

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 13.04.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**АВИАЦИОННЫЕ ГТД**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.12.02.01</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>3 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>3 семестр - 16 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>3 семестр - 32 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>3 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3 семестр - 93,5 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Расчетно-графическая работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>3 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2022**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Иванов М.Я.
	Идентификатор	Rb1f0c842-IvanovMY-51a2e4dc

(подпись)

М.Я. Иванов

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Митрохова О.М.
	Идентификатор	R1d0f453c-FichoriakOM-ee811867

(подпись)

О.М.

Митрохова

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Грибин В.Г.
	Идентификатор	R44612ca0-GribinVG-8231e2ff

(подпись)

В.Г. Грибин

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение основ теории и расчета авиационных газотурбинных двигателей и приобретение первичных навыков их использования для решения задач транспортного машиностроения

### Задачи дисциплины

- изучение основ рабочих процессов в авиационных газотурбинных двигателях при переменных режимах их эксплуатации;
- овладение основами составления алгоритмов расчета авиационных газотурбинных двигателей и отдельных элементов;
- приобретение первичных навыков по поиску оптимальных решений при создании проектов авиационных газотурбинных двигателей, работающих в широком диапазоне режимов с учетом требований к уровню качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-2 Способен к проектно-конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует понимание влияния отдельных факторов на работу и конструкцию объекта профессиональной деятельности	знать: - тепловые схемы и основы рабочих процессов авиационных газотурбинных двигателей.  уметь: - рассчитывать рабочие процессы авиационных газотурбинных двигателей; - анализировать влияния отдельных факторов на работу и конструкцию авиационных газотурбинных двигателей.
ПК-2 Способен к проектно-конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения	ИД-3 <sub>ПК-2</sub> Принимает обоснованные технические решения при проектировании объекта профессиональной деятельности с учетом обеспечения надежности и эффективности	знать: - изменения в надежности и эффективности авиационных газотурбинных двигателей и их составляющих, возникающих при изменении режимов их эксплуатации; - особенности проектирования конкурентоспособных авиационных газотурбинных двигателей с прогрессивными показателями качества с учетом работы в широком диапазоне режимов.  уметь: - применять современные методики расчета авиационных газотурбинных двигателей и их отдельных элементов.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО**

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Типы современных авиационных газотурбинных двигателей (АГТД)	12	3	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Типы современных авиационных газотурбинных двигателей (АГТД)"</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Типы современных авиационных газотурбинных двигателей (АГТД)" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 23-30</p>	
1.1	Типы современных авиационных газотурбинных двигателей (АГТД)	12		2	-	2	-	-	-	-	-	8	-		
2	Расчет и выбор параметров АГТД	14		2	-	4	-	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Расчет и выбор параметров АГТД" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Расчет и выбор параметров АГТД"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 31-40</p>
2.1	Расчет и выбор параметров АГТД	14		2	-	4	-	-	-	-	-	-	8	-	
3	Характеристики компрессоров и турбин АГТД	18		2	-	8	-	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Характеристики компрессоров и турбин АГТД" подготовка к выполнению заданий на</p>
3.1	Характеристики	18	2	-	8	-	-	-	-	-	-	8	-		

	компрессоров и турбин АГТД												практических занятиях <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Характеристики компрессоров и турбин АГТД" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 41-50
4	Охлаждаемые турбины высокого и низкого давления	14	2	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Охлаждаемые турбины высокого и низкого давления" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
4.1	Охлаждаемые турбины высокого и низкого давления	14	2	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Охлаждаемые турбины высокого и низкого давления" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 23-30
5	Камеры сгорания (КС) современных АГТД	10	2	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Камеры сгорания (КС) современных АГТД"
5.1	Камеры сгорания (КС) современных АГТД	10	2	-	-	-	-	-	-	-	8	-	подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Камеры сгорания (КС) современных АГТД" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 40-45
6	Входные и выходные устройства АГТД	12	2	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Входные и выходные устройства АГТД" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
6.1	Входные и выходные устройства АГТД	12	2	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Входные и выходные устройства АГТД"

													<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 60-65	
7	Неустановившиеся режимы работы АГТД	14	2	-	6	-	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу
7.1	Неустановившиеся режимы работы АГТД	14	2	-	6	-	-	-	-	-	-	6	-	"Неустановившиеся режимы работы АГТД" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Неустановившиеся режимы работы АГТД" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 52-69
8	Экологические характеристики АГТД	6	2	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу
8.1	Экологические характеристики АГТД	6	2	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	"Экологические характеристики АГТД" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Экологические характеристики АГТД" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 80-87
9	Согласование узлов высокотемпературных АГТД	8	-	-	4	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Согласование узлов высокотемпературных АГТД"
9.1	Согласование узлов высокотемпературных АГТД	8	-	-	4	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Согласование узлов высокотемпературных АГТД" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 70-75
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	-	33.5	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>-</b>	<b>60</b>	<b>33.5</b>	

	Итого за семестр	144.0		16	-	32	2	-	0.5	93.5	
--	------------------	-------	--	----	---	----	---	---	-----	------	--

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

## **3.2 Краткое содержание разделов**

### 1. Типы современных авиационных газотурбинных двигателей (АГТД)

#### 1.1. Типы современных авиационных газотурбинных двигателей (АГТД)

Турбореактивный двигатель (ТРД). Турбореактивный двигатель с форсажом (ТРДФ). Турбореактивный двухконтурный двигатель (ТРДД). Турбовинтовые двигатели (ТВД), турбовальные ГТД для вертолетов и вспомогательные малоразмерные ТРД. Основные узлы АГТД: воздухозаборник, вентилятор, компрессор, основная камера, турбины высокого и низкого давления, форсажная камера сгорания, выходное сопло.

### 2. Расчет и выбор параметров АГТД

#### 2.1. Расчет и выбор параметров АГТД

Термогазодинамический расчет ТРД, ТРДД, ТРДФ, ТРДДФ. Порядок расчета. Влияние основных параметров рабочего процесса на удельную тягу и удельный расход топлива. Предварительный выбор параметров по основному режиму полета. Характеристики и методы регулирования ТРД, ТРДФ и ТРДД. Линия совместной работы компрессора и турбины. Высотно-скоростные и дроссельные характеристики.

### 3. Характеристики компрессоров и турбин АГТД

#### 3.1. Характеристики компрессоров и турбин АГТД

Основные уравнения. Современные методы расчета. Постановка двумерных задач (на поверхностях  $S_1$  и  $S_2$ ). Постановка трехмерных задач. Расчет многоступенчатых турбомашин. Особенности проектирования высоконагруженных малоступенчатых компрессоров. Проектирование высоконагруженных охлаждаемых турбин.

### 4. Охлаждаемые турбины высокого и низкого давления

#### 4.1. Охлаждаемые турбины высокого и низкого давления

Современные системы охлаждения сопловых и рабочих лопаток высокотемпературных турбин. Системы подвода охлаждающего воздуха.

### 5. Камеры сгорания (КС) современных АГТД

#### 5.1. Камеры сгорания (КС) современных АГТД

Общие сведения о КС. Основные и форсажные КС. Особенности процессов горения. Потери полного давления. Распыление топлива, смесеобразование и воспламенение смеси. Рабочий процесс и характеристики КС современных АГТД.

### 6. Входные и выходные устройства АГТД

#### 6.1. Входные и выходные устройства АГТД

Общие вопросы. Воздухозаборники для дозвуковых и сверхзвуковых скоростей полета. Выходные устройства для дозвуковых и сверхзвуковых скоростей полета. Использование реактивной струи для создания отрицательной тяги..

### 7. Неустановившиеся режимы работы АГТД

#### 7.1. Неустановившиеся режимы работы АГТД

Расчет параметров на неустановившихся режимах. Приемистость и запуск АГТД.

## 8. Экологические характеристики АГТД

### 8.1. Экологические характеристики АГТД

Эмиссионные характеристики КС. Источники и способы снижения вредных выбросов. Источники и способы снижения шума.

## 9. Согласование узлов высокотемпературных АГТД

### 9.1. Согласование узлов высокотемпературных АГТД

Учёт дополнительных тепловых радиационных потерь. Особенности физики тепловых процессов высокотемпературных АГТД.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Термогазодинамический расчет АГТД (6 часов);
2. Методы расчета ступеней турбомашин (12 часов);
3. Расчет АГТД на переменных режимах (6 часов);
4. Расчет входных и выходных устройств АГТД (4 часа);
5. Согласование узлов АГТД (4 часа).

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)									Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
<b>Знать:</b>												
тепловые схемы и основы рабочих процессов авиационных газотурбинных двигателей	ИД-2ПК-2	+	+									Расчетно-графическая работа/Защита типового расчета "Термогазодинамический расчет ТРДД"
особенности проектирования конкурентоспособных авиационных газотурбинных двигателей с прогрессивными показателями качества с учетом работы в широком диапазоне режимов	ИД-3ПК-2			+	+	+	+					Расчетно-графическая работа/Защита типового расчета "Термогазодинамический расчет ТРДД"
изменения в надежности и эффективности авиационных газотурбинных двигателей и их составляющих, возникающих при изменении режимов их эксплуатации	ИД-3ПК-2								+	+		Расчетно-графическая работа/Защита типового расчета "Термогазодинамический расчет ТРДД"
<b>Уметь:</b>												
анализировать влияния отдельных факторов на работу и конструкцию авиационных газотурбинных двигателей	ИД-2ПК-2										+	Расчетно-графическая работа/Выполнение типового расчета "Термогазодинамический расчет ТРДД"
рассчитывать рабочие процессы авиационных газотурбинных двигателей	ИД-2ПК-2		+	+								Контрольная работа/Расчет и выбор параметров АГТД  Контрольная работа/Расчет многоступенчатых турбомашин
применять современные методики расчета авиационных газотурбинных двигателей и их отдельных элементов	ИД-3ПК-2		+	+	+	+	+					Расчетно-графическая работа/Выполнение типового расчета "Термогазодинамический расчет ТРДД"

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**3 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Выполнение типового расчета "Термогазодинамический расчет ТРДД" (Расчетно-графическая работа)
2. Защита типового расчета "Термогазодинамический расчет ТРДД" (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Расчет и выбор параметров АГТД (Контрольная работа)
2. Расчет многоступенчатых турбомашин (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Экзамен (Семестр №3)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Васильев Б. Е.- "Численное моделирование процессов в авиационных двигателях и энергоустановках", Издательство: "МГТУ им. Н.Э. Баумана", Москва, 2018 - (78 с.) <https://e.lanbook.com/book/172866>;
2. А. Д. Обуховский, Ю. В. Телкова- "Теория авиационных двигателей", Издательство: "Новосибирский государственный технический университет", Новосибирск, 2012 - (138 с.) <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228770>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. SmathStudio.

### **5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>

2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Журналы American Chemical Society - <https://www.acs.org/content/acs/en.html>
12. Журналы American Institute of Physics - <https://www.scitation.org/>
13. Журналы American Physical Society - <https://journals.aps.org/about>
14. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
15. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
16. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
17. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	П-25, Учебная аудитория	
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	П-25, Учебная аудитория	
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	П-25, Учебная аудитория	
Помещения для самостоятельной работы	П-28, Комната для самостоятельных занятий студентов	
Помещения для консультирования	П-03/1, Кабинет сотрудников	
	П-27, Переговорная	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	П-42, Кафедральная библиотека	
	П-05/1, Помещение для учебного инвентаря	
	П-03/3, Подсобное помещение	

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Авиационные ГТД

(название дисциплины)

#### 3 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Расчет и выбор параметров АГТД (Контрольная работа)
- КМ-2 Расчет многоступенчатых турбомашин (Контрольная работа)
- КМ-3 Выполнение типового расчета "Термогазодинамический расчет ТРДД" (Расчетно-графическая работа)
- КМ-4 Защита типового расчета "Термогазодинамический расчет ТРДД" (Расчетно-графическая работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	5	9	14	16
1	Типы современных авиационных газотурбинных двигателей (АГТД)					
1.1	Типы современных авиационных газотурбинных двигателей (АГТД)					+
2	Расчет и выбор параметров АГТД					
2.1	Расчет и выбор параметров АГТД		+	+	+	+
3	Характеристики компрессоров и турбин АГТД					
3.1	Характеристики компрессоров и турбин АГТД		+	+	+	+
4	Охлаждаемые турбины высокого и низкого давления					
4.1	Охлаждаемые турбины высокого и низкого давления				+	+
5	Камеры сгорания (КС) современных АГТД					
5.1	Камеры сгорания (КС) современных АГТД				+	+
6	Входные и выходные устройства АГТД					
6.1	Входные и выходные устройства АГТД				+	+
7	Неустановившиеся режимы работы АГТД					
7.1	Неустановившиеся режимы работы АГТД					+

8	Экологические характеристики АГТД				
8.1	Экологические характеристики АГТД				+
9	Согласование узлов высокотемпературных АГТД				
9.1	Согласование узлов высокотемпературных АГТД			+	
Вес КМ, %:		20	20	25	35