

**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

«Расчет и проектирование высокотемпературных охлаждаемых турбин»

Индекс по учебному плану: **Б1.В.ДВ.06.02**

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 и доцент кафедры теплотехники и энергетического машиностроения А.В. Ильинков

Казань 2017 г.

РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель изучения дисциплины:

Получение студентами знаний по современной методологии расчета и проектирования высокотемпературных охлаждаемых турбин, а также их деталей.

1.2 Задачи дисциплины

Задачи изучения дисциплины: получить знания по конструкции систем охлаждения турбин, знать и уметь применять методы расчета и конструирования систем охлаждения турбин.

1.3 Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Расчет и проектирование высокотемпературных охлаждаемых турбин» входит в состав Вариативного модуля Блока 1. Дисциплина непосредственно связана с дисциплинами Б1.В.ДВ.01.01 «Энергетические машины», Б1.В.20 «Техническая эксплуатация и надежность энергетических установок», Б1.В.ДВ.03.01 "Динамика и прочность энергетических машин" а также с тематикой выпускной квалификационной работы бакалавра.

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

В ходе освоения дисциплины «Расчет и проектирование высокотемпературных охлаждаемых турбин» 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-2 – способность применять методы графического представления объектов энергетического машиностроения, схем и систем;

ПК-3 – способность принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения.

РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 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.		
<i>Модуль 1. Способы охлаждения горячих деталей газотурбинных двигателей и энергоустановок, основные схемы охлаждения и методология научно обоснованного выбора целесообразного их варианта</i>							ФОС ТК-1 тесты
<i>Тема 1.1. Роль кафедры в развитии методов расчета и проектирования высокотемпературных охлаждаемых турбин и их деталей. Тенденции их совершенствования</i>	5	2	-	1	2	ОПК-3з; ОПК-3у; ОПК-3в	Устный опрос
<i>Тема 1.2. Особенности рабочего процесса в турбинах с охлаждением</i>	5	2	-	1	2	ОПК-3з; ОПК-3у; ОПК-3в	Устный опрос
<i>Тема 1.3. Открытые и замкнутые системы охлаждения. Дополнительные потери от охлаждения</i>	5	2	-	1	2	ОПК-3з; ОПК-3у; ОПК-3в	Устный опрос
<i>Тема 1.4. Способы воздушного охлаждения лопаток турбины</i>	9	2	4	1	2	ОПК-3з; ОПК-3у; ОПК-3в	Отчет о выполнении лаб. работы
<i>Тема 1.5. Способы подвода воздуха к лопаткам турбин и охлаждения дисков</i>	5	2	-	1	2	ОПК-3з; ОПК-3у; ОПК-3в	Устный опрос
<i>Тема 1.6. Способы охлаждения корпуса турбины и створок реактивного сопла ГТД.</i>	5	2	-	1	2	ОПК-3з; ОПК-3у; ОПК-3в	Устный опрос
<i>Тема 1.7. Особенности охлаждения основных и форсажных камер сгорания ГТД</i>	10	2	5	1	2	ОПК-3з; ОПК-3у; ОПК-3в	Отчет о выполнении лаб. работы
<i>Тема 1.8. Схемы мелкоканальных систем охлаждения ГТД и ГТУ</i>	5	2	-	1	2	ОПК-3з; ОПК-3у; ОПК-3в	Устный опрос

Тема 1.9. Использование охлаждающего воздуха для управления радиальными зазорами.	5	2	-	1	2	ОПК-3з; ОПК-3у; ОПК-3в	Устный опрос
<i>Модуль 2. Основные методы расчета охлаждаемых деталей и влияние охлаждения на основные параметры ГТД и ГТУ в целом</i>							<i>ФОС ТК-2тесты</i>
Тема 2.1. Основные этапы расчета охлаждаемых турбинных лопаток. Эффективность охлаждения лопаток	6	2	1	1	2	ОПК-1з; ОПК-1у; ОПК-1в; ОПК-3з; ОПК-3у; ОПК-3в	Отчет о выполнении лаб. работы
Тема 2.2. Расчет граничных условий теплообмена со стороны газа и охлаждающего воздуха	6	2	1	1	2	ОПК-1з; ОПК-1у; ОПК-1в; ОПК-3з; ОПК-3у; ОПК-3в	Отчет о выполнении лаб. работы
Тема 2.3. Расчет теплоотдачи и сопротивления в интенсифицированных системах охлаждения турбинных лопаток ГТД и ГТУ	6	2	1	1	2	ОПК-1з; ОПК-1у; ОПК-1в; ОПК-3з; ОПК-3у; ОПК-3в	Отчет о выполнении лаб. работы
Тема 2.4. Расчет теплоотдачи и сопротивления на охлаждаемых поверхностях с пристенной интенсификацией теплообмена	6	2	1	1	2	ОПК-1з; ОПК-1у; ОПК-1в; ОПК-3з; ОПК-3у; ОПК-3в	Отчет о выполнении лаб. работы
Тема 2.5. Расчет систем пленочного охлаждения горячих деталей ГТД и ГТУ	6	2	1	1	2	ОПК-1з; ОПК-1у; ОПК-1в; ОПК-3з; ОПК-3у; ОПК-3в	Отчет о выполнении лаб. работы
Тема 2.6. Расчет мелкоканальных систем охлаждения ГТД и ГТУ	6	2	1	1	2	ОПК-1з; ОПК-1у; ОПК-1в; ОПК-3з; ОПК-3у; ОПК-3в	Отчет о выполнении лаб. работы
Тема 2.7. Основы расчета гидравлического сопротивления систем охлаждения ГТД и ГТУ и их теплогидравлический расчет	6	2	1	1	2	ОПК-1з; ОПК-1у; ОПК-1в; ОПК-3з; ОПК-3у; ОПК-3в	Отчет о выполнении лаб. работы
Тема 2.8. Основы расчета температурного и теплонапряженного состояния охлаждаемых деталей ГТД и ГТУ	6	2	1	1	2	ОПК-1з; ОПК-1у; ОПК-1в; ОПК-3з; ОПК-3у; ОПК-3в	Отчет о выполнении лаб. работы
Тема 2.9. Оптимизационные расчеты конструкции охлаждаемых деталей ГТД и ГТУ	6	2	1	1	2	ОПК-1з; ОПК-1у; ОПК-1в; ОПК-3з; ОПК-3у; ОПК-3в	Отчет о выполнении лаб. работы
Экзамен по учебному материалу 7-го семестра	36	-	-	-	36		ФОС ПА-1 письменное задание
Всего за 7 семестр	144	36	18	18	36		
<i>Модуль 3. Основные методы конструирования охлаждаемых деталей и узлов ГТД и ГТУ</i>							<i>ФОС ТК-3тесты</i>
Тема 3.1. Конструирование систем интенсификации охлаждения турбинных лопаток ГТД и ГТУ	8	2	-	2	4	ОПК-3з; ОПК-3у; ОПК-3в; ПК-3з; ПК-3у; ПК-3в	Устный опрос

Тема 3.2. Конструирование систем охлаждаемых поверхностей с пристенной интенсификацией теплообмена (выемки)	8	2	-	2	4	ОПК-3з; ОПК-3у; ОПК-3в; ПК-3з; ПК-3у; ПК-3в	Отчет о выполнении практического занятия
Тема 3.3. Конструирование охлаждаемых поверхностей с пристенной интенсификацией теплообмена (выступы)	8	2	-	2	4	ОПК-3з; ОПК-3у; ОПК-3в; ПК-3з; ПК-3у; ПК-3в	Устный опрос
Тема 3.4. Конструирование систем пленочного охлаждения в реальных условиях горячих деталей ГТД и ГТУ	8	2	-	2	4	ОПК-3з; ОПК-3у; ОПК-3в; ПК-3з; ПК-3у; ПК-3в	Устный опрос
Тема 3.5. Термобарьерные покрытия охлаждаемых деталей ГТД и ГТУ	8	2	-	2	4	ОПК-3з; ОПК-3у; ОПК-3в; ПК-3з; ПК-3у; ПК-3в	Устный опрос
Тема 3.6. Основные положения конструирования охлаждаемых лопаток газовых турбин	8	2	-	2	4	ОПК-3з; ОПК-3у; ОПК-3в; ПК-3з; ПК-3у; ПК-3в	Устный опрос
Тема 3.7. Основные положения конструирования охлаждаемых корпусов, основных и форсажных камер сгорания, створок реактивного сопла ГТД	8	2	-	2	4	ОПК-3з; ОПК-3у; ОПК-3в; ПК-3з; ПК-3у; ПК-3в	Устный опрос
Тема 3.8. Особенности компьютерного проектирования охлаждаемых ГТД и ГТУ	8	2	-	2	4	ОПК-1з; ОПК-1у; ОПК-1в; ПК-3з; ПК-3у; ПК-3в	Устный опрос
Тема 3.9. Основные методы опытного определения граничных условий теплообмена, испытаний и доводки охлаждаемых лопаток	8	2	-	2	4	ОПК-3з; ОПК-3у; ОПК-3в; ПК-3з; ПК-3у; ПК-3в	Устный опрос
<i>Модуль 4. Выполнение курсового проекта</i>							
Курсовое проектирование	72	-	-	-	72	ПК-2з; ПК-2у; ПК-2в; ПК-3з; ПК-3у; ПК-3в	Защита курсового проекта
Экзамен по учебному материалу 8-го семестра	36	-	-	-	36		ФОС ПА-2 письменное задание
Всего за 8 семестр	180	18	-	18	144		
ИТОГО:	324/ 27	54	36	36	198		

РАЗДЕЛ 3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

3.1.1 Основная литература

1. Иванов, В.Л. Воздушное охлаждение лопаток газовых турбин. [Электронный ресурс] Электрон. дан.-М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – 94 с.

3.1.2 Дополнительная литература

1. 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. 148с.
2. Локай В.И., МаксUTOва М.К., Стрункин В.А. «Газовые турбины двигателей летательных аппаратов». М.: Машиностроение. 1991, 511с.
3. Теплопередача в охлаждаемых деталях газотурбинных двигателей / В.И. Локай, М.Н. Бодунов, В.В. Жуйков, А.В. Щукин. - 2-е изд., - М.: Машиностроение, 1993. – 288с.
4. Теория и проектирование газотурбинных и комбинированных установок: Учебник для вузов / Ю.С. Елисеев, Э.А. Манушин, В.Е. Михальцев и др. – 2-е изд., М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 640с.
5. Щукин А.В., Козлов А.П., Агачев Р.С., Чудновский Я.П. Интенсификация теплообмена сферическими выемками при воздействии возмущающих факторов / Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2003. 143с.

3.1.3 Методическая литература к выполнению практических и/или лабораторных работ

1. Горюнов Л.В., Щукин А.В., Такмовцев В.В., Ильинков А.В., Ерзиков А.М. «Газодинамические и вибрационные исследования компрессоров, турбин и их деталей» Учебное пособие, Казань: Издательство Казанского государственного технического университета, 2012, 184с.

3.2 Кадровое обеспечение

3.2.1 Базовое образование

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

**Лист регистрации изменений, вносимых в рабочую программу
дисциплины**

№ п/п	№ страницы внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. ТиЭМ В.М. Гуреев	«Согласовано» председатель УМК ИАНТЭ
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					