

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Вятский государственный университет»  
(ВятГУ)  
г. Киров

Утверждаю  
Директор/Декан Фоминых А. А.



Номер регистрации  
РПД\_3-13.03.01.01\_2021\_119196  
Актуализировано: 24.04.2021

**Рабочая программа дисциплины**  
**Нагнетатели и тепловые двигатели**

|                          | наименование дисциплины                 |
|--------------------------|---|
| Квалификация выпускника  | Бакалавр                                |
| Направление подготовки   | 13.03.01                                |
|                          | шифр                                    |
|                          | Теплоэнергетика и теплотехника          |
|                          | наименование                            |
| Направленность (профиль) | 3-13.03.01.01                           |
|                          | шифр                                    |
|                          | Промышленная теплоэнергетика            |
|                          | наименование                            |
| Формы обучения           | Заочная, Очная                          |
|                          | наименование                            |
| Кафедра-разработчик      | Кафедра теплотехники и гидравлики (ОРУ) |
|                          | наименование                            |
| Выпускающая кафедра      | Кафедра теплотехники и гидравлики (ОРУ) |
|                          | наименование                            |

## Сведения о разработчиках рабочей программы дисциплины

Суворов Дмитрий Михайлович

---

ФИО

## Цели и задачи дисциплины

|                   |   |
|-------------------|---|
| Цель дисциплины   | Целями курса является систематическое изложение теории тепловых двигателей и нагнетателей, а также изучение конструкций, характеристик и режимов работы турбин, насосов, вентиляторов и компрессоров и методов их выбора для работы в системах энергоснабжения.   |
| Задачи дисциплины | <ul style="list-style-type: none"> <li>• изучить принципы работы, области применения, классификацию, конструкции и режимы работы нагнетателей различного спектра действия, паровых и газовых турбин, двигателей внутреннего сгорания;</li> <li>• изучить характеристики нагнетателей, их совместную работу с сетью;</li> <li>• изучить основы регулирования мощности турбин и работу турбин в переменных режимах</li> </ul> |

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

#### Компетенция ПК-2

| Способен рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности |  |   |
|--|--|---|
| Знает  | Умеет  | Владеет   |
| методы расчетов режимов работы объектов по типовым методикам               | проводить расчеты режимов работы объектов по типовым методикам в соответствии с заданием; проводить расчёты режимов работы оборудования при заданных условиях эксплуатации | навыками проведения расчетов режимов работы объектов по типовым методикам |

**Структура дисциплины**  
**Тематический план**

| № п/п | Наименование разделов дисциплины   | Шифр формируемых компетенций |
|-------|--|------------------------------|
| 1     | Особенности термодинамических процессов установок, использующих нагнетатели и тепловые двигатели | ПК-2                         |
| 2     | Нагнетатели объемного действия и поршневые детандеры   | ПК-2                         |
| 3     | Нагнетатели кинетического действия   | ПК-2                         |
| 4     | Паровые турбины и паротурбинные установки  | ПК-2                         |
| 5     | Газотурбинные установки и двигатели внутреннего сгорания   | ПК-2                         |
| 6     | Подготовка и прохождение промежуточной аттестации  | ПК-2                         |

**Формы промежуточной аттестации**

|                 |  |
|-----------------|--|
| Зачет           | Не предусмотрен (Очная форма обучения)<br>Не предусмотрен (Заочная форма обучения)   |
| Экзамен         | 5 семестр (Очная форма обучения)<br>6 семестр (Заочная форма обучения)               |
| Курсовая работа | 5 семестр (Очная форма обучения)<br>6 семестр (Заочная форма обучения)               |
| Курсовой проект | Не предусмотрена (Очная форма обучения)<br>Не предусмотрена (Заочная форма обучения) |

### Трудоемкость дисциплины

| Форма обучения         | Курсы | Семестры | Общий объем (трудоемкость) |     | Контактная работа, час | в том числе аудиторная контактная работа обучающихся с преподавателем, час |        |                                   |                      | Самостоятельная работа, час | Курсовая работа (проект), семестр | Зачет, семестр | Экзамен, семестр |
|------------------------|-------|----------|----------------------------|-----|------------------------|--|--------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------------------|----------------|------------------|
|                        |       |          | Часов                      | ЗЕТ |                        | Всего  | Лекции | Семинарские, практические занятия | Лабораторные занятия |                             |                                   |                |                  |
| Очная форма обучения   | 3     | 5        | 324                        | 9   | 183.5                  | 96   | 48     | 32                                | 16                   | 140.5                       | 5                                 |                | 5                |
| Заочная форма обучения | 3     | 5, 6     | 324                        | 9   | 31                     | 28   | 8      | 12                                | 8                    | 293                         | 6                                 |                | 6                |

## Содержание дисциплины

### Очная форма обучения

| Код занятия  | Наименование тем занятий   | Трудоемкость, академических часов |
|--|--|-----------------------------------|
| <b>Раздел 1 «Особенности термодинамических процессов установок, использующих нагнетатели и тепловые двигатели»</b> |  | <b>58.00</b>                      |
| <b>Лекции</b>  |  |                                   |
| Л1.1   | Место и роль нагнетателей и тепловых двигателей в системах энергоснабжения. Классификация нагнетателей и тепловых двигателей. Изображение процессов в нагнетателях и тепловых двигателях в диаграммах состояния рабочих тел                                  | 4.00                              |
| Л1.2   | Термодинамическое описание процессов в нагнетателях и двигателях. Анализ влияния начальных условий, охлаждения и подвода тепла на работу сжатия и расширения. Определение мощности машины, понятие о КПД нагнетателя и теплового двигателя.                  | 4.00                              |
| <b>Семинары, практические занятия</b>  |  |                                   |
| П1.1   | Расчет процессов сжатия и расширения рабочего тела с использованием диаграмм состояния рабочих тел   | 2.00                              |
| П1.2   | Определение мощности и КПД нагнетателя и теплового двигателя   | 2.00                              |
| <b>Самостоятельная работа</b>  |  |                                   |
| С1.1   | Подготовка к лекциям   | 14.00                             |
| С1.2   | Подготовка к практическим и семинарским занятиям   | 12.00                             |
| <b>Контактная внеаудиторная работа</b>   |  |                                   |
| КВР1.1   | Контактная внеаудиторная работа  | 20.00                             |
| <b>Раздел 2 «Нагнетатели объемного действия и поршневые детандеры»</b>   |  | <b>62.00</b>                      |
| <b>Лекции</b>  |  |                                   |
| Л2.1   | Классификация и область применения нагнетателей объемного действия и поршневых детандеров, Поршневые насосы. Классификация, устройство и принцип действия. Подача поршневых насосов, объемный к.п.д., графики подачи, воздушные колпаки. Индикаторная диагра | 2.00                              |
| Л2.2   | Поршневые компрессоры. Классификация и типы поршневых компрессоров. Сжатие газа в идеальном и реальном компрессоре. Объемный коэффициент компрессора. Производительность компрессора, коэффициенты подачи. Мощность и КПД компрессора.                       | 2.00                              |
| Л2.3   | Степень повышения давления в ступени, распределение давления между ступенями. Многоступенчатое сжатие газа и промежуточное охлаждение. Выбор числа ступеней и распределения  | 4.00                              |

|  |  |              |
|--|--|--------------|
|  | давления между ступенями. Методы регулирования производительности порш. компр.   |              |
| Л2.4   | Ротационные (винтовые, пластинчатые) насосы и компрессоры. Устройство, принцип действия, подача (производительность). Поршневые детандеры. Принцип работы поршневого детандера; холодопроизводительность, КПД и отводимая мощность   | 4.00         |
| <b>Семинары, практические занятия</b>                |  |              |
| П2.1   | Выбор основных размеров поршневого компрессора по заданной производительности.   | 1.00         |
| П2.2   | Выбор поршневого насоса и расчет параметров режима его работы  | 1.00         |
| <b>Лабораторные занятия</b>                          |  |              |
| Р2.1   | Нормальные испытания поршневого насоса   | 4.00         |
| Р2.2   | Исследование индикаторной диаграммы рабочего процесса поршневого компрессора   | 4.00         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                        |  |              |
| С2.1   | Подготовка к лекциям   | 5.00         |
| С2.2   | Подготовка к практическим и семинарским занятиям   | 6.00         |
| С2.3   | Подготовка к лабораторным работам  | 9.00         |
| <b>Контактная внеаудиторная работа</b>               |  |              |
| КВР2.1   | Контактная внеаудиторная работа  | 20.00        |
| <b>Раздел 3 «Нагнетатели кинетического действия»</b> |  | <b>60.00</b> |
| <b>Лекции</b>  |  |              |
| Л3.1   | Классификация, принцип работы и область применения нагнетателей кинетического действия; понятие удельной работы, напора и давления, мощности. Основное уравнение нагнетателей кинетического действия (уравнение Эйлера). Теоретический и действительный напор                                | 4.00         |
| Л3.2   | Теоретическая характеристика нагнетателя. Понятие о рабочей зоне характеристики. Условия работы нагнетателя на сеть (трубопровод). Помпаж. Способы регулирования подачи (производительности) нагнетателей. Подобие нагнетателей. Зависимость подачи, напора и мощности от различных факторов | 4.00         |
| Л3.3   | Центробежные и осевые насосы. Особенности работы насосов в сети. Процесс всасывания и явление кавитации в центробежных насосах. Допустимая высота всасывания. Выбор насосов по заданным параметрам   | 2.00         |
| Л3.4   | Вентиляторы. Классификация вентиляторов. Устройство центробежного вентилятора. Давление, развиваемое вентилятором. Характеристики. Способы изменения характеристики вентилятора. Неустойчивость работы. Подача, напор, мощность и к.п.д. вентилятора.  | 2.00         |
| Л3.5   | Центробежные и осевые компрессоры. Области применения. Устройство центробежных и осевых компрессоров. Ступень. Характеристики лопастных  | 4.00         |

|   |  |              |
|---|--|--------------|
|   | компрессоров. Основные способы изменения характеристики компрессора. Мощность центробежного компрессора.   |              |
| <b>Семинары, практические занятия</b>                       |  |              |
| ПЗ.1  | Высота всасывания и кавитационный запас насоса   | 2.00         |
| ПЗ.2  | Работа центробежного насоса на трубопровод. Определение подачи, напора и мощности  | 2.00         |
| ПЗ.3  | Параллельная и последовательная работа насосов на трубопровод (сеть).  | 2.00         |
| ПЗ.4  | Выбор основных размеров поршневого компрессора по заданной производительности  | 2.00         |
| <b>Лабораторные занятия</b>                                 |  |              |
| РЗ.1  | Нормальные испытания центробежного насоса  | 4.00         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                               |  |              |
| СЗ.1  | Подготовка к лекциям   | 2.00         |
| СЗ.2  | Подготовка к практическим и семинарским занятиям   | 2.00         |
| СЗ.3  | Подготовка к лабораторным работам  | 2.00         |
| <b>Контактная внеаудиторная работа</b>                      |  |              |
| КВРЗ.1  | Контактная внеаудиторная работа  | 20.00        |
| <b>Курсовые работы, проекты</b>                             |  |              |
| КЗ.1  | Выбор нагнетателей паротурбинной установки   | 6.00         |
| <b>Раздел 4 «Паровые турбины и паротурбинные установки»</b> |  | <b>85.00</b> |
| <b>Лекции</b>   |  |              |
| Л4.1  | Паровые турбины: общие сведения. Принцип работы и основные конструктивные элементы многоступенчатых паровых турбин. Классификация и маркировка паровых турбин. Стандартные параметры пара  | 1.00         |
| Л4.2  | Турбинная ступень. Геометрические и аэродинамические характеристики кольцевых турбинных решеток. Принцип работы и схема осевой турбинной ступени. Преобразование энергии в ступени. Треугольники скоростей турбинной ступени и их построение                   | 2.00         |
| Л4.3  | Баланс энергии и структура КПД турбинной ступени. Относительный лопаточный КПД и относительный внутренний КПД турбинной ступени. Работа и мощность турбинной ступени. Двухвенечные ступени и ступени большой веерности   | 2.00         |
| Л4.4  | Рабочий процесс в многоступенчатой паровой турбине. Коэффициент возврата теплоты. Основы выбора конструкций турбины. Расчет количества выхлопов. Основы регулирования мощности паровых турбин. Системы парораспределения и регулирования турбин. Осевые усилия | 2.00         |
| Л4.5  | Классификация режимов работы турбин. Основные выводы из теории переменного режима. Работа турбинной ступени в переменном режиме. Работа турбины с уменьшением пропуска пара при постоянном   | 1.00         |



|  |  |              |
|--|--|--------------|
|  | начальном давлении и при постоянном начальном давлении   |              |
| <b>Семинары, практические занятия</b>                                      |  |              |
| П4.1   | Построение рабочего процесса в многоступенчатой паровой турбине на диаграмме "энтальпия-энтропия".   | 2.00         |
| П4.2   | Расчет мощности и КПД паровой турбины без регенерации  | 2.00         |
| П4.3   | Построение конструктивной схемы турбоагрегата. Расчет количества выхлопов  | 2.00         |
| П4.4   | Тепловой расчет осевой турбинной ступени   | 4.00         |
| П4.5   | Переменный режим работы турбины  | 2.00         |
| П4.6   | Характеристики мощности турбинных ступеней и отсеков   | 2.00         |
| <b>Лабораторные занятия</b>  |  |              |
| Р4.1   | Исследование работы турбинной ступени в переменных режимах   | 4.00         |
| <b>Самостоятельная работа</b>  |  |              |
| С4.1   | Подготовка к лекциям   | 4.00         |
| С4.2   | Подготовка к практическим и семинарским занятиям   | 8.00         |
| С4.3   | Подготовка к лабораторным работам  | 4.00         |
| <b>Контактная внеаудиторная работа</b>                                     |  |              |
| КВР4.1   | Контактная внеаудиторная работа  | 22.00        |
| <b>Курсовые работы, проекты</b>  |  |              |
| К4.1   | Выбор и расчет теплового двигателя паротурбинной установки   | 21.00        |
| <b>Раздел 5 «Газотурбинные установки и двигатели внутреннего сгорания»</b> |  | <b>31.50</b> |
| <b>Лекции</b>  |  |              |
| Л5.1   | Газовые турбины и газотурбинные установки. Принцип работы, циклы и схемы газотурбинных установок (ГТУ). Турбодетандеры. Область применения, классификация и особенности работы                       | 2.00         |
| Л5.2   | Двигатели внутреннего сгорания. Принцип работы, классификация и область применения двигателей внутреннего сгорания, Особенности циклов ДВС. Техничко-экономические показатели и тепловой баланс ДВС. | 2.00         |
| <b>Семинары, практические занятия</b>                                      |  |              |
| П5.1   | Расчет цикла и энергетических показателей ГТУ  | 2.00         |
| П5.2   | Расчет теплового баланса, определение мощности и КПД ДВС   | 2.00         |
| <b>Самостоятельная работа</b>  |  |              |
| С5.1   | Подготовка к лекциям   | 6.00         |
| С5.2   | Подготовка к практическим и семинарским занятиям   | 15.00        |
| <b>Контактная внеаудиторная работа</b>                                     |  |              |
| КВР5.1   | Контактная внеаудиторная работа  | 2.50         |
| <b>Раздел 6 «Подготовка и прохождение промежуточной аттестации»</b>        |  | <b>27.50</b> |
| Э6.1   | Подготовка к сдаче экзамена  | 24.50        |

|              |                                  |               |
|--------------|----------------------------------|---------------|
| КВР6.1       | Защита курсовой работы (проекта) | 0.50          |
| КВР6.2       | Консультация перед экзаменом     | 2.00          |
| КВР6.3       | Сдача экзамена                   | 0.50          |
| <b>ИТОГО</b> |                                  | <b>324.00</b> |

### Заочная форма обучения

| Код занятия  | Наименование тем занятий   | Трудоемкость, академических часов |
|--|--|-----------------------------------|
| <b>Раздел 1 «Особенности термодинамических процессов установок, использующих нагнетатели и тепловые двигатели»</b> |  | <b>39.00</b>                      |
| <b>Лекции</b>  |  |                                   |
| Л1.1   | Место и роль нагнетателей и тепловых двигателей в системах энергоснабжения. Классификация нагнетателей и тепловых двигателей. Изображение процессов в нагнетателях и тепловых двигателях в диаграммах состояния рабочих тел                                  | 2.00                              |
| Л1.2   | Термодинамическое описание процессов в нагнетателях и двигателях. Анализ влияния начальных условий, охлаждения и подвода тепла на работу сжатия и расширения. Определение мощности машины, понятие о КПД нагнетателя и теплового двигателя.                  |                                   |
| <b>Семинары, практические занятия</b>  |  |                                   |
| П1.1   | Расчет процессов сжатия и расширения рабочего тела с использованием диаграмм состояния рабочих тел   | 2.00                              |
| П1.2   | Определение мощности и КПД нагнетателя и теплового двигателя   |                                   |
| <b>Самостоятельная работа</b>  |  |                                   |
| С1.1   | Подготовка к лекциям   | 20.00                             |
| С1.2   | Подготовка к практическим и семинарским занятиям   | 15.00                             |
| <b>Контактная внеаудиторная работа</b>   |  |                                   |
| КВР1.1   | Контактная внеаудиторная работа  |                                   |
| <b>Раздел 2 «Нагнетатели объемного действия и поршневые детандеры»</b>   |  | <b>69.50</b>                      |
| <b>Лекции</b>  |  |                                   |
| Л2.1   | Классификация и область применения нагнетателей объемного действия и поршневых детандеров, Поршневые насосы. Классификация, устройство и принцип действия. Подача поршневых насосов, объемный к.п.д., графики подачи, воздушные колпаки. Индикаторная диагра | 1.00                              |
| Л2.2   | Поршневые компрессоры. Классификация и типы поршневых компрессоров. Сжатие газа в идеальном и реальном компрессоре. Объемный коэффициент компрессора. Производительность компрессора, коэффициенты подачи. Мощность и КПД компрессора.                       | 1.00                              |

|  |  |               |
|--|--|---------------|
| Л2.3   | Степень повышения давления в ступени, распределение давления между ступенями. Многоступенчатое сжатие газа и промежуточное охлаждение. Выбор числа ступеней и распределения давления между ступенями. Методы регулирования производительности порш. компр.                                   |               |
| Л2.4   | Ротационные (винтовые, пластинчатые) насосы и компрессоры. Устройство, принцип действия, подача (производительность). Поршневые детандеры. Принцип работы поршневого детандера; холодопроизводительность, КПД и отводимая мощность   |               |
| <b>Семинары, практические занятия</b>                |  |               |
| П2.1   | Выбор основных размеров поршневого компрессора по заданной производительности.   | 2.00          |
| П2.2   | Выбор поршневого насоса и расчет параметров режима его работы  |               |
| <b>Лабораторные занятия</b>                          |  |               |
| Р2.1   | Нормальные испытания поршневого насоса   | 4.00          |
| Р2.2   | Исследование индикаторной диаграммы рабочего процесса поршневого компрессора   |               |
| <b>Самостоятельная работа</b>                        |  |               |
| С2.1   | Подготовка к лекциям   |               |
| С2.2   | Подготовка к практическим и семинарским занятиям   | 35.50         |
| С2.3   | Подготовка к лабораторным работам  | 26.00         |
| <b>Контактная внеаудиторная работа</b>               |  |               |
| КВР2.1   | Контактная внеаудиторная работа  |               |
| <b>Раздел 3 «Нагнетатели кинетического действия»</b> |  | <b>115.00</b> |
| <b>Лекции</b>  |  |               |
| Л3.1   | Классификация, принцип работы и область применения нагнетателей кинетического действия; понятие удельной работы, напора и давления, мощности. Основное уравнение нагнетателей кинетического действия (уравнение Эйлера). Теоретический и действительный напор                                | 1.00          |
| Л3.2   | Теоретическая характеристика нагнетателя. Понятие о рабочей зоне характеристики. Условия работы нагнетателя на сеть (трубопровод). Помпаж. Способы регулирования подачи (производительности) нагнетателей. Подобие нагнетателей. Зависимость подачи, напора и мощности от различных факторов | 1.00          |
| Л3.3   | Центробежные и осевые насосы. Особенности работы насосов в сети. Процесс всасывания и явление кавитации в центробежных насосах. Допустимая высота всасывания. Выбор насосов по заданным параметрам   |               |
| Л3.4   | Вентиляторы. Классификация вентиляторов. Устройство центробежного вентилятора. Давление, развиваемое вентилятором. Характеристики. Способы изменения характеристики вентилятора. Неустойчивость работы. Подача, напор, мощность и к.п.д. вентилятора.  |               |

|   |  |              |
|---|--|--------------|
| Л3.5  | Центробежные и осевые компрессоры. Области применения. Устройство центробежных и осевых компрессоров. Ступень. Характеристики лопастных компрессоров. Основные способы изменения характеристики компрессора. Мощность центробежного компрессора.               |              |
| <b>Семинары, практические занятия</b>                       |  |              |
| П3.1  | Высота всасывания и кавитационный запас насоса   |              |
| П3.2  | Работа центробежного насоса на трубопровод. Определение подачи, напора и мощности  | 1.00         |
| П3.3  | Параллельная и последовательная работа насосов на трубопровод (сеть).  | 1.00         |
| П3.4  | Выбор основных размеров поршневого компрессора по заданной производительности  |              |
| <b>Лабораторные занятия</b>                                 |  |              |
| Р3.1  | Нормальные испытания центробежного насоса  | 4.00         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                               |  |              |
| С3.1  | Подготовка к лекциям   | 19.00        |
| С3.2  | Подготовка к практическим и семинарским занятиям   | 25.00        |
| С3.3  | Подготовка к лабораторным работам  | 25.00        |
| <b>Контактная внеаудиторная работа</b>                      |  |              |
| КВР3.1  | Контактная внеаудиторная работа  |              |
| <b>Курсовые работы, проекты</b>                             |  |              |
| К3.1  | Выбор нагнетателей паротурбинной установки   | 38.00        |
| <b>Раздел 4 «Паровые турбины и паротурбинные установки»</b> |  | <b>75.00</b> |
| <b>Лекции</b>   |  |              |
| Л4.1  | Паровые турбины: общие сведения. Принцип работы и основные конструктивные элементы многоступенчатых паровых турбин. Классификация и маркировка паровых турбин. Стандартные параметры пара  | 1.00         |
| Л4.2  | Турбинная ступень. Геометрические и аэродинамические характеристики кольцевых турбинных решеток. Принцип работы и схема осевой турбинной ступени. Преобразование энергии в ступени. Треугольники скоростей турбинной ступени и их построение                   | 1.00         |
| Л4.3  | Баланс энергии и структура КПД турбинной ступени. Относительный лопаточный КПД и относительный внутренний КПД турбинной ступени. Работа и мощность турбинной ступени. Двухвенечные ступени и ступени большой веерности   |              |
| Л4.4  | Рабочий процесс в многоступенчатой паровой турбине. Коэффициент возврата теплоты. Основы выбора конструкций турбины. Расчет количества выхлопов. Основы регулирования мощности паровых турбин. Системы парораспределения и регулирования турбин. Осевые усилия |              |
| Л4.5  | Классификация режимов работы турбин. Основные  |              |

|  |  |              |
|--|--|--------------|
|  | выводы из теории переменного режима. Работа турбинной ступени в переменном режиме. Работа турбины с уменьшением пропуск пара при постоянном начальном давлении и при постоянном начальном давлении   |              |
| <b>Семинары, практические занятия</b>                                      |  |              |
| П4.1   | Построение рабочего процесса в многоступенчатой паровой турбине на диаграмме "энтальпия-энтропия".   | 2.00         |
| П4.2   | Расчет мощности и КПД паровой турбины без регенерации  |              |
| П4.3   | Построение конструктивной схемы турбоагрегата. Расчет количества выхлопов  | 2.00         |
| П4.4   | Тепловой расчет осевой турбинной ступени   | 2.00         |
| П4.5   | Переменный режим работы турбины  |              |
| П4.6   | Характеристики мощности турбинных ступеней и отсеков   |              |
| <b>Лабораторные занятия</b>  |  |              |
| Р4.1   | Исследование работы турбинной ступени в переменных режимах   |              |
| <b>Самостоятельная работа</b>  |  |              |
| С4.1   | Подготовка к лекциям   | 20.00        |
| С4.2   | Подготовка к практическим и семинарским занятиям   | 12.00        |
| С4.3   | Подготовка к лабораторным работам  |              |
| <b>Контактная внеаудиторная работа</b>                                     |  |              |
| КВР4.1   | Контактная внеаудиторная работа  |              |
| <b>Курсовые работы, проекты</b>  |  |              |
| К4.1   | Выбор и расчет теплового двигателя паротурбинной установки   | 35.00        |
| <b>Раздел 5 «Газотурбинные установки и двигатели внутреннего сгорания»</b> |  | <b>16.00</b> |
| <b>Лекции</b>  |  |              |
| Л5.1   | Газовые турбины и газотурбинные установки. Принцип работы, циклы и схемы газотурбинных установок (ГТУ). Турбодетандеры. Область применения, классификация и особенности работы                       |              |
| Л5.2   | Двигатели внутреннего сгорания. Принцип работы, классификация и область применения двигателей внутреннего сгорания, Особенности циклов ДВС. Техничко-экономические показатели и тепловой баланс ДВС. |              |
| <b>Семинары, практические занятия</b>                                      |  |              |
| П5.1   | Расчет цикла и энергетических показателей ГТУ  |              |
| П5.2   | Расчет теплового баланса, определение мощности и КПД ДВС   |              |
| <b>Самостоятельная работа</b>  |  |              |
| С5.1   | Подготовка к лекциям   | 11.00        |
| С5.2   | Подготовка к практическим и семинарским занятиям   | 5.00         |
| <b>Контактная внеаудиторная работа</b>                                     |  |              |

|   |                                  |               |
|---|----------------------------------|---------------|
| КВР5.1  | Контактная внеаудиторная работа  |               |
| <b>Раздел 6 «Подготовка и прохождение промежуточной аттестации»</b> |                                  | <b>9.50</b>   |
| Э6.1  | Подготовка к сдаче экзамена      | 6.50          |
| КВР6.1  | Защита курсовой работы (проекта) | 0.50          |
| КВР6.2  | Консультация перед экзаменом     | 2.00          |
| КВР6.3  | Сдача экзамена                   | 0.50          |
| <b>ИТОГО</b>  |                                  | <b>324.00</b> |

Содержание дисциплины данной рабочей программы используется при обучении по индивидуальному учебному плану, при ускоренном обучении, при применении дистанционных образовательных технологий и электронном обучении (при наличии).

## Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие обучающегося на всех этапах ее освоения путем планомерной, повседневной работы. Обучающийся обязан посещать лекции, семинарские, практические и лабораторные занятия (при их наличии), получать консультации преподавателя и выполнять самостоятельную работу.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, методических указаний и разработок, указанных в программе, особое внимание уделить целям, задачам, структуре и содержанию дисциплины.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений. Тематика лекций определяется настоящей рабочей программой дисциплины.

Лекции – это систематическое устное изложение учебного материала. На них обучающийся получает основной объем информации по каждой конкретной теме. Лекции обычно носят проблемный характер и нацелены на освещение наиболее трудных и дискуссионных вопросов.

Предполагается, что обучающиеся приходят на лекции, предварительно проработав соответствующий учебный материал по источникам, рекомендованным программой. Часто обучающимся трудно разобраться с дискуссионными вопросами, дать однозначный ответ. Преподаватель, сравнивая различные точки зрения, излагает свой взгляд и нацеливает их на дальнейшие исследования и поиск научных решений. После лекции желательно вечером перечитать и закрепить полученную информацию, тогда эффективность ее усвоения значительно возрастает. При работе с конспектом лекции необходимо отметить материал, который вызывает затруднения для понимания, попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю.

Целью семинарских занятий является проверка уровня понимания обучающимися вопросов, рассмотренных на лекциях и в учебной литературе.

Целью практических и лабораторных занятий является формирование у обучающихся умений и навыков применения теоретических знаний в реальной практике решения задач; восполнение пробелов в пройденной теоретической части курса.

Семинарские, практические и лабораторные занятия в равной мере направлены на совершенствование индивидуальных навыков решения теоретических и прикладных задач, выработку навыков интеллектуальной работы, а также ведения дискуссий. Для успешного участия в семинарских, практических и лабораторных занятиях обучающемуся следует тщательно подготовиться.

Основной формой подготовки обучающихся к практическим (лабораторным) занятиям является самостоятельная работа с учебно-методическими материалами, научной литературой, статистическими данными и т.п.

Изучив конкретную тему, обучающийся может определить, насколько хорошо он в ней разобрался. Если какие-то моменты остались непонятными, целесообразно составить список вопросов и на занятии задать их преподавателю. Практические (лабораторные) занятия предоставляют обучающемуся возможность творчески раскрыться, проявить инициативу и развить навыки публичного ведения дискуссий и общения.

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя выполнение различного рода заданий (изучение учебной и научной литературы, материалов лекций, систематизацию прочитанного материала, подготовку контрольной работы, решение

задач, подготовка докладов, написание рефератов, публикация тезисов, научных статей, подготовка и защита курсовой работы / проекта и другие), которые ориентированы на глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины.

Обучающимся рекомендуется систематически отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки.

Внутренняя система оценки качества освоения дисциплины включает входной контроль уровня подготовленности обучающихся, текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию, направленную на оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (в том числе результатов курсового проектирования (выполнения курсовых работ) при наличии).

При проведении промежуточной аттестации обучающегося учитываются результаты текущего контроля, проводимого в течение освоения дисциплины.

Процедура оценивания результатов освоения дисциплины осуществляется на основе действующих локальных нормативных актов ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», с которыми обучающиеся знакомятся на официальном сайте университета [www.vyatsu.ru](http://www.vyatsu.ru).



## **Учебно-методическое обеспечение дисциплины, в том числе учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающегося по дисциплине**

### **Учебная литература (основная)**

1) Бузиков, Шамиль Викторович. Тепловые двигатели. Курс лекций : учебное пособие / Ш. В. Бузиков ; ВятГУ, КирПИ, ФСА, каф. СП. - Киров : [б. и.], 2020. - 92 с. - Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru> (дата обращения: 29.07.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

2) Кузнецов, Ю. В. Насосы, вентиляторы, компрессоры : учебное пособие для во / Ю. В. Кузнецов, А. Г. Никифоров. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 304 с. - ISBN 978-5-8114-5144-9 : Б. ц. - URL: <https://e.lanbook.com/book/143248> (дата обращения: 15.05.2020). - Режим доступа: ЭБС Лань. - Текст : электронный.

### **Учебная литература (дополнительная)**

1) Епифанов, В. С. Судовые тепловые двигатели. 1 : практикум / В.С. Епифанов. - Москва : Альтаир|МГАВТ, 2007. - 36 с. - Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430947/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.

2) Черкасский, Владимир Михайлович. Насосы, вентиляторы, компрессоры : Учеб. / В. М. Черкасский. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1984. - 416 с. : ил. - 1.10 р. - Текст : непосредственный.

3) Кузнецов, Юрий Васильевич. Сжатый воздух / Ю. В. Кузнецов, М. Ю. Кузнецов ; РАН, УрО. - М. : Изд-во УрО РАН, 2007. - 511 с. : ил. - Библиогр.: с. 496-498 (62 назв.). - ISBN 5-7691-1842-3 : 1300.00 р. - Текст : непосредственный.

### **Учебно-методические издания**

1) Суворов, Дмитрий Михайлович. Выбор и расчет теплового двигателя и нагнетателей паротурбинной установки с противодавлением и теплового потребителя : учеб.-метод. пособие для студентов направления 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" профиля "Промышленная теплоэнергетика" / Д. М. Суворов, Р. Ю. Акчурин ; ВятГУ, КирПИ, ЭТФ, каф. ТиГ. - 2-е изд. - Киров : ВятГУ, 2017. - 56 с. - Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru> (дата обращения: 01.12.2016). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

2) Мицкевич, Алеся Александровна. Исследование работы поршневого компрессора : учебно-метод. пособие для студентов направления 140100.62 всех профилей подготовки, всех форм обучения / А. А. Мицкевич, Д. М. Суворов ; ВятГУ, ЭТФ. каф. ТиГ. - Киров : ВятГУ, 2014. - 47 с. - Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru> (дата обращения: 21.04.2014). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

3) Акчурин, Рустям Юнусович. Нормальные испытания поршневого насоса. Нормальные испытания центробежного насоса : практикум для студентов направлений 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника, 15.03.01 "Машиностроение", 15.03.02 "Технологические машины и оборудование", 15.05 "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 35.03.02 "Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств" и специальности 15.05.01 "Проектирование технологических машин и комплексов" / Р. Ю. Акчурин ; ВятГУ, КирПИ, ЭТФ, каф. ТиГ. - 2-е изд., перераб. и доп. - Киров : ВятГУ, 2017. - 36 с. - Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru> (дата обращения: 27.02.2017). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

4) Суворов, Дмитрий Михайлович. Исследование турбинной ступени в переменных режимах работы : учебно-метод. пособие для студентов направления 13.04.01 всех профилей подготовки. всех форм обучения / Д. М. Суворов ; ВятГУ, ЭТФ. каф. ТиГ. - 2-е изд. - Киров : ВятГУ, 2015. - 23 с. - Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru> (дата обращения: 28.08.2015). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

#### **Электронные образовательные ресурсы**

- 1) Портал дистанционного обучения ВятГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://mooc.do-kirov.ru/>
- 2) Раздел официального сайта ВятГУ, содержащий описание образовательной программы [электронный ресурс] / - Режим доступа: [https://www.vyatsu.ru/php/programms/eduPrograms.php?Program\\_ID=3-13.03.01.01](https://www.vyatsu.ru/php/programms/eduPrograms.php?Program_ID=3-13.03.01.01)
- 3) Личный кабинет студента на официальном сайте ВятГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <https://new.vyatsu.ru/account/>
- 4) Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/>

#### **Электронные библиотечные системы (ЭБС)**

- ЭБС «Научная электронная библиотека eLIBRARY» (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>)
- ЭБС «Издательства Лань» (<http://e.lanbook.com/>)
- ЭБС «Университетская библиотека online» ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru))
- Внутренняя электронно-библиотечная система ВятГУ (<http://lib.vyatsu.ru/>)
- ЭБС «ЮРАЙТ» (<https://urait.ru>)

#### **Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

- ГАРАНТ
- КонсультантПлюс
- Техэксперт: Нормы, правила, стандарты

- Роспатент (<https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema>)
- Web of Science® (<http://webofscience.com>)

## Материально-техническое обеспечение дисциплины

### Демонстрационное оборудование

| Перечень используемого оборудования |
|-------------------------------------|
| ПРОЕКТОР CASIO XJ-F210WN            |
| ПРОЕКТОР ОРТОМА ML1500e             |
| ЭКРАН настенный Manual 240 x240см   |
| ЭКРАН рулонный настенный DA-Lite    |

### Специализированное оборудование

| Перечень используемого оборудования   |
|---|
| БАК ДЛЯ ВОДЫ V-1М.КУБ.  |
| БАК ДЛЯ ВОДЫ V-3М.КУБ.  |
| ВЕНТИЛЯТОР ВВД 5-60   |
| НАСОС ПЛАСТИЧ.РИУЛ.Г-12-  |
| НАСОС РОТОРНЫЙ РВ-5/2   |
| ТАХОМЕР ЭЛЕКТРОННЫЙ "7ТЭ-М1"  |
| ТИПОВОЙ КОМПЛЕКТ УЧЕБНОГО ОБОРУДОВАНИЯ "РАБОЧИЕ ПРОЦЕССЫ ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРА" РППК-010-5ЛР |

### Учебно-наглядное пособие

| Перечень используемого оборудования |
|-------------------------------------|
| ПИРОМЕТР IR-T4                      |
| ПИРОМЕТР Optris MS                  |
| ПЛАНШЕТ N1                          |
| ПЛАНШЕТ N2                          |

**Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, в том числе лицензионное и свободно распространяемое ПО (включая ПО отечественного производства)**

| № п.п | Наименование ПО  | Краткая характеристика назначения ПО   |
|-------|--|--|
| 1     | Программная система с модулями для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ» | Программный комплекс для проверки текстов на предмет заимствования из Интернет-источников, в коллекции диссертация и авторефератов Российской государственной библиотеки (РГБ) и коллекции нормативно-правовой документации LEXPRO |
| 2     | Microsoft Office 365 ProPlusEdu ALNG SubsVL MVL AddOn toOPP  | Набор веб-сервисов, предоставляющий доступ к различным программам и услугам на основе платформы Microsoft Office, электронной почте бизнес-класса, функционалу для общения и управления документами                                |
| 3     | Office Professional Plus 2016  | Пакет приложений для работы с различными типами документов: текстами, электронными таблицами, базами данных, презентациями   |
| 4     | Windows Professional   | Операционная система   |
| 5     | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса  | Антивирусное программное обеспечение   |
| 6     | Справочная правовая система «Консультант Плюс»   | Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации  |
| 7     | Электронный периодический справочник ГАРАНТ Аналитик   | Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации  |
| 8     | Security Essentials (Защитник Windows)   | Защита в режиме реального времени от шпионского программного обеспечения, вирусов.   |
| 9     | МойОфис Стандартный  | Набор приложений для работы с документами, почтой, календарями и контактами на компьютерах и веб браузерах   |

Обновленный список программного обеспечения данной рабочей программы находится по адресу:  
[https://www.vyatsu.ru/php/list\\_it/index.php?op\\_id=119196](https://www.vyatsu.ru/php/list_it/index.php?op_id=119196)