

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Нововоронежский политехнический институт –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(НВПИ НИЯУ МИФИ)**

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**учебной дисциплины**

**ОП.10 Теплотехника**

для специальности

14.02.01 Атомные электрические станции и установки

Нововоронеж 2023 г

Рабочая программа учебной дисциплины разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее - ФГОС) по специальности (специальностям) среднего профессионального образования (далее СПО) 14.02.01 Атомные электрические станции и установки

Организация-разработчик: Нововоронежский политехнический колледж - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Разработчик: Тарасова Н.М., преподаватель высшей квалификационной категории

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Общая характеристика рабочей программы учебной дисциплины	4
2	Структура и содержание учебной дисциплины	7
3	Условия реализации рабочей программы учебной дисциплины	14
4	Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины	17

# **1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ОП.10 ТЕПЛОТЕХНИКА**

## **1.1 Место дисциплины в структуре основной образовательной программы:**

Рабочая программа дисциплины ОП.10 Теплотехника является частью образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности СПО 14.02.01 Атомные электрические станции и установки и предусматривает изучение основных термодинамических состояний рабочего тела, сущность 1-го и 2-го законов термодинамики, методов исследования термодинамических процессов, теоретические основы тепло- и массообмена, методов расчета процессов теплообмена, основ современных методов проектирования и расчета теплообменного оборудования, применяемых в профессиональной деятельности.

Учебная дисциплина Теплотехника обеспечивает формирование профессиональных (ПК) и общих компетенций (ОК) по всем видам деятельности ФГОС по специальности 14.02.01 Атомные электрические станции и установки. Особое значение дисциплина имеет при формировании и развитии ОК.

## **1.2 Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Содержание учебной дисциплины ориентировано на подготовку студентов к освоению профессиональных модулей основной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности СПО 14.02.01 Атомные электрические станции и установки и овладению профессиональными (ПК) компетенциями:

ПК 1.1. Проводить профилактический осмотр установок и устройств, узлов и деталей, средств измерений и автоматизации

ПК 1.2. Выявлять и определять причины неисправностей оборудования и технических систем.

ПК 1.4. Подготавливать оборудование и трубопроводы к дезактивации и ремонту.

ПК 2.3. Принимать меры при отклонениях от технологических режимов эксплуатации теплоэнергетического оборудования и технических систем.

В процессе освоения дисциплины у студентов должны быть сформированы общие компетенции (ОК):

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Код ПК, ОК	Умения	Знания
ОК 1-3, 5, 7-10, ПК. 1.1, 1.2, 1.4, 2.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать параметры состояния газов;</li> <li>- изображать графически термодинамические процессы;</li> <li>- производить расчеты процессов теплообмена различного теплообменного оборудования.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- свойства и законы идеальных и реальных газов, циклы тепловых двигателей, способы передачи теплоты;</li> <li>- основные положения технической термодинамики;</li> <li>- термодинамические процессы водяного пара;</li> <li>- циклы паротурбинных установок;</li> <li>- основы теории подобия и моделирования;</li> <li>- особенности процессов теплообмена в различных конструкциях;</li> <li>- назначение и классификацию теплообменных аппаратов.</li> </ul>

Рабочая программа дисциплины предполагает формирование личностных результатов:

Код личностных результатов	Личностные результаты реализации программы воспитания (дескрипторы)

<b>ЛР 22</b>	Готовый соответствовать ожиданиям работодателей и умеющий быстро адаптироваться на рабочем месте, самостоятельный и ответственный в принятии решений в профессиональной сфере
<b>ЛР 19</b>	Демонстрирующий умение планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере

Программа направлена на актуализацию задач воспитания не только во внеурочной деятельности, но и в учебном процессе. Усиление воспитательного элемента учебного процесса предусматривает планирование формирования личностных результатов в ходе реализации основной образовательной программы.

## 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
<b>Объем образовательной программы</b>	<b>130</b>
Учебная нагрузка во взаимодействии с преподавателем	<b>122</b>
в том числе:	
теоретическое обучение (лекции)	66
практические занятия	14
лабораторные занятия	18
курсовая работа	20
Промежуточная аттестация	7
Консультации	4
Промежуточная аттестация в форме <i>экзамена</i>	

## 2.2 Тематический план и содержание дисциплины Теплотехника

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся		Объем часов	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
<b>Раздел 1</b>	<b>Основные понятия и законы термодинамики</b>		<b>26</b>	
<b>Тема 1.1 Основные положения технической термодинамики.</b>	1	Предмет технической термодинамики. Основные определения. Термодинамическая система. Основные параметры состояния Равновесные и неравновесные состояния и процессы	4	ОК02, ОК07, ПК2.3
	2	Определение идеального газа. Основные законы газов. Уравнение состояния идеального газа. Смеси идеальных газов. Уравнение состояния для смеси идеальных газов		
	3	<b>Практическая работа №1</b> Основные параметры состояния рабочего тела	2	
<b>Тема 1.2 Теплоемкость идеальных газов</b>	1	Понятие о теплоемкости идеальных газов. Зависимость теплоемкости газов от температуры. Виды теплоемкостей. Определение теплоемкостей газов по таблицам и уравнениям. Теплоемкость смеси газов	2	ОК02, ОК09, ПК2.3
<b>Тема 1.3 Основные законы термодинамики</b>	1	Сущность первого закона термодинамики и его аналитическое выражение. Работа расширения или сжатия газа, ее изображение и определение с помощью PV-диаграммы. Внутренняя энергия газа. Понятие об энтальпии газа. Уравнение первого закона термодинамики для потока и его анализ	2	ОК01, ОК02, ПК2.3
	2	Содержание второго закона термодинамики и его формулировки Круговые термодинамические процессы (циклы). Прямой и обратный циклы. Понятие о термическом КПД и холодильном коэффициенте цикла. Цикл Карно и его исследование. Понятие об энтропии. Обратимые и необратимые процессы. Изменение энтропии в необратимых процессах	2	



Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся		Объем часов	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
<b>Тема 1.4 Основные термодинамические процессы</b>	1	Основные процессы: изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный и политропный. Их исследование в PV и TS-диаграммах. Дросселирование газов и паров. Сущность процесса. Изменение параметров в процессе адиабатного дросселирования	4	ОК02, ПК2.3
	2	Уравнение состояния основных термодинамических процессов, их изображение в PV-диаграмме. Зависимость между параметрами состояния газа. Определение работы, изменения внутренней энергии и количества теплоты. Уравнение первого закона термодинамики для каждого процесса. Взаимное расположение изотерм и адиабат в PV-диаграмме		
<b>Тема 1.5 Фазовые переходы и водяной пар</b>	1	Фазовые переходы. P,T- и P,V-диаграммы фазовых переходов. Свойства и параметры состояния водяного пара. Их определение с помощью таблиц. Энтропийные диаграммы водяного пара T,S и I,S	2	ОК02, ПК2.3, ПК2.3
	2	Самостоятельная работа Изображение фазовых переходов веществ в P,T- и P,V-диаграммах. I,S-диаграмма газообразного и жидкого состояния воды. Устройство таблиц насыщенного и перегретого водяного пара. Нахождение параметров воды, сухого насыщенного пара, перегретого и влажного с помощью диаграммы I,S- и таблиц водяного пара. Степень сухости водяного пара и его использование при определении параметров влажного пара. Нахождение работы и количества теплоты в процессах изменения	2	
<b>Тема 1.6 Термодинамические циклы двигателей внутреннего сгорания</b>	1	Основные понятия и определения. Цикл ДВС с подводом теплоты при постоянном давлении, объеме. Цикл ДВС со смешанным подводом теплоты. Сравнение циклов поршневых двигателей	2	

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся		Объем часов	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
<b>Тема 1.7</b> <b>Газовый цикл</b>	1	Циклы газотурбинных установок (ГТУ). Понятие о газовой турбине. Принципиальная схема цикла ГТУ с подводом тепла при постоянном давлении. Изображение цикла в P,V- и T,S-диаграммах. Термический КПД цикла. Цикл с подводом тепла при постоянном объеме. Регенеративный цикл газотурбинной установки. Пути увеличения термического КПД ГТУ	2	ОК02, ОК07, ПК1.2, ПК2.3
<b>Тема 1.8</b> <b>Циклы теплосиловых установок</b>	1	Цикл Ренкина. Принципиальная схема конденсационной электрической станции (КЭС). Пути повышения экономичности паросиловых установок. Основы теплофикации. Принципиальная схема теплоэлектростанции (ТЭЦ) Теплосиловой цикл Ренкина с перегревом пара. Схема установки и изображение цикла в T,S- диаграмме. Изображение подведенной и отведенной теплоты в этом цикле в T,S-диаграмме. Вычисление термического КПД цикла	4	ОК02, ОК07, ПК1.2, ПК2.3
	3	<b>Практическая работа №2</b> Связь между параметрами состояния. Уравнения состояния идеальных газов	2	
	4	<b>Практическая работа №3</b> Теплоемкость газов	2	
	5	<b>Практическая работа №4</b> Основные законы термодинамики	2	
	6	<b>Практическая работа №5</b> Термодинамические процессы	2	
	7	<b>Практическая работа №6</b> Водяной пар. Процессы изменения состояния водяного пара	2	
<b>Раздел 2</b>	<b>Теория теплообмена</b>		<b>40</b>	
<b>Тема 2.1</b> <b>Теплопроводность</b>	1	Процесс теплопередачи и способы переноса теплоты. Расчленение сложного процесса теплопередачи на простые явления переноса теплоты: теплопроводность, конвекцию и тепловые излучения	2	ОК09, ПК2.3
	2	Основные определения. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Уравнение Фурье для стационарной теплопроводности. Коэффициент теплопроводности. Расчет теплопроводности плоских и цилиндрических стенок с внешними и внутренними источниками теплоты при ста-	2	

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся		Объем часов	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
		ационарном режиме		
	3	<b>Практическая работа №7</b> Теплопроводность	2	
<b>Тема 2.2</b> <b>Конвективный теплообмен</b>	1	Виды течения жидкостей и газов. Основные понятия теории пограничного слоя жидкости и газа. Особенности обтекания тел в условиях вынужденной и естественной конвекции. Коэффициент теплоотдачи и его зависимость от различных факторов	2	ОК07, ПК1.2, ПК2.3
	2	Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена. Основные понятия теории теплового подобия. Критериальные зависимости для расчета коэффициента теплоотдачи при контакте газов и жидкостей с твердыми поверхностями различной формы. Теплообмен при кипении жидкостей и конденсации пара	2	
<b>Тема 2.3</b> <b>Теплообмен при вынужденном и свободном движении теплоносителей</b>	1	Вынужденное движение жидкости в трубах. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубах. Теплоотдача при поперечном омывании одиночной гладкой трубы и пучка труб. Особенности расчета коэффициента теплоотдачи при поперечном омывании пучка оребренных труб	4	ОК07, ПК1.2, ПК1.4, ПК2.3
	2	Теплоотдача при свободном движении жидкости. Теплообмен при кипении жидкости. Теплоотдача при конденсации пара	4	ОК01, ОК07, ПК1.1, ПК2.3,
<b>Тема 2.4</b> <b>Лучистый теплообмен</b>	1	Сущность процесса. Основные законы теплового излучения. Лучистый теплообмен между телами. Тепловое излучение газов	2	ОК02, ПК2.3
	2	Законы теплового излучения: Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа и Ламберта	2	
<b>Тема 2.5</b> <b>Теплопередача</b>	1	Сложный теплообмен. Теплопередача через стенки. Тепловая изоляция. Критический диаметр изоляции	4	ОК07, ПК1.2, ПК1.4, ПК2.3
	2	Сущность процесса. Коэффициент теплопередачи. Связь между	4	

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся		Объем часов	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
		коэффициентами теплопередачи и коэффициентами теплопроводности и теплоотдачи в зависимости от формы стенки, разделяющей горячий теплоноситель от холодного		
	3	Уравнение теплопередачи. Расчетные зависимости коэффициентов теплопередачи от коэффициентов теплоотдачи и теплопроводности для однослойных и многослойных плоских и цилиндрических стенок	4	
<b>Тема 2.6 Теплообменные аппараты</b>	1	Типы аппаратов. Основные положения теплового расчета рекуперативных аппаратов на базе уравнений теплопередачи и теплового баланса	4	ОК01,ПК2.3
	2	Определение среднего температурного напора между теплоносителями. Принцип работы теплообменных аппаратов регенеративных, рекуперативных и смешительных	4	
<b>Лабораторные работы</b>	1	Лабораторная установка - Теплотехника жидкости: Лабораторная работа № 1 Определение теплоемкости жидкости методом нагрева потока жидкости Лабораторная работа № 2 Определение вязкости жидкости при различной температуре по теории ламинарного течения Лабораторная работа № 3 Определение коэффициента теплопередачи при движении жидкости в трубе при различных скоростях течения Лабораторная работа № 4 Определение передаваемой тепловой мощности теплообменника типа «труба в трубе» в зависимости от направления потоков жидкости Лабораторная работа № 5 Определение передаваемой тепловой мощности кожухотрубного теплообменника в зависимости от схемы движения теплоносителей Лабораторная работа № 6 Определение передаваемой тепловой мощности воздушно-водяного теплообменника с принудительным охлаждением	18	ЛР19,ЛР22

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем часов	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
<b>Курсовая работа</b>	Тепловой расчет теплообменных аппаратов различных типов Основные положения теории теплообмена. Классификация теплообменных аппаратов. Виды теплоносителей. Основные положения теплового расчета теплообменных аппаратов. Уравнение теплового баланса. Уравнение теплопередачи. Краткая характеристика теплообменного аппарата	<b>20</b>	<b>ЛР19,ЛР22</b>

### **3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **3.1 Требования к минимальному материально-техническому обеспечению**

Реализация программы дисциплины требует наличия лабораторий технологического оборудования.

Оборудование лаборатории:

- посадочные места по количеству обучающихся;
- рабочее место преподавателя;
- стенды;
- методические материалы по организации и проведению практических занятий, лабораторных работ;
- учебный лабораторный комплекс Теплотехника жидкости ТПЖ-010-6ЛР-01.00-000 РЭ.

Технические средства обучения:

- компьютер с лицензионным программным обеспечением.

#### **3.2 Информационное обеспечение обучения**

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

##### **3.2.1 Печатные издания**

1. Быстрицкий, Г. Ф. Основы теплотехники и энергосиловое оборудование промышленных предприятий: учебник для среднего профессионального образования / Г. Ф. Быстрицкий. — 5-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 305 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-12281-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/476293>.
2. Теплотехника. В 2 т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена: учебник для бакалавриата и магистратуры / В.Л. Ерофеев, А.С. Пряхин, П.Д. Семенов; под ред. В.Л. Ерофеева, А.С. Пряхина. — М.: Издательство Юрайт, 2017.

3. Теплотехника. В 2 т. Том 2. Энергетическое использование теплоты: учебник для бакалавриата и магистратуры / В.Л. Ерофеев, А.С. Пряхин, П.Д. Семенов; под ред. В.Л. Ерофеева, А.С. Пряхина. – М.: Издательство Юрайт, 2017.
4. Теплотехника и энергосиловое оборудование промышленных предприятий: учебник для академического бакалавриата / Г. Ф. Быстрицкий. — 5-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2017.
5. Теплотехника. Практикум: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В. Л. Ерофеев [и др.]; под ред. В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. — М.: Издательство Юрайт, 2017.
6. Методические указания к курсовой работе по ОП.11 Теплотехника, 2020.
7. Методические указания к практическим работам по ОП.11 Теплотехника, 2020.
8. Методические указания к лабораторным работам по ОП.11 Теплотехника, 2020

### **3.2.2 Электронные издания (электронные ресурсы)**

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/>
2. Министерство образования и науки РФ ФГАУ «ФИРО» <http://www.firo.ru/>
3. Электронно-библиотечная система издательства «Юрайт» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://urait.ru> – Доступ по логину и паролю.
4. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru>
5. Российский общеобразовательный портал <http://www.school.edu.ru>
6. ЭБС «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru/>
7. ЭБС «Book.ru» <https://www.book.ru>
8. Росатом, Госкорпорация (полный цикл в сфере атомной энергетики и промышленности, Москва) <http://www.rosatom.ru/>
9. «Концерн Росэнергоатом», ОАО (компания, эксплуатирующая АЭС России, Москва) <http://www.rosenergoatom.ru/>
10. <http://1000v.info>- информационный энергетический портал

### **3.2.3 Дополнительные источники**

1. Теоретические основы теплотехники. / И.А. Прибытков, И.А. Левицкий; под ред. И.А. Прибыткова. – М.: Издательский центр «Академия», 2014.

2. Теплотехническое оборудование: учебник для студ. учреждений средн. проф. образования / В.М. Боровков, А.А. Калютник, В.В. Сергеев. – 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2015.
3. Справочник по теплообменным аппаратам/ П.И. Бажан, Г.Е. Каневец, В.М. Селиверстов.–М.:Машиностроение,1989.
4. Теплотехника: Техническая термодинамика и теплопередача: учебник / М.К. Овсянников, И.И. Костылев, Е.Г. Орлова. – СПб.: Нестор-история, 2013.
5. Техническая термодинамика и теплопередача: учебное пособие для академического бакалавриата / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2016.



## 4 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, проектов, исследований.

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
<b>уметь:</b> - производить теплотехнические расчеты с использованием диаграмм и таблиц термодинамических свойств воды и водяного пара;	Оценка результатов выполнения лабораторной работы
-графически изображать процессы в $PV$ , $T S$ и $hS$ – диаграммах	Графические работы, контрольная работа, упражнения
-сравнивать экономичность тепловых двигателей	Оценка результатов выполнения лабораторной работы
- пользоваться теплофизическими справочниками при определении физических величин потока;	Оценка результатов выполнения лабораторной работы
- подбирать и рассчитывать коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи	Оценка результатов выполнения лабораторной работы, курсовая работа
- определять термический коэффициент полезного действия цикла Ренкина с использованием диаграмм и таблиц водяного пара; - производить расчет теплового баланса и теплопередачи теплообменных аппаратов.	Лабораторный практикум, отчеты по лабораторному практикуму, курсовая работа
<b>знать:</b> -основные процессы и законы изменения состояния идеальных и реальных газов - циклы тепловых двигателей и паросиловых установок	Устный опрос, тестирование, экзамен  Устный опрос, тестирование
- основные методы расчета термического коэффициента полезного действия;	Устный опрос, тестирование
- способы передачи тепла между телами; -основные законы и уравнения теплового расчета; - свойства теплового излучения; - основные законы теплового излучения: - расчетные критериальные уравнения;	Устный опрос, тестирование
- принципиальную схему паротурбинной установки - работу турбины и питательного насоса.	Групповой: рефераты (доклады), Индивидуальный: творческое задание (исследовательская работа, проектная работа).

