

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Политехнический институт  
Кафедра «Автомобили и автомобильное хозяйство»

Утверждено на заседании кафедры  
«Автомобили и автомобильное хозяйство»  
« 07 » декабря 2021 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой



И.Е. Агуреев

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**«Техническая термодинамика и теплотехника»**

**основной профессиональной образовательной программы**  
**высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки **19.03.01 – Биотехнология**

с направленностью (профилем) **Экобиотехнология**

Формы обучения: **очная, заочная**

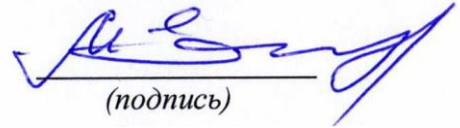
Идентификационный номер образовательной программы: 190301- 01-22

Тула 2022 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**рабочей программы дисциплины (модуля)**

**Разработчик:**

Елагин М.Ю., профессор, д.т.н., профессор



(подпись)

## **1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)**

**Целью** освоения дисциплины является изучение закономерностей взаимного преобразования теплоты и работы в различных тепловых машинах и устройствах.

**Задачами** освоения дисциплины является отыскание наиболее рациональных способов взаимного превращения теплоты и работы в тепловых машинах при условии снижения энергозатрат и обеспечения защиты окружающей среды.

## **2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина (модуль) относится к вариативной части основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина (модуль) изучается в 5 семестре.

## **3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями), установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

**Знать:** теоретические основы технической термодинамики и теплотехники (код компетенции ОПК-2 «Способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования»);

**Уметь:** определять эффективность тепловых машин, теплотехнических устройств (код компетенции ОПК-3 «Способность использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы»);

**Владеть:** методами расчета термодинамических процессов, протекающих в тепловых машинах (код компетенции ПК-1 «Способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции»).

## **4 Объем и содержание дисциплины (модуля)**

**4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

| Номер семестра         | Формы промежуточной аттестации | Общий объем в зачетных единицах | Общий объем в академических часах | Объем контактной работы в академических часах |                                    |                     |                                  |              |                          | Объем самостоятельной работы в академических часах |
|------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---|------------------------------------|---------------------|----------------------------------|--------------|--------------------------|--|
|                        |                                |                                 |                                   | Лекционные занятия                            | Практические (семинарские) занятия | Лабораторные работы | Клинические практические занятия | Консультации | Промежуточная аттестация |  |
| Очная форма обучения   |                                |                                 |                                   |   |                                    |                     |                                  |              |                          |  |
| 5                      | Зачет                          | 3                               | 108                               | 16  | 32                                 | 0                   | -                                | 0            | 0,1                      | 59,9   |
| Заочная форма обучения |                                |                                 |                                   |   |                                    |                     |                                  |              |                          |  |
| 5                      | Зачет                          | 3                               | 108                               | 2   | 6                                  | 0                   | -                                | 0            | 0,1                      | 99,9   |

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

## 4.2 Содержание лекционных занятий

### Очная форма обучения

| № п/п            | Темы лекционных занятий   |
|------------------|---|
| <b>5 семестр</b> |   |
| 1                | Техническая термодинамика, цели, задачи и методы исследования. Основные понятия технической термодинамики: термодинамическая система, рабочее тело, окружающая среда, виды взаимодействия рабочего тела с окружающей средой. Основные законы и положения классической термодинамики: Параметры и функции состояния рабочего тела. Равновесные и неравновесные рабочие тела. Уравнение состояния. Термодинамический процесс. |
| 2                | Идеальный газ. Уравнение состояния. Смеси идеальных газов и способы их представления. Определение газовой постоянной смеси, ее кажущейся молекулярной массы и теплоёмкости. Первый закон термодинамики. Формулировка и аналитические выражения. : Работа и теплота как функции процесса. Теплоемкость.  |
| 3                | Понятие политропного процесса и основные соотношения. Частные случаи политропных процессов. Круговые процессы или циклы. Прямые циклы и их эффективность. Обратные циклы и их эффективность. Циклы Карно. Второй закон термодинамики.   |
| 4                | Твердое, жидкое и газообразное (парообразное) состояние вещества. Диаграмма изменения состояния. Тепловые характеристики паров. Тепловая диаграмма паров. <i>is</i> диаграмма паров. Исследование термодинамических процессов с помощью <i>is</i> диаграммы. Идеальный паровой цикл - цикл Ренкина. Влажный воздух. <i>hd</i> – диаграмма влажного воздуха. Термодинамические процессы влажного воздуха.                    |
| 5                | Основные уравнения потока. Работа проталкивания, техническая работа. Уравнение обращённого воздействия, сопло Лаваля. Режимы истечения газа. Вычисление расхода идеального газа.  |
| 6                | Законы термодинамики для открытых систем. Первый закон термодинамики для открытых систем. Газодинамический вывод уравнений. Обобщенная математическая модель нестационарных термодинамических процессов в открытой системе.   |

| №<br>п/п | Темы лекционных занятий   |
|----------|---|
| 7        | Паровые турбины, Основные сведения. Преобразование энергии в соплах и на лопатках турбины. Работа и КПД ступени. Устройство и работа поршневого компрессора. Мощность и КПД компрессора. Характеристики и регулирование подачи. Многоступенчатые компрессоры. Мощность многоступенчатого компрессора. Эжектор. Цикл парозежекторной холодильной установки.  |
| 8        | Методы анализа эффективности циклов высокотемпературных тепловыделяющих и теплоиспользующих установок. Циклические процессы преобразования теплоты в работу. Теоретические основы рабочих процессов тепловых двигателей. Классификация основных рабочих процессов. Идеальный, теоретический и рабочий (действительный) термодинамические циклы поршневых двигателей. Характеристики работы двигателя внутреннего сгорания. Тепловой баланс ДВС. Газотурбинный двигатель. Паросиловые установки. Холодильные машины и тепловые насосы.<br>Неравновесная термодинамика. Принцип Онзагера. |

### Заочная форма обучения

| №<br>п/п         | Темы лекционных занятий   |
|------------------|---|
| <b>5 семестр</b> |   |
| 1                | Техническая термодинамика, цели, задачи и методы исследования. Основные понятия технической термодинамики: термодинамическая система, рабочее тело, окружающая среда, виды взаимодействия рабочего тела с окружающей средой. Параметры и функции состояния рабочего тела. Равновесные и неравновесные рабочие тела. Уравнение состояния. Термодинамический процесс. |

### 4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

#### Очная форма обучения

| №<br>п/п         | Темы практических (семинарских) занятий   |
|------------------|---|
| <b>5 семестр</b> |   |
| 1                | Параметры состояния   |
| 2                | Первый закон термодинамики.   |
| 3                | Процессы изменения состояния идеального газа.   |
| 4                | Смеси идеальных газов.  |
| 5                | Термодинамические параметры состояния водяного пара.  |
| 6                | Паровые процессы. $hs$ - диаграмма водяного пара.   |
| 7                | Влажный воздух. $hd$ – диаграмма влажного воздуха. Термодинамические процессы влажного воздуха. |
| 8                | Стационарная теплопередача через плоскую и цилиндрическую стенки                                |
| 9                | Теплопроводность при нестационарном режиме  |
| 10               | Конвективный теплообмен   |
| 11               | Тепловое излучение.   |
| 12               | Теплообменные аппараты  |
| 13               | Циклы паросиловых установок   |
| 14               | Циклы тепловых двигателей с газообразным рабочим телом. Циклы компрессорных машин               |
| 15               | Циклы газотурбинных установок   |
| 16               | Циклы холодильных машин   |

### Заочная форма обучения

| №<br>п/п         | Темы практических (семинарских) занятий  |
|------------------|--|
| <b>5 семестр</b> |  |
| 1                | Процессы изменения состояния идеального газа. Смеси идеальных газов                                    |
| 2                | Термодинамические параметры состояния водяного пара. Паровые процессы. $hs$ - диаграмма водяного пара. |
| 3                | Влажный воздух. $hd$ – диаграмма влажного воздуха. Термодинамические процессы влажного воздуха.        |

### 4.4 Содержание лабораторных работ

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

### 4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

### 4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

### Очная форма обучения

| №<br>п/п         | Виды и формы самостоятельной работы                    |
|------------------|--|
| <b>5 семестр</b> |  |
| 1                | Подготовка к лекционным занятиям                       |
| 2                | Подготовка к практическим (семинарским) занятиям       |
| 3                | Выполнение расчетно-графической работы                 |
| 4                | Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение |

### Заочная форма обучения

| №<br>п/п         | Виды и формы самостоятельной работы                    |
|------------------|--|
| <b>5 семестр</b> |  |
| 1                | Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины      |
| 2                | Подготовка к практическим (семинарским) занятиям       |
| 3                | Выполнение контрольно-курсовой работы                  |
| 4                | Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение |

**5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося**

### Очная форма обучения

| Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося |                          |   | Максимальное количество баллов |
|--|--------------------------|---|--------------------------------|
| <b>5 семестр</b>   |                          |   |                                |
| Текущий контроль успеваемости  | Первый рубежный контроль | <b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b> |                                |
|  |                          | Посещение лекционных занятий                          | 8                              |
|  |                          | Работа на практических (семинарских) занятиях         | 14                             |

| Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося |                          |   | Максимальное количество баллов |
|--|--------------------------|---|--------------------------------|
|  |                          | Выполнение расчетно-графической работы                | 8                              |
|  |                          |   |                                |
|  |                          | Итого   | 30                             |
|  | Второй рубежный контроль | <b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b> |                                |
|  |                          | Посещение лекционных занятий                          | 8                              |
|  |                          | Работа на практических (семинарских) занятиях         | 14                             |
|  |                          | Выполнение расчетно-графической работы                | 8                              |
|  |                          | Итого   | 30                             |
| Промежуточная аттестация   | Зачет                    |   | 40 (100*)                      |

\* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

### Заочная форма обучения

| Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося |   |  | Максимальное количество баллов |
|--|---|--|--------------------------------|
| <b>5 семестр</b>   |   |  |                                |
| Текущий контроль успеваемости  | <b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b> |  |                                |
|  | Посещение лекционных занятий                          |  | 8                              |
|  | Работа на практических (семинарских) занятиях         |  | 20                             |
|  | Выполнение контрольно-курсовой работы                 |  | 32                             |
|  |   |  |                                |
|  | Итого   |  | 60                             |
| Промежуточная аттестация   | Зачет   |  | 40 (100*)                      |

\* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

### Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

| Система оценивания результатов обучения  | Оценки              |                   |         |          |
|--|---------------------|-------------------|---------|----------|
| Стобалльная система оценивания   | 0 – 39              | 40 – 60           | 61 – 80 | 81 – 100 |
| Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы) | Неудовлетворительно | Удовлетворительно | Хорошо  | Отлично  |
| Академическая система оценивания (зачет)   | Не зачтено          | Зачтено           |         |          |

### 6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине требуются:  
 - учебная аудитория, оснащенная доской для написания мелом (лекционные занятия, практические (семинарские) занятия).

## **7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **7.1 Основная литература**

1. Елагин М.Ю. Термодинамика открытых систем. Практическое применение: М.Ю. Елагин - Тула: ТулГУ, 2021. – 480с.
2. Зеленцов Д.В. Техническая термодинамика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Зеленцов Д.В. - Электрон. текстовые данные.- Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012.- 140 с.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20525>. = ЭБС «IPRbooks», по паролю
3. Круглов, Г.А. Теплотехника [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова. = Электрон. дан. - СПб.: Лань, 2012. - 208 с. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=3900](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3900) - Загл. с экрана.
4. Панкратов, Г.П. Сборник задач по теплотехнике: учеб. пособие для вузов / Г.П. Панкратов 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1986, 248 с. – 22 экз.
5. Задачник по технической термодинамике и теории тепломассообмена: учеб. пособие для вузов / В.А. Афанасьев, С.И. Исаев, И.А. Кожин [и др.]; под ред. В.И. Крутова, Г.Б. Петражицкого. - М.: Высш. шк., 1986, 383 с. – 66 экз.

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Теплотехника: учебник для вузов / В.Н. Луканин [и др.]; под ред. В.Н. Луканина , 4-е изд., испр. - М.: Высш. шк., 2003, 671с. – 17 экз.
2. Теплотехника: учебник для вузов / В.Н.Луканин [и др.]; под ред. В.Н. Луканина 2-е изд., перераб. - М.: Высш. шк., 2000, 671 с. – 33 экз.
3. Биотехнология: Теоретический и научно-практический журнал/ Биотехнологическая Академия РФ.

## **8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. <http://www.library.ru> – научная электронная библиотека в области науки, технологии.

## **9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

1. Текстовый редактор Microsoft Word;
2. Программа для работы с электронными таблицами Microsoft Excel;
3. Программа подготовки презентаций Microsoft PowerPoint;
4. САПР КОМПАС-3D.
5. Пакет офисных приложений «МойОфис».

### **9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

1. Компьютерная справочная правовая система КонсультантПлюс.