

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) **Институт авиации, наземного транспорта и энергетики**
(наименование института, в состав которого входит кафедра, ведущая дисциплину)
Кафедра **Теплотехники и энергетического машиностроения**
(наименование кафедры, ведущей дисциплину)

Регистрационный номер **1130/51**

АННОТАЦИЯ

к рабочей программе дисциплины (модуля)

«Теория и расчет лопаточных машин»

Индекс по учебному плану: **Б1.В.ДВ.05.01**

Направление подготовки: **24.03.05 «Двигатели летательных аппаратов»**

Квалификация: **бакалавр**

Профиль подготовки: **Авиационные двигатели и энергетические**
установки

Вид(ы) профессиональной деятельности: **проектно-конструкторская**

Разработчики: д.т.н., профессор кафедры ТиЭМ Щукин А.В.

к.т.н., доцент кафедры ТиЭМ Такмовцев В.В.

Казань 2017 г.

РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель изучения дисциплины:

Формирование у будущих бакалавров знаний о лопаточных машинах, как элементах газотурбинных двигателей летательных аппаратов и энергоустановок; освоение современных методик расчета и проектирования компрессоров и турбин различного назначения; изучение физических процессов течения рабочего тела в одной ступени и многоступенчатых турбомашин; изучение конструктивных особенностей, способов регулирования и охлаждения элементов двигателей летательных аппаратов.

1.2. Задачи дисциплины:

- изучить теоретические основы физических процессов в лопаточных машинах газотурбинных двигателей и энергоустановках различного назначения;

- получить развернутое представление о влиянии режимных и конструктивных параметров на надежную работу компрессоров и турбин двигателей летательных аппаратов в процессе эксплуатации;

- освоить современные методы компьютерного проектирования и расчета турбомашин.

1.3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Теория и расчет лопаточных машин» 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 «Теория и расчет лопаточных машин» должны быть реализованы следующие компетенции:

ПК-1 - способность принимать участие в работах по расчету и конструированию отдельных деталей и узлов двигателей летательных аппаратов в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования;

ПК-3 - способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений;

ПК-4 - способность составлять описание принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений;

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.		
5 СЕМЕСТР							
<i>Раздел 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ ЛОПАТОЧНЫХ МАШИН</i>						<i>ФОС ТК-1</i>	
Тема 1.1. Введение	6	2			4	ПК-4.3,У,В	Текущий контроль
Тема 1.2. Особенности рабочих процессов в авиационных двигателях и лопаточных энергетических машинах.	8	4			4	ПК-1.3,У,В ПК-4.3,У,В	Текущий контроль
<i>Раздел 2. ТЕОРИЯ ОСЕВЫХ КОМПРЕССОРОВ</i>						<i>ФОС ТК-2</i>	
Тема 2.1. Схема и действие ступени компрессора.	10	2	4		4	ПК-1.3,У,В ПК-4.3,У,В	Отчет о выполнении лабораторной работы
Тема 2.2. Основные параметры ступени, теория подобия. Лопаточные решетки.	10	4			6	ПК-1.3,У,В ПК-4.3,У,В	Текущий контроль
Тема 2.3. Силовое взаимодействие лопаток с воздухом.	6	2			4	ПК-1.3,У,В ПК-4.3,У,В	Текущий контроль
Тема 2.4. Потери в лопаточных решётках.	6	2			4	ПК-1.3,У,В ПК-4.3,У,В	Текущий контроль
Тема 2.5. Многоступенчатые компрессоры.	8	4			4	ПК-1.3,У,В ПК-4.3,У,В	Текущий контроль
Тема 2.6. Основы проектирования проточной части компрессора.	6	2			4	ПК-1.3,У,В ПК-4.3,У,В	Текущий контроль

Тема 2.7. Основы расчета пространственного потока в проточной части компрессора.	6	2			4	ПК-1.3,У,В ПК-4.3,У,В	Текущий контроль
<i>Раздел 3. ТЕОРИЯ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ КОМПРЕССОРОВ И НАСОСОВ</i>							<i>ФОС ТК-3</i>
Тема 3.1. Основные узлы центробежного компрессора и основы процесса сжатия воздуха в нем.	8	4			4	ПК-1.3,У,В ПК-3.3,У,В ПК-4.3,У,В	Текущий контроль
Тема 3.2. Функциональное назначение и схемы основных узлов центробежного компрессора.	8	4			4	ПК-1.3,У,В ПК-3.3,У,В ПК-4.3,У,В	Текущий контроль
Тема 3.3. Потери энергии в центробежном компрессоре. Характеристики осевых компрессоров.	14	4	4		6	ПК-1.3,У,В ПК-4.3,У,В	Отчет о выполнении лабораторной работы
Тема 3.4. Запас устойчивой работы компрессоров и их регулирование.	8	4			4	ПК-1.3,У,В ПК-4.3,У,В	Текущий контроль
Тема 3.5. Центробежные насосы.	13	4	5		4	ПК-1.3,У,В ПК-3.3,У,В ПК-4.3,У,В	Отчет о выполнении лабораторной работы
<i>Раздел 4. КОНСТРУКЦИЯ КОМПРЕССОРОВ И НАСОСОВ</i>							<i>ФОС ТК-4</i>
Тема 4.1. Проектирование проточной части осевого компрессора. Конструкция лопаток и дисков.	11	4	3		4	ПК-1.3,У,В ПК-3.3,У,В ПК-4.3,У,В	Отчет о выполнении лабораторной работы
Тема 4.2. Роторы компрессоров. Конструктивное выполнение соединений в роторах смешанной и дисковой конструкций.	10	4	2		4	ПК-1.3,У,В ПК-3.3,У,В ПК-4.3,У,В	Отчет о выполнении лабораторной работы
Тема 4.3. Конструктивное выполнение корпусов и воздушных уплотнений. Регулирование радиального зазора в ступенях компрессоров.	6	2			4	ПК-1.3,У,В ПК-3.3,У,В ПК-4.3,У,В	Текущий контроль
Экзамен	36				36	ПК-1.3,У,В ПК-3.3,У,В ПК-4.3,У,В	<i>ФОС ПА-1</i>
Итого за семестр	180	54	18		108		
6 СЕМЕСТР							
<i>Раздел 5. ТЕОРИЯ ТУРБИН</i>							
Тема 5.1. Принцип действия турбины.	3	1			2	ПК-1.3,У,В ПК-4.3,У,В	Текущий контроль

Тема 5.2. Одноступенчатые турбины. Основные требования к газовым турбинам. Радиальные турбины.	8	2	5		1	ПК-1.3,У,В ПК-4.3,У,В	Отчет о выполнении лабораторной работы
Тема 5.3. Многоступенчатые осевые турбины со ступенями давления и скорости.	5	2		2	1	ПК-1.3,У,В ПК-4.3,У,В	Текущий контроль
Тема 5.4. Одномерная теория течения газа в сопловых решетках. Расширение газа в соплах на нерасчетных режимах.	4	2			2	ПК-1.3,У,В ПК-4.3,У,В	Текущий контроль
Тема 5.5. Одномерная теория течения газа в каналах рабочих лопаточных решеток. Процесс расширения газа в реактивной и активной ступенях на i -s диаграмме.	5	2		2	1	ПК-1.3,У,В ПК-4.3,У,В	Текущий контроль
Тема 5.6. Особенности расширения газа в охлаждаемых сопловых и рабочих решетках. Расширение газа в косом срезе межлопаточного канала турбинной решетки.	2	1			1	ПК-1.3,У,В ПК-4.3,У,В	Текущий контроль
Тема 5.7. Аэродинамические основы теории турбомашин.	3	1			2	ПК-1.3,У,В ПК-4.3,У,В	Текущий контроль
Тема 5.8. Потери энергии в турбинной решетке. Влияние геометрии и параметров решетки на ее к.п.д.	5	2		2	1	ПК-1.3,У,В ПК-4.3,У,В	Текущий контроль
Тема 5.9. Построение формы профиля лопатки и межлопаточного канала. Особенности пространственного потока в проточной части турбины. Различные методы закрутки лопаток.	4	1		2	1	ПК-1.3,У,В ПК-4.3,У,В	Текущий контроль
Тема 5.10. Коэффициент полезного действия ступени и турбины.	4	1		2	1	ПК-1.3,У,В ПК-4.3,У,В	Текущий контроль
Тема 5.11. Коэффициент нагрузки турбинной ступени. Особенности теплового процесса многоступенчатой турбины.	6	1		4	1	ПК-1.3,У,В ПК-4.3,У,В	Текущий контроль
Тема 5.12. Расчет турбины со ступенями давления.	5			4	1	ПК-1.3,У,В ПК-4.3,У,В	Текущий контроль

Особенности предварительного расчета турбины.							
Тема 5.13. Работа турбины на нерасчетных режимах	6	1	4		1	ПК-1.3,У,В ПК-4.3,У,В	Отчет о выполнении лабораторной работы
<i>Раздел 6. КОНСТРУКЦИЯ ТУРБИН</i>							
Тема 6.1. Охлаждение деталей турбины.	6	1	4		1	ПК-1.3,У,В ПК-3.3,У,В ПК-4.3,У,В	Отчет о выполнении лабораторной работы
Тема 6.2. Конструкция газовых турбин.	6		5		1	ПК-1.3,У,В ПК-3.3,У,В ПК-4.3,У,В	Отчет о выполнении лабораторной работы
Курсовая работа	36				36	ПК-1.3,У,В ПК-3.3,У,В ПК-4.3,У,В	<i>ФОС ПА-2</i>
Зачет						ПК-1.3,У,В ПК-3.3,У,В ПК-4.3,У,В	<i>ФОС ПА-3</i>
ИТОГО за семестр:	108	18	18	18	54		
ИТОГО за курс	288	72	36	18	162		

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. 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.

4. Иванов, В.Л. Воздушное охлаждение лопаток газовых турбин. [Электронный ресурс] Электрон. дан.- М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – 94 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/52264> - Загл. с экрана.

3.1.2. Дополнительная литература

1. 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.

2. Локай В.И., МаксUTOва М.К., Стрункин В.А. «Газовые турбины двигателей летательных аппаратов». М.: Машиностроение. 1991, 511с.

3.. Цанев С.В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: учебное пособие для вузов / С.В. Цанев, В.Д. Буров, А.Н. Ремезов; под ред. С.В. Цанева. – 3-е изд., стереот. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 584 с.

4. Горюнов Л.В. Расчет газодинамических процессов в осевых компрессорах энергетических машин: учебное пособие / Л.В. Горюнов, В.В. Такмовцев, А.В. Ильинков, А.М. Ерзиков. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2014. – 188 с.

5. 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.

6. 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.

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. Щукин, 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 двигателей летательных аппаратов и /или наличие ученой степени и/или ученого звания в указанной области и /или наличие дополнительного профессионального образования – профессиональной переподготовки в области двигателей летательных аппаратов и /или наличие заключения экспертной комиссии о соответствии квалификации преподавателя профилю преподаваемой дисциплины.