	10	Параметры влажного воздуха.	1	0,5
18	10	Параметры влажного воздуха.(продолжение)	1	0,5
Итого:			18	9

### Практические занятия

Таблица 5.4

№ Занятия	Номер раздела	Тема лекции и перечень дидактических единиц*	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе с использованием интерактивных образовательных технологий
1	1	Основные понятия и определения. Первый закон термодинамики	1	0,5
2	1	Второй закон термодинамики	1	0,5
3	1	Дифференциальные уравнения термодинамики. Характеристические функции.	1	0,5
4	1	Термодинамическое равновесие. Правило фаз Гиббса	1	0,5
5	2	Термодинамические процессы идеальных газов.	1	0,5
6	3	Параметры и термическое уравнение состояния смеси идеальных газов.	1	0,5
7	4	Уравнения стационарного движения газов. Изоэнтропийное течение газа по каналам переменного сечения.	1	0,5
8	4	Истечение из сосуда неограниченной ёмкости в дозвуковой и сверхзвуковой областях.	1	0,5
9	5	Одноступенчатый и многоступенчатый компрессоры.	1	0,5
10	6	Обобщенный термодинамический цикл тепловых двигателей	1	0,5
11	6	Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания	1	0,5
12	6	Циклы газотурбинных	1	0,5

		установок		
13	7	Получение и процессы изменения состояния водяного пара.	1	0,5
14	7	Адиабатное истечение и дросселирование пара.	1	0,5
15	8	Теоретический паросиловой цикл Ренкина. Повышение экономичности цикла	1	0,5
16	9	Обратный цикл Карно. Холодильные установки.	1	0,5
17	10	Параметры влажного воздуха.	1	0,5
18	10	Параметры влажного воздуха.(продолжение)	1	0,5
Итого:			18	9

### Самостоятельная работа студента

Таблица 5.6

Раздел дисциплины	№ п/п	Вид самостоятельной работы студента (СРС) и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
	1	Подготовка к практическому занятию. Основные понятия и определения. Первый закон термодинамики	4
	2	Подготовка к практическому занятию. Второй закон термодинамики	4
	3	Подготовка к практическому занятию. Дифференциальные уравнения термодинамики. Характеристические функции.	4
	4	Подготовка к практическому занятию. Термодинамическое равновесие. Правило фаз Гиббса	4
	5	Подготовка к практическому занятию. Термодинамические процессы идеальных газов.	4
	6	Подготовка к практическому занятию. Параметры и термическое уравнение состояния смеси идеальных газов.	4
	7	Подготовка к практическому занятию. Уравнения стационарного движения газов. Изоэнтропийное течение газа по каналам переменного сечения.	4
	8	Подготовка к практическому занятию. Истечение из сосуда неограниченной ёмкости в дозвуковой и сверхзвуковой областях.	4
	9	Подготовка к практическому занятию. Одноступенчатый и многоступенчатый компрессоры.	4
	10	Подготовка к практическому занятию. Обобщенный термодинамический цикл тепловых двигателей	4
	11	Подготовка к практическому занятию. Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания	4
	12	Подготовка к практическому занятию. Циклы газотурбинных установок	4

	13	Подготовка к практическому занятию. Получение и процессы изменения состояния водяного пара.	4
	14	Адиабатное истечение и дросселирование пара.	4
	15	Теоретический паросиловой цикл Ренкина. Повышение экономичности цикла	4
	16	Обратный цикл Карно. Холодильные установки.	4
	17	Параметры влажного воздуха.	4
	18	Параметры влажного воздуха.(продолжение)	4
<b>ИТОГО:</b>			<b>72</b>

## **6 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

При реализации программы дисциплины используются различные образовательные технологии – во время аудиторных занятий они проводятся в форме лекций и практических (семинарских) занятий. Для контроля усвоения студентом разделов данного курса широко используются тестовые технологии.

Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы для подготовки к занятиям.

Предполагается использование современных образовательных технологий: компьютерная рассылка заданий, лекций и разбор опорных практических задач.

Для проведения занятий с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий используются следующие образовательные технологии и средства освоения дисциплины:

- электронная информационно-образовательная среда НИЯУ МИФИ – Режим доступа <https://eis.mephi.ru/>;
- платформа для проведения online конференций и вебинаров ZOOM – Режим доступа <https://zoom.us/>;
- файлообменная система Google Диск – Режим доступа <https://drive.google.com/>;
- система обмена текстовыми сообщениями для мобильных и иных платформ с поддержкой голосовой и видеосвязи WhatsApp;
- социальная сеть ВКонтакте;
- электронная почта преподавателей и студентов.

## **7 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)**

**Текущая и промежуточная аттестации** студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущими практические занятия по дисциплине в следующих формах:

### **Текущая аттестация:**

- выполнение письменных домашних заданий;
- выполнение индивидуальных расчетов;
- устные опросы;
- тестирование;

### **Промежуточная аттестация:**

- две контрольные работы в течение семестра.

**Итоговый контроль** по результатам семестра по дисциплине проходит в форме зачета.

Список учебно-методических материалов для проведения текущей и промежуточной аттестации включает:

- индивидуальные расчетные задания;



- контрольные работы;
- контрольные тесты.

## 8 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

N п/ п	Автор	Название	Место издания	Наименование издательства	Год издания	Количество экземпляров
<b>Основная литература</b>						
1	Цирельман, Н. М	Техническая термодинамика : учебное пособие	Санкт-Петербург	Лань	2018	1. [Электронный ресурс]: Цирельман, Н. М. Техническая термодинамика : учебное пособие / Н. М. Цирельман. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-3063-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/107965">https://e.lanbook.com/book/107965</a> (дата обращения: 07.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Петрущенко В.	Техническая термодинамика	Санкт-Петербург	Лань	2015	1. [Электронный ресурс]: Петрущенко, В. Техническая термодинамика : учебное пособие / В. Петрущенко. — Санкт-Петербург : Страта, 2015. — 160 с. — ISBN 978-5-906150-48-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/102354">https://e.lanbook.com/book/102354</a> (дата обращения: 07.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Новиков, И. И.	Новиков, И. И. Термодинамика [Электронный ресурс] / И. И. Новиков. - Москва : Лань, 2009. - 589 с.	Москва	Лань	2009	<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?p1_cid=25&amp;p1_id=286">http://e.lanbook.com/books/element.php?p1_cid=25&amp;p1_id=286</a>  1
4	Круглов, Г. А.	Круглов, Г. А. Теплотехника [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова. - Москва : Лань, 2012. - 208 с.	Москва	Лань	2012	1
<b>Дополнительная литература</b>						

1	Прокопенко, Н. И.	Прокопенко, Н. И. Термодинамический расчет идеализированного цикла поршневого двигателя внутреннего сгорания [Текст] [Электронный ресурс] : учеб. / Н. И. Прокопенко. - Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 143 с. <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=4383">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=4383</a>	Москва	Бином. Лаборатория знаний	2012	<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=4383">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=4383</a>
2	<a href="#">Замалеев, З. Х.</a>	<a href="#">Замалеев, З. Х.</a> Основы гидравлики и теплотехники [Электронный ресурс] / З. Х. Замалеев, В. Н. Посохин, В. М. Чефанов. - Москва : Лань", 2014. - 35	Москва	Лань	2012	1 в ЭБС МИФИ
3	Черноуцан А.И.	Черноуцан А.И. Краткий курс физики [Электронный ресурс]: Учебное пособие /А.И.Черноуцан. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011 - 320 с <a href="http://www.knigafund.ru/books/115994">http://www.knigafund.ru/books/115994</a>	Москва	ФИЗМАТЛИТ	2011	1 <a href="http://www.knigafund.ru/books/115994">http://www.knigafund.ru/books/115994</a>

## 8.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Таблица 8.2 – Рекомендуемые электронно-библиотечные системы

№	Наименование ресурса
1	<a href="http://www.library.mephi.ru/">http://www.library.mephi.ru/</a>
2	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	ЭБС НИЯУ МИФИ
4	ЭБС «Лань»
5	ЭБС «Консультант студента»
6	ЭБС «ЮРАЙТ»

## 8.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8.3 – Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

№	Наименование	Краткое описание
---	--------------	------------------

1	Windows 10 Pro	Операционная система
2	Microsoft Office	Пакет офисных приложений
3	Браузеры: Internet Explorer 10, Internet Explorer 9, Internet Explorer 8, FireFox 10, Safari 5, Google Chrome 17	Специальные программы для просмотра веб-страниц, поиска контента, файлов и их каталогов в Интернете
4	Антиплагиат.ВУЗ	Интернет-сервис для вузов, предназначенный для оценки степени самостоятельности письменных работ обучающихся

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Технические средства обучения: компьютеры (монитор, системный блок, клавиатура, мышка)

## **10 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 N 245);

- Положением об организации обучения студентов-инвалидов и студентов с ограниченными возможностями здоровья в НИЯУ МИФИ, утвержденным 29.08.2017г.;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).