

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

 Н.И. Никифорова

« 30 » \_\_\_\_\_ мая 2022 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.15 «Газотурбинные и парогазовые установки»  
Направление подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»  
Профиль подготовки: «Энергообеспечение предприятий»  
Квалификация (степень) выпускника бакалавр  
Форма обучения очная  
Факультет – информационных технологий  
Кафедра-разработчик рабочей программы: Электротехники и  
энергообеспечения предприятий  
Курс 4, семестр 8

Наименование занятия	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Практические занятия	18	0,5
Лабораторные занятия	18	0,5
Контроль самостоятельной работы	36	1
Самостоятельная работа	27	0,75
Форма аттестации (часы на контроль)	Экзамен (27)	0,75
Всего	144	4

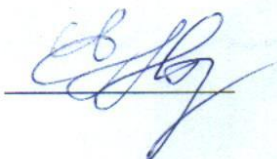
Нижекамск 2022 г.



Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№143 28.02.18 г.) по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» на основании учебного плана набора обучающихся 2022 г.

Разработчик программы:

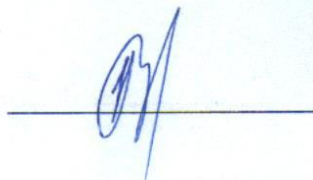
Доцент



Гаврилов Е.Н.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры протокол от 24.04.2022 г. № 8

Зав. кафедрой



Е.В. Тумаева

## ***1 Цели освоения дисциплины***

Целью дисциплины является изучение технологии производства электроэнергии и тепла на современных энергетических газотурбинных и парогазовых установках тепловых электростанций.

По завершению освоения данной дисциплины студент способен и готов:

- самостоятельно работать, принимать решения в рамках своей профессиональной деятельности;
- изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, анализировать научно-техническую информацию по проектированию и эксплуатации газотурбинных и парогазовых установок;
- применять современные методы проектирования и эксплуатации газотурбинных и парогазовых установок, что позволит реализовать эффективные и экономичные технологии, обеспечивать высокие показатели надежности и безопасности;
- определять технико-экономическую и энергосберегающую эффективность применяемых и вновь создаваемых газотурбинных и парогазовых установок.

При организации учебного процесса по дисциплине устанавливаются следующие *цели ее освоения*:

- предоставить информацию о применяемом на ТЭС оборудовании ГТУ и ПГУ, методах его расчета и проектирования;
- научить студентов обосновывать конкретные технические решения при проектировании и эксплуатации оборудования ГТУ и ПГУ;
- дать информацию о надежности и экономичности газотурбинных и парогазовых установок.

## ***2 Место дисциплины в структуре ООП ВО***

Дисциплина «Газотурбинные и парогазовые установки» относится к вариативной части ОП ВО цикла дисциплин, служит общетехнической подготовкой студентов и формирует у бакалавров по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» набор знаний и компетенций, необходимых для создания теоретической, практической и прикладной базы для изучения дисциплин, связанных с контролем, управлением, мониторингом и автоматизацией технологических процессов ТЭЦ и промышленных предприятий.

Для успешного освоения дисциплины «Газотурбинные и парогазовые установки» бакалавр по направлению подготовки должен освоить материал предшествующих дисциплин: Б1.О.12 «Математика», Б1.О.13 «Физика», Б1.О.18 «Инженерная и компьютерная графика»; Б1.О.27 «Общая энергетика», Б1.О.28 – «Гидрогазодинамика».

Дисциплина «Газотурбинные и парогазовые установки» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин: Б1.В.11 «Энергосбережение и энергоменеджмент»; Б1.В.16 «Возобновляемые источники энергии».

Знания, полученные при изучении дисциплины «Газотурбинные и парогазовые установки» могут быть использованы при прохождении практик и выполнении выпускной квалификационной работы.

## ***3. Компетенции и индикаторы достижения компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины***

В процессе освоения дисциплины «Газотурбинные и парогазовые установки» у студента развиваются следующие компетенции:

ПК-3 – способен организовать метрологическое обеспечение технологических процессов, готов к работам по освоению и доводке технологических процессов.

ПК-3.1 – знает измерительные приборы, используемые при производстве и транспортировке тепловой и электрической энергии;

ПК-3.2 – умеет организовать метрологическое обеспечение технологических процессов, готов к работам по освоению и доводке технологических процессов;

ПК-3.3 – владеет методами метрологического обеспечения приборов, используемых при производстве и транспортировке тепловой и электрической энергии.

ПК-4 – способен организовать работу персонала по эксплуатации электро- и теплоэнергетического оборудования.

Индикаторы достижения компетенции:

ПК-4.1 – знает основные законодательные акты и нормативы по организации работы персонала по эксплуатации электро- и теплоэнергетического оборудования;

ПК-4.2 – умеет организовать работу персонала по эксплуатации электро- и теплоэнергетического оборудования;

ПК-4.3 – владеет методами организации работы персонала по эксплуатации электро- и теплоэнергетического оборудования.

### ***В результате освоения дисциплины обучающийся должен:***

#### ***1) знать:***

- основные источники научно-технической информации по оборудованию газотурбинных и парогазовых установок ТЭС;
- основные конструктивные характеристики газотурбинных и парогазовых установок, их вспомогательного оборудования на ТЭС;
- методы расчета установок и условия их эксплуатации.

#### ***2) уметь:***

- осуществлять выбор типов ГТУ и ПГУ на ТЭС и их вспомогательного оборудования;
- определять показатели тепловой и общей экономичности указанных установок;
- использовать программные средства расчета характеристик оборудования;
- анализировать информацию о новых разработках ГТУ и ПГУ ТЭС и методах расчета.

#### ***3) владеть:***

- основными методами надежной и экономичной эксплуатации ГТУ и ПГУ ТЭС информацией о технических параметрах ГТУ и ПГУ, применяемых на ТЭС;
- навыками применения полученной информации при проектировании ГТУ и ПГУ и их эксплуатации;
- навыками ведения дискуссии по профессиональной тематике.

## ***4 Структура и содержание дисциплины***

Общая трудоемкость дисциплины «Газотурбинные и парогазовые установки» составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

### Структура дисциплины для разных форм обучения

№ п/п	Раздел дисциплины (тема)	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
		Лекции	Практика	Лабораторные	КСР	СРС	
1	Элементы технической термодинамики	3	-	-	6	4,5	Коллоквиум; СПМТ, Экзамен
2	Рабочие процессы в газотурбинных установках	3	6	-	6	4,5	Коллоквиум; Практическая работа, СПМТ, Экзамен
3	Конструктивные особенности газотурбинных установок	3	6	18	6	4,5	Коллоквиум; Практическая работа, СПМТ, Экзамен
4	Парогазовые установки с котлами- утилизаторами	3	6	-	6	4,5	Коллоквиум; Практическая работа, СПМТ, Экзамен
5	Парогазовые установки с паровыми котлами	3	-	-	6	4,5	Коллоквиум; СПМТ, Экзамен
6	Комбинированные циклы тепловых насосов	3	-	-	6	4,5	Коллоквиум; СПМТ, Экзамен
Всего		18	18	18	36	27	144
Форма аттестации				Экзамен (27)			

### 5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Элементы технической термодинамики	3	Термодинамические параметры состояния и функции процесса	1.Способы реализации цикла Брайтона 2. Основные законы и процессы 3. Диаграммы состояния и термодинамические циклы	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
2	Рабочие процессы в газотурбинных установках	3	Процесс расширения в турбине	1.Процесс сжатия в компрессоре 2.Процессы в камерах сгорания и дожигания 3. Преобразование энергии в турбинной ступени 4. Основные характеристики и	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3

				показатели работы газотурбинной установки	
3	Рабочие процессы в газотурбинных установках	3	Общие принципы компоновки и конструкции	1. Газовые турбины 2. Компрессоры 3. Камеры сгорания 4. Вспомогательные системы и механизмы	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
4	Парогазовые установки с котлами-утилизаторами	3	Паровые турбины для ПГУ-КУ	1. Установки с раздельными контурами газа и пара (ПГУ-КУ) 2. Особенности тепловых процессов в контактных газопаровых 3. Котлы-утилизаторы 4. Регулирование нагрузки ПГУ-КУ	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
5	Парогазовые установки с паровыми котлами	3	Парогазовые установки сбросного типа	1. Парогазовые установки с параллельной и полузависимой работой 2. Парогазовые установки с высоконапорным парогенератором	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
6	циклы тепловых насосов Комбинированные	3	Оценка эффективности тепловых насосов	1. Рабочее тело для компрессионного теплового насоса 2. ТЭЦ с газомоторным приводом теплового насоса (ТН-ТЭЦ) 3. Котельные с напорной утилизацией теплоты	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3

## **6 Содержание практических занятий**

Практические занятия – аудиторные занятия, предназначенные для решения конкретных практических задач с использованием теоретических концепций дисциплины, и ориентированы на приобретение и развитие навыков и умений практической деятельности студентов.

### **Темы и распределение количества часов на практические занятия по темам**

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Рабочие процессы в газотурбинных установках	6	Процесс расширения в турбине	Расчет газотурбинной установки	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3

2	Конструктивные особенности газотурбинных установок	6	Общие принципы компоновки и конструкции	Укрупненный тепловой расчет котла-утилизатора	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
3	Парогазовые установки с котлами-утилизаторами	6	Паровые турбины для ПГУ-КУ	Расчет тепловой схемы паротурбинной установки	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3

## **7. Содержание лабораторных занятий**

Учебным планом направления 13.03.01 предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Газотурбинные и парогазовые установки».

*Цель проведения лабораторных занятий:*

- 1) углубление и закрепление теоретических знаний, полученных студентами на лекции;
- 2) проверка научно-теоретических положений экспериментальным путем;
- 3) ознакомление с оборудованием, приборами и материалами;
- 4) изучение на практике важнейших методов измерений и методов научных исследований.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Индикаторы достижения компетенции
1	Конструктивные особенности газотурбинных установок	6	Компрессоры ГТУ	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
		6	Турбины ГТУ	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
		6	Теплообменные аппараты ГТУ	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3

Лабораторные работы проводятся в лаборатории теплотехнических измерений (ауд. 130)

## **8 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

### **8.1 Характеристика самостоятельной работы студентов**

Общая продолжительность СРС, предусмотренная учебным планом направления 13.03.01 по дисциплине «Газотурбинные и парогазовые установки» для разных форм обучения, а также распределение учебного времени по отдельным темам представлены в таблице 1.

Самостоятельная работа студентов (СРС) - это совокупность самостоятельной деятельности студентов, направленная на глубокое изучение учебного материала и выработку навыков использования знаний в практической работе.

СРС следует разделить:

- на самостоятельную аудиторную работу студентов (СРС/А) под методическим руководством и при непосредственном участии преподавателя во время аудиторных и индивидуальных занятий;

- на внеаудиторную самостоятельную работу студентов (СРС/В): чтение литературы, написание рефератов и докладов, выполнение домашних заданий, выполнение курсового проекта и т.д.

Темы теоретических вопросов, выносимые на самостоятельную работу, представлены в таблице.

#### **Задания и темы, выносимые на самостоятельную работу**

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	6	Конспект	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
2	Обработка результатов лабораторных работ	6	Отчет	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
3	Общие понятия об органическом топливе, состав органического топлива, теория горения органического топлива	6	Конспект	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
4	Распределения давления в водопаровом тракте, гидравлический расчет водопарового тракта	6	Конспект	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
5	Общий порядок аэродинамического расчета газоздушных трактов	6	Конспект	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
6	Основные показатели и нормы качества воды для питания котельных установок	6	Конспект	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3

#### **8.1 Контроль самостоятельной работы**

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	Общие понятия об органическом топливе, состав органического топлива, теория горения органического топлива	4,5	Проверка конспекта, Ответов на вопросы коллоквиума	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
2	Распределения давления в водопаровом тракте, гидравлический расчет водопарового тракта	4,5	Проверка конспекта, Ответов на вопросы коллоквиума	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
3	Общий порядок аэродинамического расчета газоздушных трактов	4,5	Проверка конспекта, Ответов на вопросы	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3



			коллоквиума	
4	Основные показатели и нормы качества воды для питания котельных установок	4,5	Проверка конспекта, Ответов на вопросы коллоквиума	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
5	Консервация и техническое освидетельствование котельных установок	4,5	Проверка конспекта, Ответов на вопросы коллоквиума	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
6	Влияние работы котельных агрегатов на окружающую среду и климат	4,5	Проверка конспекта, Ответов на вопросы коллоквиума	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3

## 9 Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Газотурбинные и парогазовые установки» используется рейтинговая система.

Работа студентов по освоению всех видов учебных занятий контролируется кафедрой использованием рейтинговой системы оценки знаний, разработанной на основе «ПОЛОЖЕНИЯ о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса», утвержденного УМК Ученого совета ФГБОУ ВО «КНИТУ».

Максимальный рейтинг студента по дисциплине равен  $R = 100$  баллам. Рейтинг по дисциплине включает два слагаемых: 1)  $R_{тек}$  – текущий рейтинг, его максимальное значение равно 60 баллам, минимальное значение, необходимое для получения зачета, – не менее 36 баллов (при выполнении всех контрольных точек); 2)  $R_{экз}$  – экзаменационный рейтинг (зачета с оценкой), его величина не должна превышать 40 баллов. Экзамен считается сданным, если студент получил за него не менее 24 баллов.

Значение текущего рейтинга  $R_{тек} \geq 36$  баллов служит основанием для допуска студента к экзамену. Пересчет рейтинговой оценки в 4–бальную оценку, проставляемую в экзаменационную ведомость, зачетную книжку и приложение к диплому, производится в соответствии с установленной шкалой.

Перерасчет рейтингов в 4 – бальную оценку

Интервал баллов рейтинга	Оценка
$0 \leq R < 60$	«неудовлетворительно» ( 2 )
$60 \leq R < 73$	«удовлетворительно» ( 3 )
$73 \leq R < 87$	«хорошо» ( 4 )
$87 \leq R < 100$	«отлично» ( 5 )

Для оценки систематической работы студентов в течение семестра и расчета  $R_{тек}$  введены ряд контрольных точек: 1) выполнение заданий во время практических занятий; 2) составление конспектов по темам, оставленным на самостоятельное изучение (СПТМ); 3) сдача коллоквиумов

**Критерии рейтинговой оценки по курсу «Газотурбинные и парогазовые установки»**

<b>ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА</b>	<b>Число баллов за оценку</b>	
	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Практическая работа:		
1) Расчет газотурбинной установки	6	10
2) Укрупненный тепловой расчет котла-утилизатора	6	10
3) Расчет тепловой схемы паротурбинной установки	6	10
Коллоквиумы	16	24
СПТМ	2	6
За семестр	36	60
Экзамен	24	40
Итого	60	100

**10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

**11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины****11.1 Основная литература**

При изучении дисциплины Б1.В.15 «Газотурбинные и парогазовые установки» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

<b>№ п/п</b>	<b>Основные источники информации</b>	<b>Кол-во экз</b>
1	Вафин, Д.Б. Газотурбинные установки и парогенераторы: учебное пособие, издание второе/ Д.Б. Вафин. – Казань: изд-во «Школа», 2016. – 288 с. (Гриф УМО)	9
2	Вафин Д.Б. Котельные установки и парогенераторы: учебное пособие/ Д.Б. Вафин. – Нижнекамск: НХТИ, 2014. – 176 с.	43

**11.2 Дополнительная литература**

<b>№ п/п</b>	<b>Дополнительные источники информации</b>	<b>Кол-во экз</b>
1	Вафин, Д.Б. Лабораторные работы по теплоснабжению / Д.Б.Вафин, Е.В. Тумаева.- Нижнекамск: НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», 2018. – 108 с .	14
2	Соколов Б.А. Котельные установки и их эксплуатация. – М.: Изд-во Академия, 2008. – 432 с.	10

### ***11.3 Электронные источники информации***

При изучении дисциплины «Электроснабжение» в качестве электронных источников информации, рекомендуется использовать следующие источники:

ЭБС «ZNANIUM» – режим доступа: <https://znanium.com/>

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

№п.п	Адрес Интернет-ресурса	Информационные и справочные ресурсы
1	2	3
1	<a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a>	Федеральный портал «Российское образование»
2	<a href="http://www.fcior.edu.ru">http://www.fcior.edu.ru</a>	Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов
3	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>	Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»
4	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	Научная электронная библиотека

**Согласовано:**

Зав. отделом по библиотечному  
обслуживанию



В.Я. Тарасова

## ***12. Материально-техническое обеспечение дисциплины***

1. Лекционные занятия:
  - a. комплект электронных презентаций,
  - b. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук, (ауд. 130),
2. Практические занятия:
  - a. аудитория 130 или компьютерный класс 203,
  - b. презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук, ...),
3. Прочее
  - a. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
  - b. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде (203)

## ***13. Образовательные технологии***

Основные интерактивные формы проведения учебных занятий (12 часов – очная форма обучения):

- работа в малых группах;
- разработка проекта (метод проектов);
- использование общественных ресурсов, социальные проекты и другие внеаудиторные методы обучения, например просмотр и обсуждение видеофильмов, экскурсии, приглашение специалиста, спектакли.