

**Приложение 2.7**  
**к ОПОП-П по специальности**  
15.02.09 Аддитивные технологии

**Рабочая программа дисциплины**  
**«ОП.07 ТЕПЛОТЕХНИКА»**

## СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

|  |          |
|--|----------|
| <b>СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ.....</b>   | <b>2</b> |
| <b>1. Общая характеристика рабочей программы учебной дисциплины.....</b> | <b>3</b> |
| 1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы ..... | 3        |
| 1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины .....                    | 3        |
| <b>2. Структура и содержание дисциплины .....</b>                        | <b>5</b> |
| 2.1. Трудоемкость освоения дисциплины.....                               | 5        |
| 2.2. Содержание дисциплины .....   | 6        |
| <b>3. Условия реализации дисциплины.....</b>                             | <b>9</b> |
| 3.1. Материально-техническое обеспечение .....                           | 9        |
| 3.2. Учебно-методическое обеспечение.....                                | 9        |
| <b>4. Контроль и оценка результатов освоения дисциплины .....</b>        | <b>9</b> |

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## «ТЕПЛОТЕХНИКА»

### 1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Цель дисциплины «Теплотехника»: в формировании у обучающихся знаний и умений, необходимых для понимания и анализа тепловых процессов, происходящих в технологическом оборудовании, в частности в аддитивных установках, а также для обеспечения эффективного и безопасного управления этими процессами в производственной среде.

Дисциплина «Теплотехника» включена в обязательную часть общепрофессионального цикла основной профессиональной образовательной программы среднего профессионального образования по специальности 15.02.09 «Аддитивные технологии».

### 1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины

Результаты освоения дисциплины соотносятся с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представленными в матрице компетенций выпускника (п. 4.3 ОПОП-П).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

| Код ОК,<br>ПК | Уметь  | Знать  |
|---------------|--|--|
| ОК.01         | <ul style="list-style-type: none"> <li>– распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части</li> <li>– определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы</li> <li>– выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы</li> <li>– владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах</li> <li>– оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить</li> <li>– структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях</li> <li>– основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте</li> <li>– методы работы в профессиональной и смежных сферах</li> <li>– порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности</li> </ul> |
| ОК 03         | <ul style="list-style-type: none"> <li>– определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности</li> <li>– применять современную научную профессиональную терминологию</li> <li>– определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования</li> <li>– выявлять достоинства и недостатки коммерческой идеи</li> <li>– определять инвестиционную привлекательность коммерческих идей в</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– содержание актуальной нормативно-правовой документации</li> <li>– современная научная и профессиональная терминология</li> <li>– возможные траектории профессионального развития и самообразования</li> <li>– основы предпринимательской деятельности, правовой и финансовой грамотности</li> <li>– правила разработки презентации</li> </ul>   |

| Код ОК, ПК                 | Уметь   | Знать  |
|----------------------------|---|--|
|                            | <p>рамках профессиональной деятельности, выявлять источники финансирования</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– презентовать идеи открытия собственного дела в профессиональной деятельности</li> <li>– определять источники достоверной правовой информации</li> <li>– составлять различные правовые документы</li> <li>– находить интересные проектные идеи, грамотно их формулировать и документировать</li> <li>– оценивать жизнеспособность проектной идеи, составлять план проекта</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные этапы разработки и реализации проекта</li> </ul>   |
| ОК 04                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>– организовывать работу коллектива и команды</li> <li>– взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– психологические основы деятельности коллектива</li> <li>– психологические особенности личности</li> </ul>   |
| ОК 07                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>– соблюдать нормы экологической безопасности</li> <li>– определять направления ресурсосбережения в рамках профессиональной деятельности по специальности</li> <li>– организовывать профессиональную деятельность с соблюдением принципов бережливого производства</li> <li>– организовывать профессиональную деятельность с учетом знаний об изменении климатических условий региона</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– правила экологической безопасности при ведении профессиональной деятельности</li> <li>– основные ресурсы, задействованные в профессиональной деятельности</li> <li>– пути обеспечения ресурсосбережения</li> <li>– принципы бережливого производства</li> </ul>   |
| ПК 2.4<br>ПК 2.6<br>ПК 2.7 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализировать тепловые процессы в технологическом оборудовании;</li> <li>– Рассчитывать тепловые потоки, температурные поля и энергозатраты;</li> <li>– Применять знания в области теплотехники для оптимизации режимов работы аддитивных установок (например, контроль температуры сопла, подложки, камеры);</li> <li>– Интерпретировать данные о тепловых режимах при 3D-печати и корректировать технологические параметры.</li> </ul>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Основные законы термодинамики и теплопередачи;</li> <li>– Виды теплообмена (теплопроводность, конвекция, излучение);</li> <li>– Принципы работы тепловых машин и установок</li> <li>– Тепловых процессов, происходящих при плавлении, затвердевании и термообработке материалов в аддитивном производстве;</li> <li>– Методы расчёта тепловых балансов, температурных режимов и энергетических параметров технологического оборудования.</li> </ul> |

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Трудоемкость освоения дисциплины

| Наименование составных частей дисциплины                    | Объем в часах | В т.ч. в форме практ. подготовки |
|---|---------------|----------------------------------|
| Учебные занятия   | 52            | 24                               |
| Самостоятельная работа                                      | -             | -                                |
| Промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета | 2             | -                                |
| Всего   | <b>54</b>     | <b>24</b>                        |

## 2.2. Содержание дисциплины

| Наименование разделов и тем   | Содержание учебного материала, практические занятия, самостоятельная работа обучающихся   | Объем часов  | Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы |
|---|---|--------------|---|
| <b>Раздел 1. Основы технической термодинамики</b>                         |   | <b>36/16</b> |   |
| Тема 1.1. Введение. Термодинамическая система и термодинамический процесс | <b>Содержание учебного материала</b> <p>1. История развития науки «Теплотехника». Прикладное назначение теплотехники</p> <p>2. Термодинамическая система и термодинамический процесс. Параметры состояния. Идеальный газ и законы идеального газа, понятия о смесях. Смеси идеальных газов. Внутренняя энергия. Теплота и работа. Удельная теплоемкость</p>   | <b>4/0</b>   | OK.01; OK.04; OK.09; ПК 2.4; ПК 2.6- ПК 2.7                           |
| Тема 1.2. Первый закон термодинамики                                      | <b>Содержание учебного материала</b> <p>1. Закон сохранения и превращения энергии. Первый закон термодинамики. Энталпия</p> <b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b> <p>1. Расчет изменения внутренней энергии тела при передаче ему теплоты или совершении им работы</p>   | <b>4/2</b>   | OK.01; OK.04; OK.09; ПК 2.4; ПК 2.6- ПК 2.7                           |
| Тема 1.3. Основные термодинамические процессы и параметры состояния       | <b>Содержание учебного материала</b> <p>1. Термодинамические процессы и параметры состояния. Изохорный процесс. Изобарный процесс. Изотермический процесс. Адиабатный процесс. Политропный процесс</p> <b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b> <p>1. Решение задач на построение графиков процессов, происходящих с идеальным газом в координатах <math>p, T</math>; <math>V, T</math> и <math>p, V</math></p> | <b>6/4</b>   | OK.01; OK.04; OK.09; ПК 2.4; ПК 2.6- ПК 2.7                           |
| Тема 1.4. Термодинамические процессы водяного пара                        | <b>Содержание учебного материала</b> <p>1. Термодинамический процесс получения водяного пара. Термодинамические процессы водяного пара</p>  | <b>2/0</b>   | OK.01; OK.04; OK.09; ПК 2.4; ПК 2.6- ПК 2.7                           |
| Тема 1.5. Второй закон термодинамики                                      | <b>Содержание учебного материала</b> <p>1. Обратимые и необратимые процессы. Круговые термодинамические процессы тепловых двигателей. Круговые термодинамические процессы холодильных установок. Формулировка второго закона термодинамики. Обратимый цикл Карно. Понятие энтропии</p>  | <b>4/2</b>   | OK.01; OK.04; OK.09; ПК 2.4; ПК 2.6- ПК 2.7                           |

|  |   |             |   |
|--|---|-------------|---|
|  | <b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>  | 2           |   |
|  | 1. Расчет КПД цикла Карно   | 2           |   |
| Тема 1.6.<br>Термодинамика<br>газовых теплосиловых<br>установок      | <b>Содержание учебного материала</b>  | <b>6/4</b>  | ОК.01; ОК.04;<br>ОК.09; ПК 2.4;<br>ПК 2.6- ПК 2.7 |
|  | 1. Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания. (Циклы Отто, Дизеля, Тринклера). Циклы газотурбинных установок. Циклы реактивных двигателей.<br>Цикл магнитогидродинамического генератора | 2           |   |
|  | <b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>  | 4           |   |
|  | 1. Расчет КПД газотурбинных установок   | 4           |   |
| Тема 1.7.<br>Термодинамика паровых<br>теплосиловых установок         | <b>Содержание учебного материала</b>  | <b>6/4</b>  | ОК.01; ОК.04;<br>ОК.09; ПК 2.4;<br>ПК 2.6- ПК 2.7 |
|  | 1. Паровые теплосиловые установки с циклом Карно. Паровые теплосиловые установки с циклом Ренкина. Паровые теплофикационные установки. Атомные теплосиловые установки                         | 2           |   |
|  | <b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>  | 4           |   |
|  | 1. Расчет КПД паровых теплосиловых установок  | 4           |   |
| Тема 1.8.<br>Термодинамика<br>холодильных установок                  | <b>Содержание учебного материала</b>  | <b>2/0</b>  | ОК.01; ОК.04;<br>ОК.09; ПК 2.4;<br>ПК 2.6- ПК 2.7 |
|  | 1. Общие понятия и определения, цикл воздушной холодильной установки. Цикл парокомпрессионной холодильной установки. Цикл пароэжекторной холодильной установки                                | 2           |   |
| Тема 1.9.<br>Термодинамика процессов<br>течения<br>газов и жидкостей | <b>Содержание учебного материала</b>  | <b>2/0</b>  | ОК.01; ОК.04;<br>ОК.09; ПК 2.4;<br>ПК 2.6- ПК 2.7 |
|  | 1. Первый закон термодинамики для потока. Сжатие газа в компрессоре.<br>Уравнение адиабатного течения. Истечение газов из сопел. Дросселирование газа и пара                                  | 2           |   |
| <b>Раздел 2. Основы теплообмена</b>                                  |   | <b>16/8</b> |   |
| Тема 2.1.<br>Конвективный теплообмен                                 | <b>Содержание учебного материала</b>  | <b>2/0</b>  | ОК.01; ОК.04;<br>ОК.09; ПК 2.4;<br>ПК 2.6- ПК 2.7 |
|  | 1. Общие сведения. Вынужденная и естественная конвекция. Основные уравнения конвективного теплообмена. Применение теории пограничного слоя для решения задач конвективного теплообмена        | 2           |   |
| Тема 2.2.  | <b>Содержание учебного материала</b>  | <b>6/4</b>  | ОК.01; ОК.04;<br>ОК.09; ПК 2.4;<br>ПК 2.6- ПК 2.7 |
|  | 1. Общая характеристика процессов теплопроводности. Теплопроводность при стационарном режиме. Особенности решения практических задач нагрева тел в различных печах                            | 2           |   |
|  | <b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>  | 4           |   |
|  | 1. Расчет параметров однослойной и многослойной тепловой изоляции   | 4           |   |

|  |  |              |   |
|--|--|--------------|---|
| Тема 2.3.<br>Основы теории подобия                         | <b>Содержание учебного материала</b>   | <b>4/2</b>   | OK.01; OK.04;<br>OK.09; ПК 2.4;<br>ПК 2.6- ПК 2.7 |
|  | 1. Основные понятия теории подобия. Применение теории подобия для решения задач гидродинамики. Применение теории подобия для решения задач конвективного теплообмена. Применение теории подобия для решения задач нестационарной теплопроводности. Формы представления уравнений подобия | 2            |   |
|  | <b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>   | 2            |   |
| Тема 2.4.<br>Теплофизические основы теплообмена излучением | 1. Решение задач конвективного теплообмена   | 2            | OK.01; OK.04;<br>OK.09; ПК 2.4;<br>ПК 2.6- ПК 2.7 |
|  | <b>Содержание учебного материала</b>   | <b>4/2</b>   |   |
|  | 1. Основные понятия и определения. Количественные характеристики процесса излучения. Виды лучистых потоков. Основные законы излучения абсолютно черного тела. Понятие серого тела и степень черноты серого тела. Закон Кирхгофа для излучения серого тела                                | 2            |   |
| <b>Промежуточная аттестация: дифференцированный зачет</b>  | <b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>   | 2            | OK.01; OK.04;<br>OK.09; ПК 2.4;<br>ПК 2.6- ПК 2.7 |
|  | 1. Применение законов излучения АЧТ для расчетов излучения серых и реальных тел  | 2            |   |
| <b>Всего:</b>  |  | <b>54/24</b> |   |

### 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Материально-техническое обеспечение

Кабинет «Общепрофессиональных дисциплин и профессиональных модулей»: посадочные места по количеству обучающихся (столы, стулья), рабочее место преподавателя, компьютер с программным обеспечением для преподавателя (системный блок, монитор, клавиатура, мышь), экран (доска), мультимедиапроектор, комплект учебно-методических материалов

#### 3.2. Учебно-методическое обеспечение

##### 3.2.1. Основные печатные и электронные 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, 2023. — 305 с.

##### 3.2.2. Дополнительные источники

### 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| Результаты обучения   | Показатели освоенности компетенций  | Методы оценки  |
|---|---|--|
| Знания:<br>— Основные законы термодинамики и теплопередачи;<br>— Виды теплообмена (теплопроводность, конвекция, излучение);<br>— Принципы работы тепловых машин и установок<br>— Тепловых процессов, происходящих при плавлении, затвердевании и термообработке материалов в аддитивном производстве;<br>— Методы расчёта тепловых балансов, температурных режимов и энергетических параметров технологического оборудования. | - Правильно формулирует законы термодинамики и теплообмена;<br>- Точно описывает механизмы теплопроводности, конвекции и излучения;<br>- Характеризует принципы работы тепловых установок (циклы Отто, Дизеля, Ренкина и др.);<br>- Объясняет физическую сущность тепловых процессов в аддитивных технологиях (нагрев, плавление, охлаждение, деформация);<br>- Использует терминологию и понятийный аппарат теплотехники в профессиональном контексте. | - Тестирование;<br>- Устный опрос;<br>- Защита отчётов по практическим работам;<br>- Экспертное наблюдение при выполнении заданий.   |
| Умения:<br>— Анализировать тепловые процессы в технологическом оборудовании;<br>— Рассчитывать тепловые потоки, температурные поля и энергозатраты;<br>— Применять знания в области теплотехники для оптимизации режимов работы аддитивных установок (например, контроль температуры сопла, подложки, камеры);  | - Правильно анализирует тепловые процессы в камерах аддитивных установок;<br>- Выполняет расчёты тепловых потоков, теплоизоляции, КПД установок;<br>- Определяет влияние температурных режимов на качество изделия;<br>- Обоснованно корректирует параметры технологического процесса (температуру подложки, скорость подачи материала, обдув и т. д.) на основе анализа тепловых   | - Практические и лабораторные;<br>- Защита индивидуальных и групповых проектов;<br>- Решение расчётных и ситуационных задач;<br>- Экспертное наблюдение при выполнении практических заданий; |

|  |   |   |
|--|---|---|
| Интерпретировать данные о тепловых режимах при 3D-печати и корректировать технологические параметры.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>условий;</li> <li>- Применяет расчёты для оптимизации энергопотребления и стабильности процесса печати.</li> </ul>   |   |
| OK 01<br>Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности с учётом различных контекстов  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Учащийся самостоятельно определяет этапы решения задачи, связанной с тепловыми процессами;</li> <li>- Анализирует проблему (например, деформацию изделия из-за температурных напряжений) и выбирает подходящий метод её решения;</li> <li>- Обоснованно планирует действия и подбирает необходимые ресурсы (формулы, данные, оборудование).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Наблюдение за ходом выполнения практических и проектных работ;</li> <li>- Анализ защиты расчётных заданий;</li> <li>- Оценка умения аргументировать выбор метода решения.</li> </ul>                     |
| OK 03<br>Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Обучающийся проявляет инициативу в освоении дополнительных источников информации по теплотехнике;</li> <li>- Демонстрирует стремление к совершенствованию знаний и умений;</li> <li>- Проводит самоанализ выполненных работ и корректирует свою учебную деятельность.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Самооценка и рефлексия;</li> <li>- Участие в научно-практических мероприятиях, проектах;</li> <li>- Наблюдение преподавателя за активностью и инициативой.</li> </ul>                                    |
| OK 04<br>Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Участвует в групповой работе (расчёты, проекты, моделирование процессов);</li> <li>- Распределяет роли в команде, координирует действия;</li> <li>- Аргументированно представляет результаты работы команды.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Наблюдение за работой в группе;</li> <li>- Оценка качества командного проекта;</li> <li>- Оценка презентации и защиты группового задания.</li> </ul>   |
| OK 07<br>Способствовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Предлагает способы снижения энергопотребления в тепловых процессах аддитивного производства;</li> <li>- Обосновывает выбор энергоэффективных режимов работы установок;</li> <li>- Учитывает принципы ресурсосбережения при расчёте тепловых балансов и проектировании технологических процессов.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Анализ решений практических задач;</li> <li>- Защита проектов с экологической и энергетической составляющей;</li> <li>- Тестирование по темам ресурсосбережения и экологической безопасности.</li> </ul> |