

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



Заместитель директора по УР  
 Н.И. Никифорова  
 «03» мая 2023 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, очно-заочная  
 Факультет – информационных технологий  
 Кафедра-разработчик рабочей программы: Электротехники и  
энергообеспечения предприятий  
 Курс 4, семестр 8 – очное отделение  
 Курс 5, семестр 9 – очно-заочное отделение

Наименование занятия	Очное отделение		Очно-заочное отделение	
	Часы	Зачетные единицы	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5	14	0,35
Практические занятия	18	0,5	7	0,2
Лабораторные занятия	18	0,5	7	0,2
Контроль самостоятельной работы	27	0,75	18	0,5
Самостоятельная работа	36	1	71	2
Форма аттестации (часы на контроль)	Экзамен (27)	0,75	Экзамен (27)	0,75
Всего	144	4	144	4

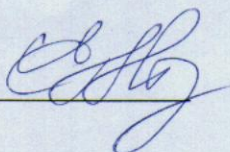
Нижнекамск 2023 г.



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 2023 г.

Разработчик программы:

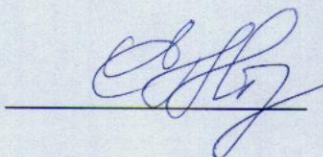
Зав. кафедрой



Е. Н. Гаврилов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры ЭТЭОП, протокол от 18.04.2023 г. № 8

Зав. кафедрой



Е. Н. Гаврилов

## ***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» для очного (очно-заочного) отделений составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины (тема)	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практика	Лабораторные	КСР	СРС	
1	Элементы технической термодинамики	8(9)	3(2)	-	-	6(3)	4,5 (11,5)	Коллоквиум; Экзамен
2	Рабочие процессы в газотурбинных установках	8(9)	3(2)	6(1)	-	6(3)	4,5 (11,5)	Коллоквиум; Практическая работа, Экзамен
3	Конструктивные особенности газотурбинных установок	8(9)	3(3)	6(3)	18(7)	6(3)	4,5 (12)	Коллоквиум; Практическая работа, Экзамен
4	Парогазовые установки с котлами-утилизаторами	8(9)	3(3)	6(3)	-	6(3)	4,5 (12))	Коллоквиум; Практическая работа, Экзамен
5	Парогазовые установки с паровыми котлами	8(9)	3(2)	-	-	6(3)	4,5 (12)	Коллоквиум; Экзамен
6	Комбинированные циклы тепловых насосов	8(9)	3(2)	-	-	6(3)	4,5 (12)	Коллоквиум; Экзамен
Всего			18(14)	18(7)	18(7)	36(18)	27(71)	144(144)
Форма аттестации					Экзамен 27(27)			

#### **5. Содержание лекционных занятий по темам**

Для очного (очно-заочного) отделений

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5	6
1	Элементы технической термодинамики	3(2)	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



1	2	3	4	5	6
2	Рабочие процессы в газотурбинных установках	3(2)	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 показатели работы газотурбинной установки	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
3	Рабочие процессы в газотурбинных установках	3(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(3)	Паровые турбины для ПГУ-КУ	1. Установки с отдельными 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(2)	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(2)	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.

**Для очного (очно-заочного) отделений**

<b>№ п/п</b>	<b>Раздел дисциплины</b>	<b>Часы</b>	<b>Тема занятия</b>	<b>Краткое содержание</b>	<b>Индикаторы достижения компетенции</b>
1	Рабочие процессы в газотурбинных установках	6(1)	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(3)	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(3)	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.

<b>№ п/ п</b>	<b>Раздел дисциплины</b>	<b>Часы</b>	<b>Наименование лабораторной работы</b>	<b>Индикаторы достижения компетенции</b>
1	Конструктивные особенности газотурбинных установок	7	Компрессоры 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.

Для очного (очно-заочного) отделений

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Элементы технической термодинамики	4,5 (11,5)	Подготовка к коллоквиуму, экзамену	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
2	Рабочие процессы в газотурбинных установках	4,5 (11,5)	Подготовка к коллоквиуму, экзамену, выполнение практической работы	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
3	Конструктивные особенности газотурбинных установок	4,5 (12)	Подготовка к коллоквиуму, экзамену, выполнение практической работы	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
4	Парогазовые установки с котлами-утилизаторами	4,5 (12)	Подготовка к коллоквиуму, экзамену, выполнение практической работы	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
5	Парогазовые установки с паровыми котлами	4,5 (12)	Подготовка к коллоквиуму, экзамену	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
6	Комбинированные циклы тепловых насосов	4,5 (12)	Подготовка к коллоквиуму, экзамену	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3



## **8.2 Контроль самостоятельной работы**

<b>№ п/п</b>	<b>Темы, выносимые на самостоятельную работу</b>	<b>Часы</b>	<b>Форма КСР</b>	<b>Индикаторы достижения компетенции</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Элементы технической термодинамики	6(3)	Проверка ответов на вопросы коллоквиума и экзамена	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
2	Рабочие процессы в газотурбинных установках	6(3)	Проверка ответов на вопросы коллоквиума и экзамена, практической работы	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
3	Конструктивные особенности газотурбинных установок	6(3)	Проверка ответов на вопросы коллоквиума и экзамена, практической работы	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
4	Парогазовые установки с котлами-утилизаторами	6(3)	Проверка ответов на вопросы коллоквиума и экзамена, практической работы	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
5	Парогазовые установки с паровыми котлами	6(3)	Проверка ответов на вопросы коллоквиума и экзамена	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
6	Комбинированные циклы тепловых насосов	6(3)	Проверка ответов на вопросы коллоквиума и экзамена	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 бально-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»

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА	Число баллов за оценку	
	Min	Max
Практическая работа	18	30
Коллоквиумы	18	30
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:

№ п/п	Основные источники информации	Кол-во экз
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**

№ п/п	Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
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(8) часов – очная (очно-заочная) 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.