

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

**Институт Авиации и наземного транспорта и энергетики
Кафедра Реактивных двигателей и энергетических установок**

Аннотация

учебной дисциплины

Образование и разложение загрязняющих веществ в пламени

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

Специальность: **24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей.**

Квалификация: **инженер**

Специализация: **«Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок»**

Вид(ы) профессиональной деятельности: **проектно- конструкторский, научно-исследовательский**

разработал: д.т.н., профессор кафедры РДЭУ **Б.Г.Мингазов**

201 7г.

РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Рабочая программа по дисциплине «**Образование и разложение загрязняющих веществ в пламени**» разработана для специалитета, обучающихся по направлению 24.05.02 «**Проектирование авиационных и ракетных двигателей**».

1.2 Задачи дисциплины (модуля)

- ознакомить с основами теории горения, газодинамики и смешения потоков в камерах сгорания.
- ознакомить с основами рабочего процесса и методами решения проблем организации горения и снижения эмиссии вредных веществ
- освоить методы вычисления и измерения основных характеристик камер сгорания: полноты сгорания, границ устойчивого горения, неравномерности полей температур, выбросов вредных веществ.
- освоить методы автоматизированного проектирования камер сгорания на основе многоуровневого моделирования.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО

Дисциплина "**Образование и разложение загрязняющих веществ в пламени**" входит в состав Вариативного модуля Блока 1.

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

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.		
. Раздел 1. Теоретические основы горения							<i>ФОС ТК-1тесты</i>
Тема 1.1 Место процесса горения в транспорте и энергетике, камер сгорания. Связь с другими дисциплинами. Классификация видов горения.	3	1			2	ОК-4.3	Текущий контроль
Тема 1.2. Элементы химической кинетики. Стехиометрическое уравнение горения топлива. Механизмы химических реакций в процессе горения. Скорость химических реакций и закон действующих масс. Кинетическое уравнение горения	3	1			2	ОК-4.3.У	Текущий контроль
Тема 1.3 Самовоспламенение и вынужденное зажигание Характеристики самовоспламенения и методы измерения; влияние температуры и давления.	3	1			2	ОК-4.3.У	Текущий контроль
Тема 1.4. Стационарная реакция в потоке. Ламинарное распространение пламени. Ламинарная скорость горения, ее определение. Влияние различных факторов	3	1			2	ОК-4.3.У.В	Текущий контроль
Раздел 2. Основы теории турбулентного горения.							<i>ФОС ТК-2</i>
Тема 2.1. Турбулентность, характеристики турбулентности	5	1		4	4	ОК-4.3.У.В.	Отчет по лаб. работе №1

интенсивность, масштаб турбулентности, коэффициент турбулентной диффузии Турбулентная скорость горения, методы ее определения							
Тема 2.2 Развитие камер сгорания, традиционная физическая картина процессов. Характеристики камер сгорания, полнота сгорания, неравномерность полей температур на выходе, стабилизация фронта пламени, гидравлические и тепловые потери. Газодинамика в камерах сгорания. Формирование температурных полей на выходе	11	1		6	4	ПК-4 З.	Отчет по лаб. работе №2
Тема 2.3 Подготовка топлив к горению. Форсунки, центробежные, топливовоздушные, расчет их характеристик. Процессы распыливания, средний размер капель и распределение капель по размерам. Испарение топлива, константа испарения, ее зависимость от внешних факторов.	6	2			4	ПК-4 З.У.	Текущий контроль
							.
РАДЕЛ 3 Экология камер сгорания							
Тема 3.1 Основные загрязняющие вещества, механизмы выделения NOx, CO и CH. Типы вредных веществ в продуктах горения углеводородных топлив. Методы измерения вредных выбросов. Нормирование вредных выбросов авиационных двигателей и энерге-	6	2			4	ПК-4З.У	Текущий контроль

тических установок.							
Тема 3.2. Механизм выделения СО и СН по Зельдовичу, основные зависимости определения эмиссии NO _x , СО и СН в камерах сгорания. Влияние режимных и конструктивных параметров на эмиссионные характеристики камеры сгорания	10	2		4	4	ПК-4.3.У.	Отчет по лаб. работе №3
Тема 3.3 Пути и методы снижения NO _x , СО и СН в камерах сгорания. Методология создания малоэмиссионных камер сгорания. «Бедно-бедная» и «богато-бедная» схемы организации горения	6	2			4	ПК-4.3.У.	Текущий контроль
Раздел 4. Проектирование камер сгорания.							
Тема 4.1 Конструкции камер сгорания: кольцевые, трубчато – кольцевые, трубчатые, петлевые (противоточные). Фронтные устройства, завихрители воздуха. Материалы и охлаждение стенок жаровой трубы, схемы подвода воздуха и конструктивные особенности жаровой трубы, фронтных устройств и патрубков.	6	2			4	ПК-4.3.У.В.	Текущий контроль
Тема 4.2 Определение облика камеры сгорания на основе газодинамического расчета проточной части КС и статистических данных прототипов. Расчет диффузора, фронтного	10	2		4	4	ПК-4.3.У.В.*	Отчет по лаб. работе №4

устройства и распределения воздуха в жаровой трубе. Расчет завихрителей и поясов отверстий подвода воздуха							
зачет							<i>ФОС ПА-</i>
ИТОГО:	72	18		18	36		

РАЗДЕЛ 2 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

2.1 Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

2.1.1 Основная литература

1. Процессы горения и автоматизированное проектирование камер сгорания ГТД и ГТУ, учебн. пособие \Мингазов Б.Г.\[и др]Мин-во образ-я и науки РФ, ФГБОУ ВПО КНИТУ_КАИ им А,Н,Туполева-КАИ:КНИТУ-КАИ,2015г., 160 стр.

2.1.2 Дополнительная литература

1. Процессы горения и автоматизированное проектирование камер сгорания ГТД и ГТУ, учебн. пособие \Мингазов Б.Г.\[и др]Мин-во образ-я и науки РФ, ФГБОУ ВПО КНИТУ_КАИ им А,Н,Туполева-КАИ:КНИТУ-КАИ,2015г., 160 стр.

2. Талантов А.В. Основы теории горения. Казань 1975г.251 стр..

3.Образование и разложение загрязняющих веществ в пламени / Под ред. Н.А.Чигир. М.: Машиностроение, 1981. 407 с.

4.Пчелкин Ю.М. Камеры сгорания газотурбинных двигателей. М. Машиностроение, 1973. 392 с.

5. Лефевр А. Процессы в камерах сгорания ГТД. М.: Мир, 1986. 566 с.

2.1.3 Методическая литература к выполнению практических и/или лабораторных работ

1. Процессы горения и автоматизированное проектирование камер сгорания ГТД и ГТУ, учебн. пособие \Мингазов Б.Г.\[и др]Мин-во образ-я и науки РФ, ФГБОУ ВПО КНИТУ_КАИ им А,Н,Туполева-КАИ:КНИТУ-КАИ,2015г., 160 стр.

2.1.4 Методические рекомендации для студентов, в том числе по выполнению самостоятельной работы Успешное освоение материала студентами обеспечивается посещением лекций и практических занятий, написанием конспекта по темам самостоятельной работы. Прочтение будущей лекции по электронному конспекту лекций, ознакомление с будущей темой практических занятий. Работа студента при проведении расчетов будет способствовать освоению практических навыков по проектированию камер сгорания ГТД

2.1.5 Методические рекомендации для преподавателей

Успешное освоение материала обеспечивается тесной связью теоретического материала, преподаваемого на лекциях и теоретико-экспериментальной работой студентов на практических занятиях. Освоение методов расчета процессов в камерах сгорания позволяет студентам использовать их в курсовом и дипломном проектировании.

2.2 Информационное обеспечение дисциплины (модуля)

2.2.1 Основное информационное обеспечение

1. Мингазов Б.Г. **Горение и выбросы в газотурбинных двигателях** [Электронный курс]: курс дистанционного обучения по направлению подготовки магистров 24.04.05 "Двигатели летательных аппаратов"

ФГОСЗ+ (РДиЭУ)/ КНИТУ-КАИ, Казань, 2015 – Доступ по логину и паролю. URL:

https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content_id=119477_1&course_id=10506_1&mode=reset

2. Мингазов Б.Г. Процессы горения и автоматизированное проектирование камер сгорания ГТД и ГТУ, 2015г., 160 стр.

2.2.2 Дополнительное программное обеспечение

Мингазов Б.Г. Программный комплекс «КАМЕРА»- свидетельство России №2006613653

2.3 Кадровое обеспечение

2.3.1 Базовое образование

Высшее образование в предметной области **Авиационные двигатели и энергетические установки** и /или наличие ученой степени и/или ученого звания в указанной области и /или наличие дополнительного профессионального образования – профессиональной переподготовки в области **Авиационные двигатели и энергетические установки** и /или наличие заключения экспертной комиссии о соответствии квалификации преподавателя профилю преподаваемой дисциплины.

2.3.2 Профессионально-предметная квалификация преподавателей

Преподаватель должен иметь ученую степень и (или) ученое звание соответствующего профиля преподаваемой дисциплины.

Наличие научных и/или методических работ по организации или методическому обеспечению образовательной деятельности по направлению **Авиационные двигатели и энергетические установки**, выполненных в течение трех последних лет.

2.3.3 Педагогическая (учебно-методическая) квалификация преподавателей

К ведению дисциплины допускаются кадры, имеющие стаж научно-педагогической работы (не менее 1 года); практический опыт работы в области **авиационных двигателей и энергетических установок** на должностях руководителей или ведущих специалистов более 3 последних лет.

Обязательное прохождение повышения квалификации (стажировки) не реже чем один раз в три года соответствующее области **авиационные двигатели и энергетические установки**, либо в области педагогики.

Лист регистрации изменений и дополнений

из- из- ме- не- ния	Дата вне- сения изме- нения, про- ведения реви- зии	Н омера листов	Доку- мент, на осно- вании которо- го внесено измене- ние	Краткое содержание изменения	Ф.И.О. под- пись
	2	3	4	5	6

