

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования

"Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Козорез Д.А.

3 июля 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (000197711)**

Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических  
установок

(указывается наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки	24.03.05 Двигатели летательных аппаратов
Квалификация выпускника	Бакалавр
Профиль подготовки	Технология производства авиационных ГТД
Форма обучения	очно-заочная (очно, очно-заочное, заочное)
Выпускающая кафедра	ТПАД
Обеспечивающая кафедра	ТПАД
Кафедра-разработчик рабочей программы	ТПАД

Семестр	З.Е.	Трудоемкость, час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час	Экзамене- нов, час.	Форма промежуточног о контроля
7	5	180	28	8	16	92	36	Э
Итого	5	180	28	8	16	92	36	

Москва

2023

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## Разделы рабочей программы

1. Цели освоения дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения.
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
3. Структура и содержание дисциплины.
4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.
6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.
8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

## Приложения к рабочей программе дисциплины

Приложение 1. Аннотация рабочей программы

Приложение 2. Прикрепленные файлы

Программа составлена в соответствии с требованиями СУОС МАИ, разработанного на основе ФГОС ВО (3++) по направлению 24.03.05 Двигатели летательных аппаратов

---

Авторы программы:

Бабин С.В.

Заведующий обеспечивающей кафедрой ТПАД

Программа одобрена:

Заведующий выпускающей кафедрой  
ТПАД

Директор выпускающего филиала СТ

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ.

Целью освоения дисциплины Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок является достижение следующих результатов освоения(РО):

N	Шифр	Результат обучения
1	У-1(ПКР-5.1)	Умеет разрабатывать конструкцию деталей, узлов и элементов силовой установки ЛА
2	З-1(ПКР-5.1)	Знать конструкцию основных деталей, узлов и всего двигателя/энерго установки ЛА
3	В-1(ПКР-5.1)	Владеет навыками конструирования деталей, узлов и элементов силовой установки ЛА
4	У-2(ПКР-5.2)	Уметь проектировать детали и узлы авиационных силовых установок
5	В-2(ПКР-5.2)	Владеть навыками нахождения компромиссных решений при проектировании силовых установок ЛА
6	У-1(ПКР-7.1)	Уметь разрабатывать конструктивные и компоновочные схемы в процессе проектирования
7	В-1(ПКР-7.1)	Владеть необходимым объемом информации, относящейся к принципам действия и устройству проектируемых изделий с возможностью сравнения с различными техническими решениями
8	З-1(ПКР-7.1)	Знать основные принципы действия и устройства проектируемых изделий с техническим обоснованием
9	У-2(ПКР-7.2)	Уметь производить расчеты отдельных деталей и узлов двигателей летательных аппаратов в соответствии с техническими заданиями
10	В-2(ПКР-7.2)	Владеть методами расчетов и конструирования отдельных деталей и узлов двигателей летательных аппаратов в соответствии с техническими заданиями
11	З-2(ПКР-7.2)	Знать основные принципы конструирования отдельных деталей и узлов двигателей летательных аппаратов в соответствии с техническими заданиями
12	У-1(ПКР-8.1)	Уметь применять правила формирования проектных схем основных агрегатов ЖРД
13	З-1(ПКР-8.1)	Знать основы подготовки конструкторской документации в процессе проектирования жидкостных ракетных двигателей
14	В-1(ПКР-8.1)	Владеть навыками проектирования при решении проектных задач
15	У-2(ПКР-8.2)	Уметь формировать расчетные схемы и проводить расчеты необходимые для получения оценок работоспособности узлов и деталей двигателя
16	В-2(ПКР-8.2)	Владеть принципами действия и устройства проектируемых изделий
17	З-2(ПКР-8.2)	Знать основные методы подготовки конструкторской документации в процессе проектирования жидкостных ракетных двигателей

18	З-1(ПКР-10.1)	Знать основные принципы действия и устройства проектируемых изделий с использованием современных компьютерных технологий
19	У-1(ПКР-10.1)	Уметь оставлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий описания принципов действия и устройства проектируемых изделий с использованием современных компьютерных технологий
20	В-1(ПКР-10.1)	Владеть методами описания принципов действия и устройства проектируемых изделий описания принципов действия и устройства проектируемых изделий с использованием современных компьютерных технологий
21	У-2(ПКР-10.2)	Уметь разрабатывать конструктивные и компоновочные схемы
22	В-2(ПКР-10.2)	Владеть навыками выполнения всех видов проектировочных расчётов с использованием современных компьютерных технологий
23	У-2(ПКР-15.2)	Уметь использовать основные модели аэро-газодинамики и процессов тепло-массообмена при проектировании средств и систем обеспечения тепловых режимов в элементах конструкции силовых установок и агрегатах ЛА
24	В-2(ПКР-15.2)	Владеть навыками применения основных моделей аэро-газодинамики и процессов тепло-массообмена при проектировании средств и систем обеспечения тепловых режимов в элементах конструкции силовых установок и агрегатах ЛА
25	З-3(ПКР-15.3)	Знать основы теории теплопередачи, радиационного теплообмена, математического, программно-алгоритмического обеспечения для проведения типовых тепловых расчетов элементов конструкции силовых установок и агрегатов ЛА
26	У-3(ПКР-15.3)	Уметь применять стандартные коммерческие программные пакеты для решения задач аэрогазодинамики и процессов теплообмена в элементах конструкции силовых установок и агрегатов ЛА
27	В-3(ПКР-15.3)	Владеть навыками выполнения расчетов по аэрогазодинамике и процессам теплообмена в элементах конструкции силовых установок и агрегатов ЛА с использованием выбранного коммерческого программного обеспечения
28	З-1(ПКР-13.1)	Знать алгоритм разработки рабочей проектной и технической документации ВРД
29	У-1(ПКР-13.1)	Уметь разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию ВРД, оформлять законченные проектно-конструкторские работы
30	В-1(ПКР-13.1)	Владеть методами и способами проектирования и конструирования деталей, узлов ВРД
31	З-2(ПКР-13.2)	Знать алгоритм разработки рабочей проектной и технической документации ГТД

32	У-2(ПКР-13.2)	Уметь разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию ГТД, оформлять законченные проектно-конструкторские работы
33	В-2(ПКР-13.2)	Владеть методами и способами проектирования и конструирования деталей, узлов ГТД
34	З-1(ПКР-17.1)	Знать нормативные документы по составлению описаний, принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов
35	У-1(ПКР-17.1)	Уметь составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов
36	В-1(ПКР-17.1)	Владеть навыками составления нормативной документации, описаний и руководств в области функционирования изделий и объектов аэрокосмического производства
37	З-1(ПКР-17.2)	Знать нормативные документы электронного определения состава изделий авиационной техники
38	У-1(ПКР-17.2)	Уметь составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов
39	В-1(ПКР-17.2)	Владеть навыками составления нормативной документации, описаний и руководств в области функционирования изделий и объектов аэрокосмического производства
40	З-1(ПКР-18.1)	Знать принципы формирования информационных цепей между рабочими группами при выполнении проекта
41	У-1(ПКР-18.1)	Уметь выстроить информационную цепочку огласования данных между рабочими группами при выполнении проекта
42	В-1(ПКР-18.1)	Владеть навыками согласования процесса передачи данных между рабочими группами при выполнении проекта
43	З-2(ПКР-18.2)	Знать общие вопросы теории проведения исследований и проектных разработок
44	У-2(ПКР-18.2)	Уметь организовать своевременную техническую поддержку расчетных и экспериментальных исследований, проектных разработок элементов конструкции, силовых установок и агрегатов ЛА
45	В-2(ПКР-18.2)	Владеть навыками организации технической поддержки расчетных и экспериментальных исследований, проектных разработок элементов конструкции, силовых установок и агрегатов ЛА
46	З-1(ПКР-12.1)	Знать методики расчета характеристик силовых установок летательных аппаратов и ВРД
47	У-1(ПКР-12.1)	Уметь производить расчет характеристик силовых установок летательных аппаратов и ВРД
48	В-1(ПКР-12.1)	Владеть навыками расчетов и составления технической документации по согласованию характеристик силовых установок летательных аппаратов и ВРД
49	З-2(ПКР-12.2)	Знать основные показатели и требования по ресурсу, ремонтпригодности и эксплуатационной технологичности ДЛА
50	У-2(ПКР-12.2)	Уметь формулировать основные показатели и требования по ресурсу, ремонтпригодности и эксплуатационной технологичности ДЛА

Перечисленные РО являются основой для формирования следующих компетенций:

<b>N</b>	<b>Шифр</b>	<b>Компетенция</b>
1	ПКР-5	Способен участвовать в работах по проектированию и конструированию деталей, узлов и двигателя/энергоустановки ЛА в целом; проводить расчеты и разрабатывать детали, узлы, системы ВРД авиационных силовых установок ЛА в соответствии с техническим заданием
2	ПКР-7	Способен составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений
3	ПКР-8	Способен разрабатывать конструкторскую документацию в процессе проектирования авиационных двигателей, силовых и энергетических установок космических ЛА
4	ПКР-10	Способен составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий с использованием современных компьютерных технологий
5	ПКР-12	Способен формулировать основные технические конструктивные и прочностные показатели, требования по ресурсу, уровню надежности, ремонтпригодности и эксплуатационной технологичности
6	ПКР-13	Способен участвовать в работах по проектированию и конструированию деталей, узлов ДЛА, разрабатывать проектную и техническую документацию при выполнении эскизных, проектов при проектировании элементов ДЛА
7	ПКР-15	Способен участвовать в выполнении проектных разработок на основе типовых решений обеспечения теплового режима в элементах конструкции силовых установок и агрегатов ЛА
8	ПКР-17	Способен составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений для аэрокосмического производства
9	ПКР-18	Готов к участию в организации экспериментальных исследований и тепловых испытаний элементов теплонапряженных конструкций силовых установок и агрегатов ЛА

Индикаторы достижения компетенций, служащие для проверки сформированности части соответствующей компетенции:

<b>N</b>	<b>Шифр</b>	<b>Индикатор компетенций</b>
1	ПКР-17.2	Принимает участие в работах по подготовке к эксплуатации объектов аэрокосмического производства
2	ПКР-5.1	Демонстрирует знания методов и способов проектирования и конструирования деталей, узлов и всего двигателя/энергоустановки ЛА
3	ПКР-5.2	Обладает навыками работы с основными конструкторскими системами автоматизации проектирования

4	ПКР-7.1	Разрабатывает конструктивные и компоновочные схемы, разрабатываемых в процессе проектирования
5	ПКР-7.2	Принимает участие в работах по расчету и конструированию отдельных деталей и узлов двигателей летательных аппаратов в соответствии с техническими заданиями
6	ПКР-8.1	Знает структуру процесса проектирования и последовательность решения проектных задач
7	ПКР-8.2	Составляет описание принципов действия и устройства проектируемых изделий
8	ПКР-10.1	Составляет описания принципов действия и устройства проектируемых изделий
9	ПКР-10.2	Формулирует основные технические конструктивные показатели проектируемых изделий
10	ПКР-12.1	Формулирует основные технические конструктивные и прочностные показатели ДЛА
11	ПКР-12.2	Формулирует основные показатели и требования по ресурсу, ремонтпригодности и эксплуатационной технологичности
12	ПКР-13.1	Демонстрирует знания методов и способов проектирования и конструирования деталей и узлов ВРД
13	ПКР-13.2	Демонстрирует знания методов и способов проектирования и конструирования деталей и узлов ГТД
14	ПКР-15.2	Применяет модели аэро-газодинамики и процессов тепло-массообмена при проектировании средств и систем обеспечения тепловых режимов в элементах конструкции силовых установок и агрегатах ЛА
15	ПКР-15.3	Использует при проведении проектных работ по аэро-газодинамике и тепло-массообмену в элементах конструкций силовых установок и агрегатов ЛА коммерческих программных пакетов
16	ПКР-17.1	Принимает участие в работах по расчету и конструированию отдельных деталей и узлов объектов аэрокосмического производства
17	ПКР-18.1	Принимает участие в процессе согласования данных между рабочими группами при выполнении проекта
18	ПКР-18.2	Оказывает техническую поддержку в расчетных и экспериментальных исследованиях, проектных разработках элементов конструкции, силовых установок и агрегатов ЛА
19	ПКР-17.2	Принимает участие в работах по подготовке к эксплуатации объектов аэрокосмического производства
20	ПКР-5.1	Демонстрирует знания методов и способов проектирования и конструирования деталей, узлов и всего двигателя/энергоустановки ЛА
21	ПКР-5.2	Обладает навыками работы с основными конструкторскими системами автоматизации проектирования
22	ПКР-7.1	Разрабатывает конструктивные и компоновочные схемы, разрабатываемых в процессе проектирования

23	ПКР-7.2	Принимает участие в работах по расчету и конструированию отдельных деталей и узлов двигателей летательных аппаратов в соответствии с техническими заданиями
24	ПКР-8.1	Знает структуру процесса проектирования и последовательность решения проектных задач
25	ПКР-8.2	Составляет описание принципов действия и устройства проектируемых изделий
26	ПКР-10.1	Составляет описания принципов действия и устройства проектируемых изделий
27	ПКР-10.2	Формулирует основные технические конструктивные показатели проектируемых изделий
28	ПКР-12.1	Формулирует основные технические конструктивные и прочностные показатели ДЛА
29	ПКР-12.2	Формулирует основные показатели и требования по ресурсу, ремонтпригодности и эксплуатационной технологичности
30	ПКР-13.1	Демонстрирует знания методов и способов проектирования и конструирования деталей и узлов ВРД
31	ПКР-13.2	Демонстрирует знания методов и способов проектирования и конструирования деталей и узлов ГТД
32	ПКР-15.2	Применяет модели аэро-газодинамики и процессов тепло-массообмена при проектировании средств и систем обеспечения тепловых режимов в элементах конструкции силовых установок и агрегатах ЛА
33	ПКР-15.3	Использует при проведении проектных работ по аэро-газодинамике и тепло-массообмену в элементах конструкций силовых установок и агрегатов ЛА коммерческих программных пакетов
34	ПКР-17.1	Принимает участие в работах по расчету и конструированию отдельных деталей и узлов объектов аэрокосмического производства
35	ПКР-18.1	Принимает участие в процессе согласования данных между рабочими группами при выполнении проекта
36	ПКР-18.2	Оказывает техническую поддержку в расчетных и экспериментальных исследованиях, проектных разработках элементов конструкции, силовых установок и агрегатов ЛА

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

Дисциплина Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок является предшествующей и последующей для следующих дисциплин:

N	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
1	Метрология, стандартизация и сертификация	Методы исследований и испытаний в авиаракетостроении (Технический контроль и измерения)
2		Итоговая гос. аттестация
3		САПР ДЛА (Применение САД-систем в проектировании двигателей ЛА)



4		Конструкция летательных аппаратов
5		Технологическая практика
6		Объекты промышленного производства
7		Технологическая оснастка

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость практики составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы), 180 часа(ов).

Модуль	Раздел	Лекции	Практич. занятия	Лаборат. работы	СРС	Всего часов	Всего с экзаменами и курсовыми
Теория расчет и проектирование ДЛА	Воздушно-реактивные двигатели	10	0	4	16	30	180
	Рабочий процесс ВРД	8	8	4	18	38	
	Основы теории лопаточных машин	4	0	4	9	17	
	Ракетные двигатели	6	0	4	23	33	
<b>Всего</b>		<b>28</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>66</b>	<b>118</b>	<b>180</b>

#### 3.1. Лекции

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем часов	Тема лекции
1	1.1.Воздушно-реактивные двигатели	2	Основные типы двигателей л.а., их принципиальные схемы тяги
2	1.1.Воздушно-реактивные двигатели	2	Выходные устройства ВРД
3	1.1.Воздушно-реактивные двигатели	2	Особенности рабочего процесса и характеристик ТВД
4	1.1.Воздушно-реактивные двигатели	2	Особенности рабочего процесса и характеристики ТРДД
5	1.1.Воздушно-реактивные двигатели	2	Характеристики ВРД
6	1.2.Рабочий процесс ВРД	2	Идеальный цикл ВРД и его основные показатели
7	1.2.Рабочий процесс ВРД	2	Рабочий процесс ВРД
8	1.2.Рабочий процесс ВРД	2	Термогазодинамический расчет ВРД
9	1.2.Рабочий процесс ВРД	2	Газодинамический расчет ВРД
10	1.3.Основы теории лопаточных машин	2	Основы теории лопаточных машин. Компрессор ВРД.
11	1.3.Основы теории лопаточных машин	2	Основы теории лопаточных машин. Турбина ВРД

12	1.4.Ракетные двигатели	2	Ракетные двига-тели. ЖРД
13	1.4.Ракетные двигатели	2	Ракетные двигатели твердого топлива
14	1.4.Ракетные двигатели	2	Электроракетные, ядерные и фотонные ракетные двигатели
<b>Итого:</b>		<b>28</b>	

### 3.2. Содержание лекций

#### 1.1.2. Основные типы двигателей л.а., их принципиальные схемы тяги (АЗ: 2, СРС: 2)

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Классификация ДЛА. Принципиальные схемы воздушно-реактивных двигателей: прямоточного воздушно-реактивного двигателя, двухконтурно-го турбореактивного двигателя, форсирован-ного турбовинтового двигателя, реактивных двигателей. Порядок их работы, назначение основных узлов двигателей. Физические основы получения тяги, уравнения тяги, области их применения, преимущества и недостатки.

#### 1.1.3. Выходные устройства ВРД (АЗ: 2, СРС: 2)

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Назначение и типы выходных устройств. Их схемы. Расчет термодинамических параметров на срезе сопла ВРД. Расчетные и нерасчетные режимы течения газа. Определение тяги. Статическая и динамическая тяга. Удельная тяга и удельный расход топлива. Эффективные показатели ВРД. Эффективный и общий коэффициенты полезного действия ВРД.

#### 1.1.4. Особенности рабочего процесса и характеристик ТВД (АЗ: 2, СРС: 2)

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Основные схемы ТВД, Тяговые показатели ТВД, влияние основных параметров двигателя на эти показатели, Особенности термогазодинамического расчета ТВД

#### 1.1.5. Особенности рабочего процесса и характеристики ТРДД (АЗ: 2, СРС: 2)

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Основные схемы ТРДД, его преимущества и недостатки по сравнению с ТРД. Изменение параметров рабочего процесса ТРДД по трак-ту внутреннего и наружного контуров. Особенности термодинамического расчета ТРДД и его характеристик двигателя. Понятие об оптимальном распределении энергии между соплом внутреннего контура и наружным контуром.

#### **1.1.6. Характеристики ВРД (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Расчет и краткий анализ скоростной и высотной характеристик. Понятие о неустановившихся режимах работы двигателя. Характеристика по частоте вращения ротора.

#### **1.2.1. Идеальный цикл ВРД и его основные показатели (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Цикл ВРД в  $p-v$  и  $t-s$  координатах. Степень повышения давления в цикле и ее влияние на термический коэффициент полезного действия цикла и работу цикла. Влияние факторов окружающей среды на основные показатели цикла и его располагаемую работу

#### **1.2.2. Рабочий процесс ВРД (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Уравнение энергии газового потока. Расчет изменения термодинамических параметров в характерных сечениях вдоль проточной части двигателя: во входном устройстве и компрессоре. Организация рабочего процесса в камере сгорания ВРД. Типы камер сгорания; форсунок. Способы стабилизации пламени в камере. теплозащита стенок жаровой трубы. Определение относительного расхода топлива, коэффициент избытка воздуха.

#### **1.2.3. Термогазодинамический расчет ВРД (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Выбор исходящих данных для расчета: тяги, удельного расхода топлива, температуры газа на входе в турбину, степени повышения давления воздуха в компрессоре и условий в окружающей среде. Выбор коэффициентов потерь во входном устройстве компрессора, камере сгорания, турбине и сопле. Расчет термодинамических параметров на входе во входное устройство, компрессор, камеру сгорания, турбину, сопло и на срезе сопла. Определение удельной тяги, расхода воздуха.

#### **1.2.4. Газодинамический расчет ВРД (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Газодинамический расчет ГТД осуществляется на основе результатов термогазодинамического расчета. Определение формы и основных размеров проточной части входного устройства проточной части компрессора, камеры сгорания, турбины, выходного устройства проточной части компрессора, камеры сгорания, выходного устройства и сопла. Число ступеней компрессора и турбины, число лопаток колеса компрессора и спрямляющего аппарата, колеса турбины и соплового аппарата.

### **1.3.1. Основы теории лопаточных машин. Компрессор ВРД. (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Типы компрессоров ВРД и требования к ним. Степень осевого компрессора, план скоростей и удельной работы ступени, анализ ее кинематических параметров, степень реактивности. Анализ изменения плана скоростей по высоте лопатки и влияние этого фактора на ее конструкцию. Расчет повышения давления в ступени. Понятие о помпаже компрессора и способы его устранения. Определение частоты вращения ротора

### **1.3.2. Основы теории лопаточных машин. Турбина ВРД (АЗ: 2, СРС: 1)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Основные требования к турбинам, их назначение, типы, устройство и принцип действия. Степень осевой турбины, располагаемая работа и ее адиабатный к.п.д. План скоростей турбины, его построение, расчет и анализ. Работа и к.п.д. на окружности колеса. Степень реактивности колеса

### **1.4.1. Ракетные двигатели. ЖРД (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Принципиальная схема ЖРД, его назначение и идеальный цикл. Топлива ЖРД: горючие и окислители, требования к ним, системы подачи топлива к камере сгорания. Типы камер, рабочий процесс в камере: сжатие компонентов топлива и его горение, смесительные головки, форсунки, подача топлива и принцип их действия.

### **1.4.2. Ракетные двигатели твердого топлива (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Принципиальная схема РДТТ, его рабочий процесс и назначение. Топлива РДТТ, требования к ним, виды, состав и свойства. Понятие и горение твердого топлива. Формы зарядов твердого топлива и организация из горения. Уравнение баланса масс и его использование при расчете РДТТ.

### **1.4.3. Электроракетные, ядерные и фотонные ракетные двигатели (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

## **3.3. Практические занятия**

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем часов	Наименование практического занятия
1	1.2.Рабочий процесс ВРД	4	Термогазодинамический расчет ТРД

2	1.2.Рабочий процесс ВРД	4	Исследование параметров рабочего процесса ТРД
<b>Итого:</b>		<b>8</b>	

### 3.4. Содержание практических занятий

#### 1.2.1. Термогазодинамический расчет ТРД (АЗ: 4, СРС: 2)

**Форма организации:** Практическое занятие

#### 1.2.2. Исследование параметров рабочего процесса ТРД (АЗ: 4, СРС: 2)

**Форма организации:** Практическое занятие

### 3.5. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем часов	Наименование лабораторной работы	Наименование лаборатории
1	1.1.Воздушно-реактивные двигатели	4	Изучение схемы рабочего процесса и конструкции ДТРД и ТВД	Лаборатория конструкции авиационных двигателей
2	1.2.Рабочий процесс ВРД	4	Конструктивная схема и параметры камеры сгорания ВРД	Лаборатория конструкции авиационных двигателей
3	1.3.Основы теории лопаточных машин	4	Конструкция и параметры осевого компрессора ВРД	Лаборатория конструкции авиационных двигателей
4	1.4.Ракетные двигатели	4	Конструкция и параметры ЖРД	Лаборатория конструкции авиационных двигателей
<b>Итого:</b>		<b>16</b>		

### 3.6.Содержание лабораторных работ

#### 1.1.1. Изучение схемы рабочего процесса и конструкции ДТРД и ТВД (АЗ: 4, СРС: 6)

**Форма организации:** Лабораторная работа

#### 1.2.1. Конструктивная схема и параметры камеры сгорания ВРД (АЗ: 4, СРС: 6)

**Форма организации:** Лабораторная работа

#### 1.3.1. Конструкция и параметры осевого компрессора ВРД (АЗ: 4, СРС: 6)

**Форма организации:** Лабораторная работа

#### 1.4.1. Конструкция и параметры ЖРД (АЗ: 4, СРС: 6)

**Форма организации:** Лабораторная работа

### 3.7. Курсовые работы и проекты по дисциплине

### **1.1. Термогазодинамический расчет двигателя с проектированием турбины**

**Тематика:** Термогазодинамический расчет двигателя с проектированием турбины по прототипам предложенным преподавателем

**Трудоемкость(СРС):** 26

**Прикрепленные файлы:** Примерный перечень заданий для курсового проектирования.pdf

### **3.8. Промежуточная аттестация**

1. Экзамен (7 семестр)

**Прикрепленные файлы:** Билеты двигатели.pdf

## **4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Основная и дополнительная литература по дисциплине
2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
3. Ресурсы научно-технической библиотеки МАИ.
4. Информационные стенды кафедры.

### **Вопросы для самостоятельной работы по темам:**

<b>№</b>	<b>Раздел дисциплины</b>	<b>Вопросы для самостоятельной работы</b>
1	Рабочий процесс ВРД	Компрессоры ВРД, их назна-чение, расчет и анализ
2	Рабочий процесс ВРД	Турбина ВРД, ее назначение и основные параметры
3	Рабочий процесс ВРД	Рабочий процесс и характери-стики ТРД. Газодинамический расчет.
4	Рабочий процесс ВРД	Электроракетные жвигаптели их назначение, принцип действия,

## **5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Описание показателей, критерии оценивания компетенций и описание шкал оценивания осуществляются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки результатов обучения студентов по дисциплине (Приказ №42 от 04.04.2014 «Об утверждении положения «Рейтинг по дисциплине»).

Для оценивания интегрированных и практико-ориентированных заданий обучающихся используются следующие критерии по 100-балльной шкале:

1. Формулирование представленной информации в виде проблемы;
2. Предложение способа решения проблемы;
3. Обоснование способа решения проблемы;
4. Демонстрация способа решения проблемы.

Оценивание осуществляется по следующей шкале:

100-балльная шкала	Результат освоения
менее 40	Критерий не сформирован
41-70	Критерий четко не выражен
71-100	Критерий выражен четко

Для оценивания ситуационных заданий используется следующая шкала:

100-балльная шкала	Результат освоения
менее 30	обучающийся не может сформулировать проблему, представленную в задании
31-50	обучающийся формулирует поставленную задачу, у него сформированы изолированные знания и умения, однако отсутствуют интегрированные понятия и навыки, в результате чего допущены ошибки в решении и задание не выполнено
51-80	задание выполнено, обучающийся применяет знания для решения поставленной проблемы, однако не сформированы компетенции, вследствие чего обучающийся испытывает затруднения в демонстрации способов решения задачи
81-100	задание выполнено как в теоретическом, так и в практическом плане, обучающийся легко демонстрирует свою компетентность по данному вопросу

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения, включают в себя:

- вопросы к промежуточной аттестации.

Перечень компетенций и этапы их формирования приведены в следующей таблице:

N	Шифр	Компетенция	Этапы формирования компетенции
1	ПКР-5	Способен участвовать в работах по проектированию и конструированию деталей, узлов и двигателя/энергоустановки ЛА в целом; проводить расчеты и разрабатывать детали, узлы, системы ВРД авиационных силовых установок ЛА в соответствии с техническим заданием	<p>Умеет разрабатывать конструкцию деталей, узлов и элементов силовой установки ЛА</p> <p>Знать конструкцию основных деталей, узлов и всего двигателя/энерго установки ЛА</p> <p>Владеет навыками конструирования деталей, узлов и элементов силовой установки ЛА</p> <p>Уметь проектировать детали и узлы авиационных силовых установок</p> <p>Владеть навыками нахождения компромиссных решений при проектировании силовых установок ЛА Семестр - 7</p>
2	ПКР-7	Способен составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений	<p>Уметь разрабатывать конструктивные и компоновочные схемы в процессе проектирования</p> <p>Владеть необходимым объемом информации, относящейся к принципам действия и устройству проектируемых изделий с возможностью сравнения с различными техническими решениями</p> <p>Знать основные принципы действия и устройства проектируемых изделий с техническим обоснованием</p> <p>Уметь производить расчеты отдельных деталей и узлов двигателей летательных аппаратов в соответствии с техническими заданиями</p> <p>Владеть методами расчетов и конструирования отдельных деталей и узлов двигателей летательных аппаратов в соответствии с техническими заданиями</p> <p>Знать основные принципы конструирования отдельных деталей и узлов двигателей летательных аппаратов в соответствии с техническими заданиями Семестр - 7</p>



3	ПКР-8	Способен разрабатывать конструкторскую документацию в процессе проектирования авиационных двигателей, силовых и энергетических установок космических ЛА	<p>Уметь применять правила формирования проектных схем основных агрегатов ЖРД</p> <p>Знать основы подготовки конструкторской документации в процессе проектирования жидкостных ракетных двигателей</p> <p>Владеть навыками проектирования при решении проектных задач</p> <p>Уметь формировать расчетные схемы и проводить расчеты необходимые для получения оценок работоспособности узлов и деталей двигателя</p> <p>Владеть принципами действия и устройства проектируемых изделий</p> <p>Знать основные методы подготовки конструкторской документации в процессе проектирования жидкостных ракетных двигателей</p> <p>Семестр - 7</p>
4	ПКР-10	Способен составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий с использованием современных компьютерных технологий	<p>Знать основные принципы действия и устройства проектируемых изделий с использованием современных компьютерных технологий</p> <p>Уметь оставлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий</p> <p>описания принципов действия и устройства проектируемых изделий с использованием современных компьютерных технологий</p> <p>Владеть методами описания принципов действия и устройства проектируемых изделий</p> <p>описания принципов действия и устройства проектируемых изделий с использованием современных компьютерных технологий</p> <p>Уметь разрабатывать конструктивные и компоновочные схемы</p> <p>Владеть навыками выполнения всех видов проектировочных расчётов с использованием современных компьютерных технологий</p> <p>Семестр - 7</p>

5	ПКР-12	Способен формулировать основные технические конструктивные и прочностные показатели, требования по ресурсу, уровню надежности, ремонтпригодности и эксплуатационной технологичности	Знать методики расчета характеристик силовых установок летательных аппаратов и ВРД Уметь производить расчет характеристик силовых установок летательных аппаратов и ВРД Владеть навыками расчетов и составления технической документации по согласованию характеристик силовых установок летательных аппаратов и ВРД Знать основные показатели и требования по ресурсу, ремонтпригодности и эксплуатационной технологичности ДЛА Уметь формулировать основные показатели и требования по ресурсу, ремонтпригодности и эксплуатационной технологичности ДЛА Семестр - 7
6	ПКР-13	Способен участвовать в работах по проектированию и конструированию деталей, узлов ДЛА, разрабатывать проектную и техническую документацию при выполнении эскизных, проектов при проектировании элементов ДЛА	Знать алгоритм разработки рабочей проектной и технической документации ВРД Уметь разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию ВРД, оформлять законченные проектно-конструкторские работы Владеть методами и способами проектирования и конструирования деталей, узлов ВРД Знать алгоритм разработки рабочей проектной и технической документации ГТД Уметь разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию ГТД, оформлять законченные проектно-конструкторские работы Владеть методами и способами проектирования и конструирования деталей, узлов ГТД Семестр - 7

7	ПКР-15	<p>Способен участвовать в выполнении проектных разработок на основе типовых решений обеспечения теплового режима в элементах конструкции силовых установок и агрегатов ЛА</p>	<p>Уметь использовать основные модели аэро-газодинамики и процессов тепло-массообмена при проектировании средств и систем обеспечения тепловых режимов в элементах конструкции силовых установок и агрегатах ЛА</p> <p>Владеть навыками применения основных моделей аэро-газодинамики и процессов тепло-массообмена при проектировании средств и систем обеспечения тепловых режимов в элементах конструкции силовых установок и агрегатах ЛА</p> <p>Знать основы теории теплопередачи, радиационного теплообмена, математического, программно-алгоритмического обеспечения для проведения типовых тепловых расчетов элементов конструкции силовых установок и агрегатов ЛА</p> <p>Уметь применять стандартные коммерческие программные пакеты для решения задач аэрогазодинамики и процессов теплообмена в элементах конструкции силовых установок и агрегатов ЛА</p> <p>Владеть навыками выполнения расчетов по аэрогазодинамике и процессам теплообмена в элементах конструкции силовых установок и агрегатов ЛА с использованием выбранного коммерческого программного обеспечения</p> <p>Семестр - 7</p>
---	--------	---	---

8	ПКР-17	Способен составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений для аэрокосмического производства	<p>Знать нормативные документы по составлению описаний, принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов</p> <p>Уметь составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов</p> <p>Владеть навыками составления нормативной документации, описаний и руководств в области функционирования изделий и объектов аэрокосмического производства</p> <p>Знать нормативные документы электронного определения состава изделий авиационной техники</p> <p>Уметь составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов</p> <p>Владеть навыками составления нормативной документации, описаний и руководств в области функционирования изделий и объектов аэрокосмического производства</p> <p>Семестр - 7</p>
9	ПКР-18	Готов к участию в организации экспериментальных исследований и тепловых испытаний элементов теплонапряженных конструкций силовых установок и агрегатов ЛА	<p>Знать принципы формирования информационных цепей между рабочими группами при выполнении проекта</p> <p>Уметь выстроить информационную цепочку огласования данных между рабочими группами при выполнении проекта</p> <p>Владеть навыками согласования процесса передачи данных между рабочими группами при выполнении проекта</p> <p>Знать общие вопросы теории проведения исследований и проектных разработок</p> <p>Уметь организовать своевременную техническую поддержку расчетных и экспериментальных исследований, проектных разработок элементов конструкции, силовых установок и агрегатов ЛА</p> <p>Владеть навыками организации технической поддержки расчетных и экспериментальных исследований, проектных разработок элементов конструкции, силовых установок и агрегатов ЛА</p> <p>Семестр - 7</p>

## Комплект типовых индивидуальных заданий

N	Раздел дисциплины	Объем, часов	Наименование типового задания
1	Ракетные двигатели	4	Изучение конструкции ионного двигателя
2	Ракетные двигатели	4	Изучение конструкции ЯРД
3	Ракетные двигатели	3	Конструкция и параметры РДТТ
Итого:		11	

### Содержание типовых заданий

#### 1.4.1. Изучение конструкции ионного двигателя (СРС: 4)

Тематика:

Тип: Домашнее задание

#### 1.4.2. Изучение конструкции ЯРД (СРС: 4)

Тематика:

Тип: Домашнее задание

#### 1.4.3. Конструкция и параметры РДТТ (СРС: 3)

Тематика:

Тип: Домашнее задание

### Темы письменных опросов

#### 1.1. Камера сгорания

Тип: Тестирование

Тематика: Основные процессы и конструктивные особенности в камерах сгорания ТРД

Прикрепленные файлы: Камера сгорания ВРД.html

#### 1.2. Турбина ГТД

Тип: Тестирование

Тематика: Основные параметры и принцип работы турбины ГТД

Прикрепленные файлы: Турбина ГТД.html

### Вопросы к промежуточной аттестации

"Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок"

#### 1. Экзамен (7 семестр)

Прикрепленные файлы: Билеты двигателя.pdf

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### *а) Основная литература:*

- 8.1.1 Иноземцев А.А., Нихамкин М.А. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок Том1 Общие сведения. Основные параметры и требования. Конструктивные и силовые схемы М: «Машиностроение 2008 г. – 208 с. (Электронный вариант – доступ сервер кафедры ТПАД)
- 8.1.2. Иноземцев А.А., Нихамкин М.А. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок Том2 Компрессоры, камеры сгорания, Форсажные камеры. Турбины . Выходные устройства. М: «Машиностроение 2008 г. – 363 с. (Электронный вариант – доступ сервер кафедры ТПАД)
- 8.1.3. Иноземцев А.А, Сандарский В.Л. Газотурбинные двигатели ОАО Аиадвигатель г. Пермь 2006 г. - 1204 с (Электронный вариант – доступ сервер кафедры ТПАД)
- 8.1.4. Бабин С.В. Конструкция и параметры осевого компрессора ВРД Методические указания к лабораторной работе Ступино каф. ТПАД МАТИ 2015 г. – 26 с.
- 8.1.5. Бабин С.В. Конструкция и параметры турбины ГТД Методические указания к лабораторной работе Ступино каф. ТПАД МАТИ 2015 г. – 23 с.
- 8.1.6. Бабин С.В. Конструкция и параметры камеры сгорания ВРД Методические указания к лабораторной работе Ступино каф. ТПАД МАТИ 2015 г. – 33 с.
- 8.1.7. Бабин С.В. Изучение схемы, рабочего процесса и конструкции ТРДД Методические указания к лабораторной работе Ступино каф. ТПАД МАТИ 2015 г. – 18 с.
- 8.1.8. Бабин С.В. Фурсов А.А. Конструкция , принцип работы и особенности производства ТВД. Методические указания к лабораторной работе Ступино каф. ТПАД МАТИ 2015 г. – 9 с.
- 8.1.9. Бабин С.В. Изучение схемы, конструкции и расчет параметров ЖРД. Методические указания к лабораторной работе Ступино каф. ТПАД МАТИ 2015 г. – 17 с.
- 8.1.10. Бабин С.В. Фурсов А.А. Конструкция и принцип работы РДТТ. Методические указания к лабораторной работе Ступино каф. ТПАД МАТИ 2015 г. – 18 с.
- 8.1.11. Теория и проектирование газотурбинных и комбинированных установок : учебник для студентов энергетич. и авиц. вузов: К 150-летию Научно-учебного комплекса "Энергомашиностроение" / А.Н. Арбеков [и др.]; под общ. ред. А.Ю.Вараксина. - 4-е изд.,испр. - М. : МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2017. - 679 с  
[http://elibrary.mai.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link\\_FindDoc&id=58008&idb=0](http://elibrary.mai.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=58008&idb=0)

**б) Дополнительная литература:**

- 8.2.1. В.И. Бакулев "Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок": Учебник, - М.: Издательство МАИ, 2003 г -688с.
- 8.2.1. В.В.Кулагин Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей К90 и энергетических установок.: Учебник. Кн 3. - М.: "Машиностроение" 2005 г., 464стр.; ил.
- 8.2.3. В.В.Кулагин Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок. Основы теории ГТД: Учебник. В трех книгах. Кн.1 и кн.2. "Машиностроение" 2003 г., 670стр.
- 8.2.4. Суров Н.С. «Термогазодинамический расчет и характеристики ТРД» Методические указания к выполнению курсового проекта, М., МАТИ-РГТУ, 2009г.
- 8.2.5. Суров Н.С. «Газодинамический расчет и разработка конструкции турбины ТРД» Методические указания к выполнению курсового проекта, М., МАТИ-РГТУ, 2009г., .
- 8.2.6. Масленников М.М., Шальман Ю.И. «Авиационные газотурбинные двигатели», Машиностроение, М., 1975г., 676 стр., - 25 экз.
- 8.2.7. Скубачевский Г.С. «Авиационные двигатели. Конструкция и расчет на прочность», Машиностроение, М., 1998 г. – 25 экз.
- 8.2.8. Шляхтенко В.С. «Теория и расчет ВРД», Учебник для ВУЗ, Машиностроение, М., 1997 г., 568 стр – 19 экз.
- 8.2.6. Александров В.Л., «Воздушные винты» Оборонгиз, М., 1951 г. – 2 (Электронный вариант – доступ сервер кафедры ТПАД)
- 8.2.7. Презентация продукции ОАО "Авиадвигатель" (Электронный вариант – доступ сервер кафедры ТПАД)
- 8.2.7. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок : Учеб. для вузов по спец. "Авиац. двигатели и энергет. установки",направл."Двигатели летат. аппаратов " / В.И. Бакулев [и др.]; Под ред. В.А.Сосунова , В.М.Чепкина. - Изд.3-е, перераб. и доп. - М. : МАИ: НПО"Сатурн", 2003. - 688 с.
- <http://elibrary.mai.ru/MegaPro/Download/ToView/6890?idb=NewMAI2014>

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для обеспечения образовательного процесса по дисциплине обучающимся предоставляется возможность круглосуточного дистанционного индивидуального доступа к электронным библиотечным системам из любой точки, в которой имеется доступ к сети «Интернет».

Наименование ресурса	Интернет-ссылка на ресурс
<b>"ZNANIUM.COM"</b>	
Договор № 4855 эбс/027-1-3200-20 от 08.12.2020 с ООО "ЗНАНИУМ" С «18»12.2020 г. по «17»12.2021 г	<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>
Договор № эбс/027-1-3026-21 от 22.12.2021 с ООО "ЗНАНИУМ" С «15»12.2021 г. по «31»12.2022 г	<a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a>
Договор № эбс/027-1-2586-22 от 07.12.2022 с ООО "ЗНАНИУМ" С «20»12.2022 г. по «31»12.2023 г	

<b>ООО "Издательство Лань"</b>	
Договор № 027-1-0234-21 от 18.02.2021 года с ООО "Издательство Лань" С «22»_02. 2021г. по « 21» 02.2022 г	e.lanbook.com
Договор № 027-1-0234-21 от 18.02.2021 года с ООО "ЭБС Лань" С «22»_02. 2021г. по « 21» 02.2022	
Договор № СЭБ 027-0-0400-21 от 15.09.2021 года с ООО "ЭБС Лань" С «15»_09. 2021г. по « 14» 09.2024	
Договор № 027-1-0169-22 от 07.02.2022 года с ООО "Издательство Лань" С «22»_02. 2022г. по « 21» 02.2023 г	
Договор № 027-1-0168-22 от 07.02.2022 года с ООО "ЭБС Лань" С «22»_02. 2022г. по « 21» 02.2023	
<b>ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ"</b>	
Электронная библиотечная система ЮРАЙТ. ЭБС "Легендарные книги"	<a href="http://biblio-online.ru">http://biblio-online.ru</a> , <a href="https://biblio-online.ru/catalog/legendary">https://biblio-online.ru/catalog/legendary</a>
Договор № 027-1-3191-20 от 04.12.2020г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО С «04»12.2020 г. по «03»12.2021	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
Договор № 027-1-3194-20 от 04.12.2020г. с ООО "Электронное издательства ЮРАЙТ" С «04»12.2020 г. по «03»12.2021 г	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
Договор № 027-1-3034-21 от 03.12.2021г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" С «04»12.2021 г. по «03»12.2022 г	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
Договор № 150-1-3269-21 от 10.12.21 ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
Договор № 027-1-2554-22 от 01.12.2022г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" С «04»12.2022 г. по «03»12.2023 г	
Договор № 5537 от 25.11.2022 ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО	
<b>Электронная библиотека МАИ</b>	
Электронная библиотека МАИ (собственность МАИ). Лицензионный договор № 0267-НИЧ-13 от 11.12.2013 г. с ООО "Дата Экспресс "на право использования программы для ЭВМ Автоматизированная интегрированная библиотечная система (АИБС) «МегаПро» (для размещения Электронной библиотеки МАИ)	<a href="https://elibrary.mai.ru/MegaPro/Web">https://elibrary.mai.ru/MegaPro/Web</a>
<b>Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России</b>	
Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России. Соглашение о создании Консорциума вузов России "Национальный объединенный аэрокосмический университет" от 03.09.2012 г. Договор о сетевом взаимодействии от 15.12.2014 г. Соглашение от «03»09.2012 г. бессрочно	



<b>Библиотека РФФИ</b>	
Библиотека РФФИ	<a href="http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library">http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library</a>
<b>Единое окно доступа к образовательным ресурсам</b>	
Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
<b>Polpred.com</b>	
Polpred.com. Обзор СМИ	<a href="http://polpred.com">http://polpred.com</a>
<b>ООО "РУНЭБ"</b>	
Договор № 027-1-3051-20 от 07.12.2020 с ООО "РУНЭБ" С «07»12.2020 г. по «06»12.2028	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
Договор № 027-1-2895-21 от 03.12.2021 с ООО "РУНЭБ" С «03»12.2021 г. по «02»12.2039	
Договор № 027-133215-22 от 20.12.2022 с ООО "НЭБ" С «20»12.2022 г. по «19»12.2030	
<b>ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт"</b>	
Договор № РКТ-054/20/027-1-1129-20 от 30.05.2020 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт" С «01»06.2020 г. по «31»05.2021 г	<a href="http://text.rucont.ru/">http://text.rucont.ru/</a>
Договор № 027-1-1235-21 от 01.06.2021 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт" С «01»06.2021 г. по «31»05.2022 г	<a href="https://text.rucont.ru/">https://text.rucont.ru/</a>
Договор № 027-1-1467-22 от 09.06.2022 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт" С «01»06.2022 г. по «31»05.2023 г	<a href="https://text.rucont.ru/">https://text.rucont.ru/</a>
<b>ФГБУ "РГБ"</b>	
Договор о предоставлении доступа к Национальной электронной библиотеке (НЭБ) №101/НЭБ/2139 от 13.11.2018г. с ФГБУ" РГБ" С «13»11. 2018 г. по «12» 11. 2023	<a href="http://нэб.рф">http://нэб.рф</a>
<b>НП НЭИКОН</b>	
Соглашение № 715 ДС-2011 от 16.05.2011 о сотрудничестве в Консорциуме НЭИКОН С «16» 05.2011 г с автоматическим продлением Национальная подписка на-2021 г с РФФИ Государственного задания № 075-00011-20-00 Web Of Science- <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a> Scopus- <a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a> Elsevier- <a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a> , <a href="http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct">http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct</a> , <a href="https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections">https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections</a> , <a href="https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections">https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections</a>	<a href="http://archive.neicon.ru">http://archive.neicon.ru</a>  <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a> <a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a> <a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a> , <a href="http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct">http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct</a> , <a href="https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections">https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections</a> , <a href="https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections">https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections</a>
	<a href="http://rd.springer.com">http://rd.springer.com</a> , <a href="http://www.springerprotocols.com">http://www.springerprotocols.com</a>

<p>Математическая база данных zbMATH:  <a href="http://zbMATH.org">http://zbMATH.org</a></p> <p>American Chemical Society (ACS)-  <a href="https://www.acs.org/content/acs/en.html">https://www.acs.org/content/acs/en.html</a></p> <p>American Institute of Physics (AIP)-  <a href="https://www.scitation.org/">https://www.scitation.org/</a></p> <p>American Physical Society- <a href="https://journals.aps.org/about">https://journals.aps.org/about</a></p> <p>EBSCO Publishing (База CASC)-  <a href="http://search.ebscohost.com">http://search.ebscohost.com</a></p> <p>Cambridge University Press (CUP)-  <a href="https://www.cambridge.org/core">https://www.cambridge.org/core</a></p> <p>IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers , Inc.)- <a href="https://ieeexplore.ieee.org">https://ieeexplore.ieee.org</a></p> <p>INSPEC компании EBSCO- INSPEC</p> <p>Institute of Physics (IOP) издательства IOP Publishing-  <a href="https://iopscience.iop.org/">https://iopscience.iop.org/</a></p> <p>MathSciNet American Mathematical Society-  <a href="https://www.ams.org/home/page">https://www.ams.org/home/page</a></p> <p>Optical Society of America (OSA)-  <a href="https://www.osapublishing.org/about.cfm">https://www.osapublishing.org/about.cfm</a></p> <p>Oxford University Press-  <a href="https://academic.oup.com/journals/">https://academic.oup.com/journals/</a></p> <p>ProQuest Dissertations &amp; Theses Global-  <a href="https://search.proquest.com/index">https://search.proquest.com/index</a></p> <p>ORBIT Intelligence - база данных QUESTEL-  <a href="https://www.orbit.com/">https://www.orbit.com/</a></p> <p>SAGE Publication- <a href="https://journals.sagepub.com/">https://journals.sagepub.com/</a></p> <p>Annual Reviews Science Collection (AR)-  <a href="https://www.annualreviews.org">https://www.annualreviews.org</a></p> <p>JSTOR- <a href="http://www.jstor.org">www.jstor.org</a></p> <p>Wiley. John Wiley &amp; Sons.-  <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/">https://onlinelibrary.wiley.com/</a></p> <p><b>Национальная подписка на 2022 г с РФФИ Государственного задания</b></p>	<p><a href="http://zbMATH.org">http://zbMATH.org</a></p> <p><a href="https://www.acs.org/content/acs/en.html">https://www.acs.org/content/acs/en.html</a></p> <p><a href="https://www.scitation.org/">https://www.scitation.org/</a></p> <p><a href="https://journals.aps.org/about">https://journals.aps.org/about</a></p> <p><a href="http://search.ebscohost.com">http://search.ebscohost.com</a></p> <p><a href="https://www.cambridge.org/core">https://www.cambridge.org/core</a></p> <p><a href="https://ieeexplore.ieee.org">https://ieeexplore.ieee.org</a></p> <p><a href="https://iopscience.iop.org/">https://iopscience.iop.org/</a></p> <p><a href="https://www.ams.org/home/page">https://www.ams.org/home/page</a></p> <p><a href="https://www.osapublishing.org/about.cfm">https://www.osapublishing.org/about.cfm</a></p> <p><a href="https://academic.oup.com/journals/">https://academic.oup.com/journals/</a></p> <p><a href="https://search.proquest.com/index">https://search.proquest.com/index</a></p> <p><a href="https://www.orbit.com/">https://www.orbit.com/</a></p> <p><a href="https://journals.sagepub.com/">https://journals.sagepub.com/</a></p> <p><a href="https://www.annualreviews.org">https://www.annualreviews.org</a></p> <p><a href="http://www.jstor.org">www.jstor.org</a></p> <p><a href="https://onlinelibrary.wiley.com">https://onlinelibrary.wiley.com</a></p>
<p><b>Springer Nature:</b></p> <p>1. eBoock Collection: журналы, книги -  <a href="https://link.springer.com">https://link.springer.com</a></p> <p>2. Коллекция журналов и базы данных Springer Nature: <a href="https://link.springer.com">https://link.springer.com</a></p> <p><b>Begell House Inc.</b>  <a href="https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html">https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html</a></p> <p><b>China Academic Journals</b>   (CD Edition) Electronic Publishing House Co., Ltd: <a href="https://ar.cnki.net/ACADREF">https://ar.cnki.net/ACADREF</a></p> <p><b>Institute of Electrical and Electronics Engineers:</b></p>	<p><a href="https://link.springer.com">https://link.springer.com</a></p> <p><a href="https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html">https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html</a></p> <p><a href="https://ar.cnki.net/ACADREF">https://ar.cnki.net/ACADREF</a></p> <p><a href="https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/">https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/</a></p>
<p><a href="https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp">https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp</a>;  <a href="https://ieeexplore.ieee.org">https://ieeexplore.ieee.org</a></p>	<p><a href="https://ieeexplore.ieee.org/home.jsp">home.jsp</a>;  <a href="https://ieeexplore.ieee.org">https://ieeexplore.ieee.org</a></p>

<b>EBSCO.</b>	<a href="https://www.search.ebscohost.com/">https://www.search.ebscohost.com/</a>	<a href="https://www.search.ebscohost.com/">https://www.search.ebscohost.com/</a>
<b>INSPEC:</b>		
1. База данных Academic Search Premier		
2. База данных eBook Academic Collection		
3. eBook EngineeringCore Collection		
<b>ORBIT Intelligence</b>	- база данных QUESTEL:	<a href="https://www.orbit.com/">https://www.orbit.com/</a>
<a href="https://www.orbit.com/">https://www.orbit.com/</a>		
<b>SAGE</b>	<a href="https://journals.sagepub.com/">https://journals.sagepub.com/</a>	<a href="https://journals.sagepub.com/">https://journals.sagepub.com/</a>
<b>Publication:</b>		
<b>Wiley:</b>	<a href="https://onlinelibrary.wiley.com/">https://onlinelibrary.wiley.com/</a>	<a href="https://onlinelibrary.wiley.com/">https://onlinelibrary.wiley.com/</a>

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Эффективным способом развития творческих способностей студентов при изучении дисциплины является самостоятельная работа, которая нацелена на проработку студентами материала прошедших контактных занятий и подготовку к предстоящим занятиям.

Самостоятельная работа студентов проводится ими в соответствии с собственными возможностями. Можно, однако, рекомендовать групповое изучение материалов, обеспечивающее совместную работу нескольких студентов, что положительно влияет на качество проработки программы курса.

В то же время высокая степень усвоения изучаемой дисциплины достигается при постоянной работе студентов над текущим материалом. В этой связи желательна проработка лекционного материала в день его прочтения, что позволяет, во-первых, оперативно (на следующей лекции) снимать возникающие вопросы и, во-вторых, создавать багаж знаний по дисциплине задолго до промежуточной аттестации.

При подготовке к практическим занятиям также необходима проработка лекционного материала. Это позволит осознанно работать с предлагаемым материалом преподавателем на практическом занятии, а, следовательно, закладывать базу методик и приемов при решении практических задач.

При изучении материала необходимо делать акцент не на зазубривании материала, а на понимании его физической сути, что развивает мышление и позволяет понять методологию изучаемой дисциплины.

## 9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Дисциплина ориентирована на применение компьютерной техники, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", электронной библиотеки МАИ для поиска, сбора, хранения, обработки и представления информации.

*Программное обеспечение, Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы:*

MathCad 14, T-Flex 14 CAD\CAM\CAE\PDM PLM, Microsoft Office 2010

## **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Плакаты разрезов ВРД и ЖРД и основных данных ВРД

Разрезные макеты двигателей и их отдельные их узлы:

ТРД-РД-9Б, ТРДД-АИ-25, РЗ1Ф-300, РДТТ, ЖРД(камера сгорания) , ЖРД-Valter(для самолетов) камера, ВГТД-ТА-6, ВГТД-ТА-8, Камера сгорания трубчатая (ВК-1),

Разрезной макет воздушного винта АВ-60. Кольцевая камера сгорания (РУ-19).

Разрезной макет втулки несущего винта вертолета МИ-8.

Мультимедийный переносной комплекс:

Экран – 1 шт.

Проектор Acer XX161 – 1 шт.

**Приложение 1**

**к рабочей программе дисциплины**  
**«Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок»**

**Аннотация рабочей программы**

Дисциплина "Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок" является частью "Блока 1 Дисциплины" дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 24.03.05 "Двигатели летательных аппаратов". Дисциплина реализуется на "Московского авиационного института (национального исследовательского университета)" кафедрой (кафедрами) .

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ПКР-5, ПКР-7, ПКР-8 , ПКР-10, ПКР-12 , ПКР-13, ПКР-15, ПКР-17, ПКР-18.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с: изучением студентами назначения и применения на летательных аппаратах основных типов воздушно-реактивных и ракетных двигателей, их рабочего процесса, схем и конструкций;

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: Лекция, Практическое занятие, Лабораторная работа.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: рубежный контроль в форме Тестирование и промежуточная аттестация в форме Экзамен (7 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (28 часов), практические (8 часов), лабораторные (16 часов) занятия и (92 часов) самостоятельной работы студента.

**Приложение 2**

**к рабочей программе дисциплины**

**«Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок»**

**Прикрепленные файлы**

**Примерный перечень заданий для курсового проектирования.pdf**

**Билеты двигателя.pdf**

**Примерный перечень заданий для курсового проектирования**

**Пример задания на курсовой проект ТРД**

**Исходные данные 1**

1. Тип самолета – истребитель
2. Скорость полета – дозвуковая
3. Расчетная тяга на стенде –  $P = 5 \cdot 10^4$  Н
4. Степень повышения давления в компрессоре -  $\cdot \Pi_k^x = 8.5$
5. Температура газа перед турбиной  $T_{г^x} = 1600$ , К
6. Расчетный режим полета:  $M_n = 0$ ;  $H_n = 0$
7. Чертеж прототипа двигателя Ам-5.

**Задание**

1. Осуществить термогазодинамический расчет двигателя
2. Провести газодинамический расчет
3. По результатам расчета выполнить конструктивную схему ТРД
4. Используя прототип двигателя разработать конструкцию турбины

**Исходные данные 2**

1. Тип самолета – истребитель
2. Скорость полета – дозвуковая
3. Расчетная тяга на стенде –  $P = 10 \cdot 10^4$  Н
4. Степень повышения давления в компрессоре -  $\cdot \Pi_k^x = 12$
5. Температура газа перед турбиной  $T_{г^x} = 1680$ , К
6. Расчетный режим полета:  $M_n = 0$ ;  $H_n = 0$
7. Чертеж прототипа двигателя АЛ-5.

**Задание**

1. Осуществить термогазодинамический расчет двигателя
2. Провести газодинамический расчет
3. По результатам расчета выполнить конструктивную схему ТРД
4. Используя прототип двигателя разработать конструкцию турбины

### Исходные данные 3

1. Тип самолета – истребитель
2. Скорость полета – дозвуковая
3. Расчетная тяга на стенде –  $P = 8 \cdot 10^4 \text{ Н}$
4. Степень повышения давления в компрессоре -  $\cdot \Pi_k^x = 30$
5. Температура газа перед турбиной  $T_{г^x} = 1650, \text{ К}$
6. Расчетный режим полета:  $M_n = 0; H_n = 0$
7. Чертеж прототипа двигателя RU-19.

### Задание

1. Осуществить термогазодинамический расчет двигателя
2. Провести газодинамический расчет
3. По результатам расчета выполнить конструктивную схему ТРД
4. Используя прототип двигателя разработать конструкцию турбины

### Исходные данные 4


1. Тип самолета – истребитель
2. Скорость полета – дозвуковая
3. Расчетная тяга на стенде –  $P = 11 \cdot 10^4 \text{ Н}$
4. Степень повышения давления в компрессоре -  $\cdot \Pi_k^x = 25$
5. Температура газа перед турбиной  $T_{г^x} = 1600, \text{ К}$
6. Расчетный режим полета:  $M_n = 0; H_n = 0$
7. Чертеж прототипа двигателя АЛ-21.


### Задание


1. Осуществить термогазодинамический расчет двигателя
2. Провести газодинамический расчет
3. По результатам расчета выполнить конструктивную схему ТРД
4. Используя прототип двигателя разработать конструкцию турбины








 «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4</b> по дисциплине <b>"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"</b> Ф-Т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. <hr/> "     "     _____
<p>1. Удельная тяга ТРД. Ее определение.</p> <p>2. Уравнение энергии потока. Его использование в ТРД.</p>		


 «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5</b> по дисциплине <b>"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"</b> Ф-Т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. <hr/> "     "     _____
<p>1. Схема ТРД и назначение его основных элементов.</p> <p>2. Уравнение энергии для камеры сгорания ТРД.</p>		


 «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6</b> по дисциплине <b>"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"</b> Ф-Т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. <hr/> "     "     _____
<p>1. Схема ТРДД; основные его элементы и преимущества перед ТРД.</p> <p>2. Уравнение энергии для энергоизолированного течения.</p>		


 «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 7</b> по дисциплине <b>"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"</b> Ф-т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. <hr/> "     "     _____
<p>1. Схема ТРДФ; его работа и особенности по сравнению с ТРД.</p> <p>2. Параметры торможения потока; их использование.</p>		


 «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 8</b> по дисциплине <b>"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"</b> Ф-т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. <hr/> "     "     _____
<p>1. Схема ТВД; его особенности по сравнению с ТРД.</p> <p>2. Компрессор ТРД, его схема, назначение, основные элементы и типы.</p>		


 «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 9</b> по дисциплине <b>"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"</b> Ф-т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. <hr/> "     "     _____
<p>1. Схема и циклы ЖРД.</p> <p>2. Ступень осевого компрессора; порядок ее работы.</p>		


 <p>«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»</p>	<p>Кафедра "Технология производства авиационных двигателей"</p> <p><b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 10</b></p> <p>по дисциплине "Теория расчет и проектирования АД и ЭУ" Ф-Т № 14</p>	<p>УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В.</p> <hr/> <p>" ____ " ____</p>
<p>1. Схема РДТТ, порядок его работы.</p> <p>2. Уравнение энергии для компрессора.</p>		


 <p>«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»</p>	<p>Кафедра "Технология производства авиационных двигателей"</p> <p><b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 11</b></p> <p>по дисциплине "Теория расчет и проектирования АД и ЭУ" Ф-Т № 14</p>	<p>УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В.</p> <hr/> <p>" ____ " ____</p>
<p>1. Удельная масса и удельная тяга двигателя.</p> <p>2. Определение адиабатной и действительной работы компрессора.</p>		


 <p>«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»</p>	<p>Кафедра "Технология производства авиационных двигателей"</p> <p><b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 12</b></p> <p>по дисциплине "Теория расчет и проектирования АД и ЭУ" Ф-Т № 14</p>	<p>УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В.</p> <hr/> <p>" ____ " ____</p>
<p>1. Изменение параметров воздуха в ступени осевого компрессора.</p> <p>2. Определение полной тяги ТРД.</p>		


 «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 13</b> по дисциплине <b>"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"</b> Ф-Т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. <hr/> "    "    "
<p>1. Камера сгорания ТРД. Типы камер, их назначение и порядок работы.</p> <p>2. Схема ТРД; основные его элементы и порядок их работы.</p>		


 «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 14</b> по дисциплине <b>"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"</b> Ф-Т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. <hr/> "    "    "
<p>1. Основные требования к камерам сгорания ТРД.</p> <p>2. Определение параметров воздуха за компрессором.</p>		


 «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 15</b> по дисциплине <b>"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"</b> Ф-Т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. <hr/> "    "    "
<p>1. Рабочий процесс в камере сгорания двигателя.</p> <p>2. Турбина ТРД; основные требования к ней.</p>		


 «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 16</b> по дисциплине <b>"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"</b> Ф-Т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. <hr/> " ____ " ____
<p>1. Определение относительного расхода в камере сгорания и его связь.</p> <p>2. Ступень турбины и порядок ее работы.</p>		


 «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 17</b> по дисциплине <b>"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"</b> Ф-Т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. <hr/> " ____ " ____
<p>1. Удельная теплонапряженность камеры сгорания, ее определение.</p> <p>2. Адиабатная и действительная работа турбины.</p>		


 «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 18</b> по дисциплине <b>"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"</b> Ф-Т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. <hr/> " ____ " ____
<p>1. Коэффициент полезного действия турбины, его смысл и определение.</p> <p>2. Выходное устройство ТРД, его назначение и порядок работы.</p>		


 «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 19</b> по дисциплине <b>"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"</b> Ф-Т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. <hr/> " ____ " ____
<p>1. Определение степени повышения давления в турбине необходимой для обеспечения заданной степени повышения давления в компрессоре.</p> <p>2. Схема выходного устройства и характер изменения параметров вдоль него</p>		

 «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 20</b> по дисциплине <b>"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"</b> Ф-Т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. <hr/> " ____ " ____
<p>1. Определение параметров газа за турбиной.</p> <p>2. Удельная тяга и удельная масса двигателя.</p>		

 «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 21</b> по дисциплине <b>"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"</b> Ф-Т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. <hr/> " ____ " ____
<p>1. Расчет параметров газа на срезе сопла при расчетном режиме и сверхкритическом течении.</p> <p>2. Измерение параметров газа вдоль проточной части двигателя.</p>		

 «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 22</b> по дисциплине <b>"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"</b> Ф-Т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. <hr/> " ____ " ____
1. Эффективные и тяговые показатели двигателя.  2. Общий, термический и тяговый коэффициенты полезного действия ТРД.		

 «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 23</b> по дисциплине <b>"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"</b> Ф-Т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. <hr/> " ____ " ____
1. Факторы, ограничивающие степень повышения давления в одной ступени компрессора.  2. Характер изменения поперечного сечения компрессора вдоль проточной части.		

 «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N24</b> по дисциплине <b>"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"</b> Ф-Т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. <hr/> " ____ " ____
1. Определение частоты вращения ротора компрессора.  2. Понятие о характеристике компрессора.		



