

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_2018_97757
Актуализировано: 26.03.2021

Рабочая программа дисциплины
Паровые и газовые турбины

	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	Очная наименование
Кафедра-разработчик	Кафедра теплотехники и гидравлики (ОРУ) наименование
Выпускающая кафедра	Кафедра теплотехники и гидравлики (ОРУ) наименование

Киров, 2018 г.

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 и методов их выбора для работы в системах энергоснабжения.
Задачи дисциплины	<ul style="list-style-type: none">• изучить принципы работы, области применения, классификацию, конструкции и режимы работы, паровых и газовых турбин, а также нагнетателей различных видов• изучить основы регулирования мощности турбин и работу турбин в переменных режимах

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
основные режимы работы паровых и газовых турбин	рассчитывать основные режимы работы паровых турбин	навыками теплового расчета осевой турбинной ступени

Структура дисциплины
Тематический план

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

Формы промежуточной аттестации

Зачет	Не предусмотрен (Очная форма обучения)
Экзамен	5 семестр (Очная форма обучения)
Курсовая работа	5 семестр (Очная форма обучения)
Курсовой проект	Не предусмотрена (Очная 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	288	8	163.5	88	36	36	16	124.5	5		5

Содержание дисциплины

Очная форма обучения

Код занятия	Наименование тем занятий	Трудоемкость, академических часов
Раздел 1 «Особенности термодинамических процессов установок, использующих паровые и газовые турбины»		26.00
Лекции		
Л1.1	Место и роль тепловых двигателей в системах энергоснабжения. Классификация 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.	2.00
Семинары, практические занятия		
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
Самостоятельная работа		
С1.1	Подготовка к лекциям	4.00
С1.2	Подготовка к практическим и семинарским занятиям	4.00
Контактная внеаудиторная работа		
КВР1.1	Контактная внеаудиторная работа	10.00
Раздел 2 «Паровые турбины и паротурбинные установки»		106.00
Лекции		
Л2.1	Паровые турбины: общие сведения. Принцип работы и основные конструктивные элементы многоступенчатых паровых турбин. Классификация и маркировка паровых турбин. Стандартные параметры пара	2.00
Л2.2	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	4.00
Л2.3	Баланс энергии и структура КПД турбинной ступени. Относительный лопаточный к.п.д. и относительный внутренний к.п.д. турбинной ступени. Работа и мощность турбинной ступени. Двухвенечные ступени и ступени большой веерности	4.00
Л2.4	Рабочий процесс в многоступенчатой паровой турбине.	4.00

	Коэффициент возврата теплоты. Основы выбора конструкций турбины. Расчет количества выхлопов. Основы регулирования мощности паровых турбин. Системы парораспределения и регулирования турбин. Осевые усилия	
Л2.5	Классификация режимов работы турбин. Основные выводы из теории переменного режима. Работа турбинной ступени в переменном режиме. Работа турбины с уменьшением пропуска пара при постоянном начальном давлении и при постоянном начальном давлении	2.00
Семинары, практические занятия		
П2.1	Построение рабочего процесса в многоступенчатой паровой турбине на диаграмме "энтальпия-энтропия" .	2.00
П2.2	Расчет мощности и КПД паровой турбины без регенерации	4.00
П2.3	Построение конструктивной схемы турбоагрегата. Расчет количества выхлопов	4.00
П2.4	Тепловой расчет осевой турбинной ступени	4.00
П2.5	Переменный режим работы ступени. Расчет отклонения в косом срезе	2.00
П2.6	Переменный режим работы турбины	4.00
П2.7	Характеристики мощности турбинных ступеней и отсеков	2.00
Лабораторные занятия		
Р2.1	Исследование работы турбинной ступени в переменных режимах	4.00
Самостоятельная работа		
С2.1	Подготовка к лекциям	4.00
С2.2	Подготовка к практическим и семинарским занятиям	4.00
С2.3	Подготовка к лабораторным работам	4.00
Контактная внеаудиторная работа		
КВР2.1	Контактная внеаудиторная работа	29.00
Курсовые работы, проекты		
К2.1	Выбор и расчет теплового двигателя паротурбинной установки	23.00
Раздел 3 «Нагнетатели объемного действия и поршневые детандеры»		49.50
Лекции		
Л3.1	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 диаграмма	1.00
Л3.2	Поршневые компрессоры. Классификация и типы поршневых компрессоров. Нормализованные базы.Сжатие газа в идеальном и реальном	1.00

	компрессоре. Объемный коэффициент компрессора. Производительность компрессора, коэффициенты подачи. Мощность и КПД компрессора.	
Л3.3	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 поршневых компрессоров	2.00
Семинары, практические занятия		
ПЗ.1	Выбор основных размеров поршневого компрессора по заданной производительности.	2.00
Лабораторные занятия		
РЗ.1	Нормальные испытания поршневого насоса	4.00
РЗ.2	Исследование индикаторной диаграммы рабочего процесса поршневого компрессора	4.00
Самостоятельная работа		
СЗ.1	Подготовка к лекциям	8.00
СЗ.2	Подготовка к практическим и семинарским занятиям	8.00
СЗ.3	Подготовка к лабораторным работам	4.00
Контактная внеаудиторная работа		
КВРЗ.1	Контактная внеаудиторная работа	15.50
Раздел 4 «Нагнетатели кинетического действия»		58.00
Лекции		
Л4.1	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	2.00
Л4.2	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 м	2.00
Л4.3	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
Л4.4	Вентиляторы. Классификация вентиляторов. Устройство центробежного вентилятора. Давление, развиваемое вентилятором. Характеристики. Способы изменения характеристики вентилятора. Неустойчивость работы. Подача, напор, мощность и к.п.д. вентилятора.	1.00
Л4.5	Центробежные и осевые компрессоры. Области применения. Устройство центробежных и осевых компрессоров. Степень. Характеристики лопастных компрессоров. Основные способы изменения	1.00

	характеристики компрессора. Мощность центробежного компрессора.	
Семинары, практические занятия		
П4.1	Высота всасывания и кавитационный запас насоса	2.00
П4.2	Параллельная и последовательная работа насосов на трубопровод (сеть).	2.00
Лабораторные занятия		
Р4.1	Нормальные испытания центробежного насоса	4.00
Самостоятельная работа		
С4.1	Подготовка к лекциям	2.00
С4.2	Подготовка к практическим и семинарским занятиям	2.00
С4.3	Подготовка к лабораторным работам	2.00
Контактная внеаудиторная работа		
КВР4.1	Контактная внеаудиторная работа	15.00
Курсовые работы, проекты		
К4.1	Выбор нагнетателей паротурбинной установки	21.00
Раздел 5 «Газотурбинные установки и ДВС»		21.00
Лекции		
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
Семинары, практические занятия		
П5.1	Расчет цикла и энергетических показателей ГТУ	2.00
П5.2	Расчет теплового баланса, определение мощности и КПД ДВС	2.00
Самостоятельная работа		
С5.1	Подготовка к лекциям	4.00
С5.2	Подготовка к практическим и семинарским занятиям	6.00
Контактная внеаудиторная работа		
КВР5.1	Контактная внеаудиторная работа	3.00
Раздел 6 «Подготовка и прохождение промежуточной аттестации»		27.50
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
ИТОГО		288.00

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 ознакамливаются на официальном сайте университета www.vyatsu.ru.

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

Учебная литература (основная)

- 1) Паровые и газовые турбины : Учеб. для вузов / под ред. А. Г. Костюка, В. В. Фролова. - М. : Энергоатомиздат, 1985. - 352 с. : ил. - 2.00 р. - Текст : непосредственный.
- 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.
- 3) Устройство и действие энергетических установок : учеб. пособие / В. В. Сахин. - Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2015. - . - ISBN 978-5-85546-863-2. - Текст : электронный. К. 1 : Поршневые машины. Паровые турбины. - Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2015. - 172 с. - ISBN 978-5-85546-864-9 : Б. ц. - URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=75171 (дата обращения: 15.05.2020). - Режим доступа: ЭБС Лань.

Учебная литература (дополнительная)

- 3) 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.
- 1) Трухний, Алексей Данилович. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки : учеб. пособие / А. Д. Трухний, Б. В. Ломакин. - М. : Изд-во МЭИ, 2002. - 540 с. : ил. + 1 вкладки. - Библиогр.: с. 532. - ISBN 5-7-46-0722-5 : 538.20 р. - Текст : непосредственный.
- 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.

Учебно-методические издания

- 1) Конденсационная паротурбинная установка : Метод. указания по курсовому проектированию. Дисциплина "Паровые и газовые турбины". Специальность 1001, курс 3, д/о / КирПИ, ЭТФ, каф. Тиг ; сост. Г. А. Шапиро, Д. М. Суворов. - Киров : ВятГУ, 1992. - 38 с. - 100 экз. - 28.50 р. - Текст : непосредственный.
- 2) 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. - Б. ц. - Текст : электронный.

3) Суворов, Дмитрий Михайлович. Исследование турбинной ступени в переменных режимах работы : метод. указания к лаб. работе по дисциплине "Тепловые двигатели и нагнетатели": специальность "Промышленная теплоэнергетика" / Д. М. Суворов ; ВятГУ, ЭТФ. каф. Тиг. - Киров : ВятГУ, 2009. - 16 с. - Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru>. - 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
- 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)
- 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 МУЛЬТИМЕД. Tohiba
ЭКРАН настенный Manual 240 x240см

Специализированное оборудование

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

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=97757