

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

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора

Т.В. Труфанова

«29» октября 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОП.07 ТЕПЛОТЕХНИКА

Специальность: 15.02.09 Аддитивные технологии

Квалификация: техник-технолог

Форма обучения: очная

Трехгорный
2025

СОДЕРЖАНИЕ

1 ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....	3
2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	8
3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ.....	14
4 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	16
ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ	17

1 ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Область применения программы

Рабочая программа учебной дисциплины «Теплотехника» является частью программы подготовки специалистов среднего звена на основании:

- Федерального государственного образовательного стандарта по специальности 15.02.09 «Аддитивные технологии», утвержденного приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 08 ноября 2023 г. № 835;
- программы подготовки специалистов среднего звена по специальности СПО 15.02.09 «Аддитивные технологии».

1.2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы: дисциплина входит в общепрофессиональный цикл.

1.3. Цели и задачи дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины:

В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь:

- оценивать параметры состояния термодинамических систем и эффективность термодинамических процессов;
- рассчитывать показатели параметров теплообмена;
- анализировать термодинамические процессы в теплотехнических устройствах, применяющихся в аддитивном производстве.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:

- основные свойства и параметры состояния термодинамических систем;
- законы термодинамики и их математическое описание;
- термодинамические процессы и основы их анализа;
- термодинамика потока, элементы химической термодинамики;
- основные закономерности теплообмена и массообмена при стационарном и нестационарном режимах;
- способы управления параметрами теплообмена.

Рабочая программа дисциплины «Теплотехника» направлена на формирование у студентов следующих компетенций.

Общие компетенции:

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

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Профессиональные компетенции:

ПК 2.4 Контролировать функционирование аддитивной установки, регулировать ее элементы, корректировать параметры работы.

1.4. Рекомендуемое количество часов на освоение программы дисциплины:

- максимальной учебной нагрузки обучающегося **144** часа, в том числе:
- обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося **120** часов;
- самостоятельной работы студента – **6** часов;
- промежуточной аттестации **18** часов.

Задачи воспитания дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального циклов			
Естественнонаучный и общепрофессиональный модули			
Профессиональное и трудовое воспитание	- формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (B14)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для: - формирования позитивного отношения к получаемой профессии по квалификации программист, техник, специалист по электронным приборам и устройствам, понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач. - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов.	1 Организация системы взаимодействия с Молодежным Объединением и Отраслевым центром компетенций ФГУП "Приборостроительный завод им. К.А. Володина", отделом практики ТТИ НИЯУ МИФИ. 2. Участие и организация профориентационных мероприятий для школьников 1-11 классов. 3. "Дни карьеры ГК «Росатом». 4. Цикл мероприятий, посвященных 75-летию атомной промышленности. 5. Участие в организации внутривузовского чемпионата WorldSkills. 6. Проведение презентаций предприятий, организация встреч работодателей с выпускниками ВО и СПО. 7. Семинары-тренинги для выпускников по навыкам поиска работы и трудоустройству 8. Анкетирование выпускников. 9. Организация адаптации студентов – практикантов в рамках академической мобильности студентов НИЯУ МИФИ. 10. Ежегодный фестиваль для молодежи и школьников горнозаводского края Челябинской области "За техническое образование". 11. Церемония награждения студентов "Трудовое лето". 12. Организация мероприятий по летней занятости студентов. Работа стройотряда "Импульс". 13. Конкурсы профессионального мастерства, стажировки, профессиональные про-

			бы.
	- формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии (B15)	Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для: - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, потребности в достижении результата, понимания функциональных обязанностей и задач избранной профессиональной деятельности, чувства профессиональной ответственности через выполнение учебных, в том числе практических заданий, требующих строгого соблюдения правил техники безопасности и инструкций по работе с оборудованием в рамках лабораторного практикума.	
	- формирование культуры исследовательской и инженерной деятельности (B16)	Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля, для формирования навыков владения эвристическими методами поиска и выбора технических решений в условиях неопределенности через специальные задания (методики ТРИЗ, морфологический анализ, мозговой штурм и др.), через организацию проектной, в том числе самостоятельной работы обучающихся с использованием программных пакетов.	

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Количество часов
Максимальная учебная нагрузка (всего)	144
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	120
в том числе:	
Лекции, уроки	82
Практические занятия	36
Консультации	-
Самостоятельная работа обучающегося (всего)	2
Итоговая аттестация: экзамен	18

2.2.Примерный тематический план и содержание учебной дисциплины «Теплотехника»

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные и практические работы, самостоятельная работа обучающихся		Объем часов	Формируемые компетенции элементов программы
Раздел 1. Основные понятия и законы термодинамики			72	
Тема 1.1 Основные положения технической термодинамики.	1	Предмет технической термодинамики. Основные определения. Термодинамическая система. Основные параметры состояния Равновесные и неравновесные состояния и процессы	4	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 09, ПК 2.4
	2	Определение идеального газа. Основные законы газов. Уравнение состояния идеального газа. Смеси идеальных газов. Уравнение состояния для смеси идеальных газов		
	3	Практическая работа №1 Основные параметры состояния рабочего тела	4	
Тема 1.2 Теплоемкость идеальных газов	1	Понятие о теплоемкости идеальных газов. Зависимость теплоемкости газов от температуры. Виды теплоемкостей. Определение теплоемкостей газов по таблицам и уравнениям. Теплоемкость смеси газов	2	
Тема 1.3 Основные законы термодинамики	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	4	
	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	4	
Тема 1.4 Основные термодинамические процессы	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	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 09, ПК 2.4

	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		
Тема 1.5 Фазовые переходы и водяной пар	1	Фазовые переходы. P,T - и P,V -диаграммы фазовых переходов. Свойства и параметры состояния водяного пара. Их определение с помощью таблиц. Энтальпийные диаграммы водяного пара T,S и I,S	4	
	2	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	4	
Тема 1.6 Термодинамические циклы двигателей внутреннего сгорания	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	
Тема 1.7 Газовый цикл	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	4	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 09, ПК 2.4
Тема 1.8 Циклы теплосиловых установок	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	
	2	Комбинированная выработка на электростанциях электроэнергии и теплоты. Принципиальная схема теплоэлектроцентрали. Коэффициент использования теплоты K , характеризующий эффективность ТЭЦ	4	

	3	Практическая работа №2 Связь между параметрами состояния. Уравнения состояния идеальных газов	4	
	4	Практическая работа №3 Теплоемкость газов	4	
	5	Практическая работа №4 Основные законы термодинамики	4	
	6	Практическая работа №5 Термодинамические процессы	4	
	7	Практическая работа №6 Водяной пар. Процессы изменения состояния водяного пара	6	
	8	Практическая работа №7 Круговые процессы	6	
Раздел 2. Теория теплообмена			46	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 09, ПК 2.4
Тема 2.1 Теплопроводность	1	Процесс теплопередачи и способы переноса теплоты. Расчленение сложного процесса теплопередачи на простые явления переноса теплоты: теплопроводность, конвекцию и тепловые излучения	4	
	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 стационарном режиме	4	
	3	Практическая работа №8 Теплопроводность	2	
Тема 2.2 Конвективный теплообмен	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	4	
	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	4	
	4	Практическая работа №9 Конвективный теплообмен	2	
Тема 2.3 Теплообмен при вынужденном и свободном движении	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	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 09, ПК 2.4

теплоносителей	2	Теплоотдача при свободном движении жидкости. Теплообмен при кипении жидкости. Теплоотдача при конденсации пара	2	
Тема 2.4 Лучистый теплообмен	1	Сущность процесса. Основные законы теплового излучения. Лучистый теплообмен между телами. Тепловое излучение газов	2	
	2	Законы теплового излучения: Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа и Ламберта	2	
Тема 2.5 Теплопередача	1	Сложный теплообмен. Теплопередача через стенки. Тепловая изоляция. Критический диаметр изоляции	2	
	2	Сущность процесса. Коэффициент теплопередачи. Связь между коэффициентами теплопередачи и коэффициентами теплопроводности и теплоотдачи в зависимости от формы стенки, разделяющей горячий теплоноситель от холодного	4	
	3	Уравнение теплопередачи. Расчетные зависимости коэффициентов теплопередачи от коэффициентов теплоотдачи и теплопроводности для однослойных и многослойных плоских и цилиндрических стенок	4	
Тема 2.6 Теплообменные аппараты	1	Типы аппаратов. Основные положения теплового расчета рекуперативных аппаратов на базе уравнений теплопередачи и теплового баланса	2	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 09, ПК 2.4
	2	Определение среднего температурного напора между теплоносителями. Принцип работы теплообменных аппаратов регенеративных, рекуперативных и смешительных	4	
Самостоятельная работа Уравнение первого закона термодинамики в дифференциальной форме. Зависимость внутренней энергии от температуры. Зависимость работы расширения от изменения объема тела. Уравнение первого закона термодинамики для потока газа или жидкости. Работа, количество теплоты и изменение энтропии в изохорном, изобарном, изотермическом, адиабатном и политропном процессах. Экономичность реальных поршневых двигателей. Эффективный, индикаторный КПД ДВС. Циклы компрессоров. Принцип работы одноступенчатого компрессора. Работа одноступенчатого компрессора при изотермическом, адиабатном и политропном сжатии. Многоступенчатое сжатие в компрессоре. Оптимальное распределение давлений по ступеням Формула Ньютона-Рихмана для определения количества теплоты при теплоотдаче конвекцией. Коэффициент теплоотдачи и его зависимость от режима течения жидкости и газов и других факторов. Критерии подобия Нуссельта, Рейнольдса, Грасгофа, Прандтля и их вычисление по известным геометрическим, скоростным, температурным и физическим характеристикам систем, в которых протекает процесс теплообмена. Критери-			6	

альные уравнения стационарных процессов теплообмена при вынужденном движении теплоносителей и естественной конвекции. На базе критериальных уравнений вычисление коэффициентов теплоотдачи. Формирование пограничного ламинарного слоя при обтекании газами. Принцип работы теплообменных аппаратов регенеративных, рекуперативных и смешительных. Уравнения теплового баланса и теплопередачи рекуперативных аппаратов		
Промежуточная аттестация	18	
Итого	144	

3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Реализация программы дисциплины требует наличия учебного кабинета физики для проведения лекций и практических занятий:

- Доступ к сети Интернет;
- Комплект мультимедийного оборудования:
- Проектор Acer X 1240;
- Экран настенный;
- Ноутбук Lenovo IdeaPad 570 15.6" с возможностью подключения к сети

«Интернет» (обеспечен лицензионным и свободно распространяемым программным обеспечением, в том числе отечественного производства);

- Стол преподавателя;
- Стул преподавателя;
- Столы ученические – 20 шт.;
- Стулья ученические – 40 шт.

Помещение для самостоятельной работы.

Библиотека ТТИ НИЯУ МИФИ, читальный зал с выходом в сеть Интернет и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде:

- Компьютер Дабл Ю Office Intel Pentium G3220/H81/DDR3 – 2 шт.;
- Моноблок Lenovo S40-40 21.5" FHD CelDC – 8 шт. (обеспечены лицен-

зионным и свободно распространяемым программным обеспечением, в том числе отечественного производства);

- Проектор;
- Экран;
- Принтер;
- Выставочные шкафы – 4 шт.,
- Столы ученические – 12 шт.,
- Стулья ученические – 24 шт.

3.2. Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основная литература

1. Ерофеев, В. Л. Теплотехника в 2 т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена : учебник для вузов / В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семенов ; под редакцией В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 308 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01738-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/560724>.

2. Смирнова, М. В. Теоретические основы теплотехники : учебник для среднего профессионального образования / М. В. Смирнова. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 237 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-12210-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/566669>.

3. Лисиенко, В. Г. Теплофизика металлургических процессов : учебник для вузов / В. Г. Лисиенко, В. И. Лобанов, Б. И. Китаев. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 220 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13292-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/566326>.

Дополнительная литература

1. Смирнова, М. В. Теоретические основы теплотехники : учебник для вузов / М. В. Смирнова. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 237 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13322-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/566697>.

2. Ерофеев, В. Л. Теплотехника в 2 т. Том 2. Энергетическое использование теплоты : учебник для среднего профессионального образования / В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семенов ; под редакцией В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 199 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-06943-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/564868>.

4 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
1	2
Умения: – оценивать параметры состояния термодинамических систем и эффективность термодинамических процессов; – рассчитывать показатели параметров теплообмена; – анализировать термодинамические процессы в теплотехнических устройствах, применяющихся в аддитивном производстве.	Экспертная оценка результатов деятельности обучающегося при выполнении и защите результатов практических занятий, Проектная работа, Оценка решений ситуационных задач, Экзамен
Знания: – основные свойства и параметры состояния термодинамических систем, – законы термодинамики и их математическое описание; – термодинамические процессы и основы их анализа; – термодинамика потока, элементы химической термодинамики; – основные закономерности теплообмена и массообмена при стационарном и нестационарном режимах; – способы управления параметрами теплообмена	Экспертная оценка результатов деятельности обучающегося при выполнении и защите результатов практических занятий, Тестирование, Устный опрос, Экзамен

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Изменение	Номер страницы	Дата утвержде- ния, № протокола	Подпись
1				
2				
3				