

**Министерство образования и науки Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Казанский национальный исследовательский  
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»**

Институт (факультет) авиации, наземного транспорта и энергетики  
Кафедра теплотехники и энергетического машиностроения

## **АННОТАЦИЯ**

к рабочей программе

«Турбомашины»

Индекс по учебному плану: Б1.В.ДВ.01.02

Направление подготовки: 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»

Квалификация: бакалавр

Профиль подготовки: «Паро- и газотурбинные установки и двигатели»,

Вид(ы) профессиональной деятельности: проектно-конструкторская,  
научно-исследовательская

Разработчик: профессор кафедры теплотехники и энергетического  
машиностроения А.В. Щукин

Казань 2017 г.

## **РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цель изучения дисциплины:**

Формирование у будущих бакалавров знаний о турбомашинах, как элементах энергетических газотурбинных и паротурбинных установок; освоение современных методик расчета и проектирования компрессоров и турбин различного назначения; изучение физических процессов течения рабочего тела в одной ступени и многоступенчатых турбомашинах; изучение конструктивных особенностей, способов регулирования и охлаждения элементов турбомашин.

### **1.2. Задачи дисциплины:**

- изучить теоретические основы физических процессов в турбомашинах, входящих в состав энергетических установок различного назначения;
- получить развернутое представление о влиянии режимных и конструктивных параметров на надежную работу турбомашин в процессе эксплуатации;
- освоить современные методы компьютерного проектирования и расчета турбомашин.

### **1.3. Место дисциплины в структуре ОП ВО**

Дисциплина «Турбомшины» входит в состав Вариативного модуля Блока 1, и является дисциплиной по выбору.

### **1.4. Перечень компетенций, которые должны быть реализованы в ходе освоения дисциплины**

В ходе освоения дисциплины «Турбомшины» должны быть реализованы следующие компетенции:

- ОПК-1 - способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.
- ОПК-3 - способность демонстрировать знание теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках.
- ПК-3 - способность принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения.

## РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЕ ОСВОЕНИЯ

### 2.1. Структура дисциплины, ее трудоемкость

Таблица 1

Распределение фонда времени по видам занятий

Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах/интерактивные часы)				Коды составляющих компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам.раб.		
<b>5 СЕМЕСТР</b>							
<i>Раздел 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЛОПАТОЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАШИН</i>						<i>ФОС ТК-1</i>	
Тема 1.1. Введение	4	2			2	ОПК-1.3, ОПК-1.У, ПК-3.3	Текущий контроль
<i>Раздел 2. СТУПЕНИ ТУРБОМАШИН, ИХ ТИПЫ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ</i>						<i>ФОС ТК-2</i>	
Тема 2.1. Особенности рабочих процессов в энергетических машинах лопаточного типа.	18	6	4		8	ОПК-1.У, ОПК-1.В, ОПК-3.3, ОПК-3.У, ОПК-3.В	Отчет о выполнении лабораторной работы
Тема 2.2. Потери в неподвижных и вращающихся лопаточных решетках.	12	6			6	ОПК-3.3, ОПК-3.У, ОПК-3.В	Текущий контроль
<i>Раздел 3. ОСЕВЫЕ И ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ КОМПРЕССОРА</i>						<i>ФОС ТК-3</i>	
Тема 3.1. Многоступенчатые осевые компрессора, основные их параметры, особенности работы и расчета.	14	6			8	ОПК-1.3, ОПК-1.У, ОПК-1.В, ОПК-3.3, ОПК-3.У, ОПК-3.В	Текущий контроль

Тема 3.2. Центробежные компрессора и особенности их работы.	8	4			4	ОПК-1.3, ОПК-1.У, ОПК-1.В, ОПК-3.3, ОПК-3.У, ОПК-3.В	Текущий контроль
Тема 3.3. Конструкция компрессоров лопаточного типа	11	2	5		4	ПК-3.3 ПК-3.У ПК-3.В	Отчет о выполнении лабораторной работы
<i>Раздел 4. ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ НАСОСЫ</i>							<i>ФОС ТК-4</i>
Тема 4.1. Особенности работы центробежных насосов.	6	2			4	ОПК-1.3, ОПК-1.У, ОПК-1.В, ОПК-3.3, ОПК-3.У, ОПК-3.В	Текущий контроль
Тема 4.2. Конструкция центробежных насосов.	6	2			4	ОПК-1.В, ПК-3.3, ПК-3.У, ПК-3.В	Текущий контроль
<i>Раздел 5. ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПРЕССОРОВ И НАСОСОВ</i>							<i>ФОС ТК-5</i>
Тема 5.1. Нормальные, приведенные и универсальные характеристики компрессоров.	12	2	4		6	ОПК-1.У, ОПК-3.3, ОПК-3.У, ОПК-3.В	Отчет о выполнении лабораторной работы
Тема 5.2. Нормальные и кавитационные характеристики центробежных насосов.	11	2	5		4	ОПК-1.У, ОПК-3.3, ОПК-3.У, ОПК-3.В	Отчет о выполнении лабораторной работы
Тема 5.3. Регулирование работы компрессоров и насосов.	6	2			4	ОПК-1.У, ОПК-3.3, ОПК-3.У, ОПК-3.В	Текущий контроль
Экзамен	36				36	ОПК-1.В, ОПК-3.3, ОПК-3.У, ОПК-2.В, ПК-3.3 ПК-3.У ПК-3.В	<i>ФОС ПА-1</i>
<b>ИТОГО за семестр:</b>	<b>144</b>	<b>36</b>	<b>18</b>		<b>90</b>		

6 СЕМЕСТР							
<i>Раздел 6. ГАЗОВЫЕ ТУРБИНЫ</i>							<i>ФОС ТК-6</i>
Тема 6.1. Одноступенчатые осевые газовые турбины, особенности их работы и расчета.	22	6	4	6	6	ОПК-1.В, ОПК-3.3, ОПК-3.У, ОПК-3.В	Отчет о выполнении лабораторной работы
Тема 6.2. Многоступенчатые турбины со ступенями давления и скорости.	14	4		6	4	ОПК-1.В, ОПК-3.3, ОПК-3.У, ОПК-3.В	Текущий контроль
Тема 6.3. Конструкция газовых турбин.	11	2	5	2	2	ОПК-1.В, ПК-3.3, ПК-3.У, ПК-3.В	Отчет о выполнении лабораторной работы
<i>Раздел 7. ХАРАКТЕРИСТИКИ ТУРБИН</i>							<i>ФОС ТК-7</i>
Тема 7.1. Изменение основных параметров на различных режимах работы турбины.	8	2	4		2	ПК-3.3, ПК-3.У, ПК-3.В	Отчет о выполнении лабораторной работы
<i>Раздел 8. ОХЛАЖДЕНИЕ ТУРБИН</i>							<i>ФОС ТК-8</i>
Тема 8.1. Способы охлаждения лопаток турбин.	17	4	5	4	4	ОПК-3.В, ПК-3.3, ПК-3.У, ПК-3.В	Отчет о выполнении лабораторной работы
Курсовая работа	36				36	ОПК-1.В, ОПК-3.3, ОПК-3.В, ПК-3.3, ПК-3.В	<i>ФОС ПА-2</i> защита курсовой работы, комплексное задание
Зачет						ОПК-1.В, ОПК-3.3, ОПК-3.У, ОПК-2.В, ПК-3.3 ПК-3.У ПК-3.В	<i>ФОС ПА-3</i> комплексное задание
ИТОГО за семестр:	<b>108</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>54</b>		
ИТОГО за курс:	<b>252</b>	<b>54</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>144</b>		

## РАЗДЕЛ 3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

#### 3.1.1. Основная литература

1. Кулагин, В.В. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: учебник. В двух книгах. Книга первая. Основы теории ГТД. Рабочий процесс и термогазодинамический анализ / В.В. Кулагин, В.С. Кузьмичев. – М.: Машиностроение, 2013. – 336 с. – Режим доступа: 20 экз. в НТБ КНИТУ-КАИ.

2. Кулагин, В.В. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: учебник. В двух книгах. Книга вторая. Совместная работа узлов выполненного двигателя и его характеристики / В.В. Кулагин, В.С. Кузьмичев. – Электрон. дан. – М.: Машиностроение, 2013. – 280 с. – Режим доступа: 20 экз. в НТБ КНИТУ-КАИ.

3. Сахин, В.В. Устройство и действие энергетических установок. Кн. 1. Поршневые машины. Паровые турбины: учебное пособие. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб.: БГТУ «Военмех» им. Д.Ф. Устинова, 2015. – 133 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/75171> – Загл. с экрана.

4. Сахин, В.В. Устройство и действие энергетических установок. Кн. 2. Газовые турбины. Теплообменные аппараты: учебное пособие. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб.: БГТУ «Военмех» им. Д.Ф. Устинова, 2015. – 172 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/75162> – Загл. с экрана.

#### 3.1.2. Дополнительная литература

1. Конструкция и проектирование авиационных газотурбинных двигателей: учебник для студентов вузов по специальности «Авиационные двигатели и энергетические установки» / С.А. Вьюнов, Ю.И. Гусев, А.В. Карпов и др.; под общ. ред. Д.В. Хромина. – М.: Машиностроение, 1989. – 368 с

2. Локай В.И., МаксUTOва М.К., Стрункин В.А. Газовые турбины двигателей летательных аппаратов. – М.: Машиностроение, 1991. – 512 с

3. Ржавин Ю.А., Емин О.Н., Карасев В.Н. Лопаточные машины двигателей летательных аппаратов. Теория и расчет: Учебное пособие. – М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2008. – 700 с.

4. Щукин А.В., Ильинков А.В., Лиманский А.С., Такмовцев В.В. Расчет и проектирование систем охлаждения турбинных лопаток высокотемпературных ГТД и ГТУ: Учебное пособие. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2008. – 148 с

5. Горюнов Л.В., Ильинков А.В., Такмовцев В.В. Расчеты на прочность основных элементов газотурбинных установок с использованием компьютерных технологий: Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2008. – 108 с.

6. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет - Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы (подлежат ежегодному обновлению)

- Электронная библиотека КНИТУ-КАИ (полнотексты изданий университета)  
Правообладатель НТБ КНИТУ-КАИ <http://e-library.kai.ru/dsweb/HomePage>

- База данных Scopus. Сублицензионный договор № Scopus /304 от 08.08.2017  
ГПНТБ России по обеспечению лицензионного доступа к базе данных «Scopus»

- Информационная система Роспатента <http://www1.fips.ru>. Ресурсы открытого доступа (открытые базы данных).

- Информационная система Консультант плюс <http://www.consultant.ru/>.  
Контракт от 22 марта 2017 г. №005.

7. Информационные технологии, лицензионное программное обеспечение (подлежит ежегодному обновлению)

- Доступ с гарантированной полосой пропускания к научно-образовательным сетям РФ RUNNET, сети SENET-Tatarstan и международным научно-образовательным сетям.

- Антивирусная программа Kaspersky Endpoint Security сетевая лицензия № 17E0-170130-112427-113-367

- Лицензионная операционная система Microsoft Office 7 Professional.

- Лицензионная операционная система Windows 7 Professional.

### **3.1.3. Методическая литература к выполнению практических и/или лабораторных работ**

1. Горюнов Л.В. Газодинамические и вибрационные исследования компрессоров, турбин и их деталей: учебное пособие / Л.В. Горюнов, А.В. Шукин, В.В. Такмовцев, А.В. Ильинков, А.М. Ерзиков. –Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2012. – 184 с.

## **3.2. Кадровое обеспечение**

### **3.2.1. Базовое образование**

Высшее образование в предметной области энергетическое машиностроение и /или наличие ученой степени и/или ученого звания в указанной области и /или наличие дополнительного профессионального образования – профессиональной переподготовки в области энергетического машиностроения и /или наличие заключения экспертной комиссии о соответствии квалификации преподавателя профилю преподаваемой дисциплины.