

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.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (000236673)

Методы исследований и испытаний в авиаракетостроении

(указывается наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки	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	Экзамен- нов, час.	Форма промежуточног о контроля
9	3	108	18	16	0	74	0	Зч
Итого	3	108	18	16	0	74	0	

Москва

2025

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 Методы исследований и испытаний в авиаракетостроении является достижение следующих результатов освоения(РО):

N	Шифр	Результат обучения
1	В-1(ДПК-3.1)	Владеть методами компьютерной обработки исследовательских данных
2	В-1(ДПК-3.3)	Владеть компьютерными методами обработки экспериментальных данных
3	В-1(ПКР-11.1)	Владеть навыками проведения диагностики режимов работы авиационных и ракетных двигателей и энергоустановок ЛА
4	В-1(ПКР-12.1)	Владеть навыками расчетов и составления технической документации по согласованию характеристик силовых установок летательных аппаратов и ВРД
5	В-1(ПКР-15.1)	Разработка уточненных методик исследований и технических заданий на требуемое программное обеспечение, модели для экспериментальных работ, включая выбор средств метрологического обеспечения
6	В-1(ПКР-21.1)	Владеть методами проведения ресурсных испытаний на совокупность переменных нагрузок, близких к эксплуатационным
7	В-2(ПКР-11.2)	Владеть навыками разработки методик и организации проведения экспериментов и испытаний ДЛА
8	В-2(ПКР-12.2)	Владеть методами диагностики для определения основных показателей по ресурсу, ремонтпригодности и эксплуатационной технологичности ДЛА
9	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
10	В-2(ПКР-18.2)	Владеть навыками организации технической поддержки расчетных и экспериментальных исследований, проектных разработок элементов конструкции, силовых установок и агрегатов ЛА
11	В-3(ПКР-18.3)	Владеть навыками организации проведения экспериментальных исследований теплового режима элементов конструкции силовых установок и агрегатов ЛА
12	З-1(ДПК-3.1)	Знать методы автоматизированной обработки научно-исследовательских данных
13	З-1(ДПК-3.2)	Знать методы проведения научных исследований
14	З-1(ДПК-3.3)	Знать программное обеспечение применяемое для обработки экспериментальных данных и подготовки отчетов
15	З-1(ПКР-11.1)	Знать правила проведения диагностики режимов работы авиационных и ракетных двигателей и энергоустановок ЛА

16	3-1(ПКР-15.1)	Основные методологии исследований, используемых в аэрогазодинамики и процессов теплообмена в элементах конструкции, силовых установках и агрегатов ЛА
17	3-1(ПКР-21.1)	Знать понятие ресурса и виды ресурсные испытания отдельных частей и агрегатов авиационной техники
18	3-2(ПКР-11.2)	Знать порядок подготовки и проведения испытаний авиационных и ракетных двигателей и энергоустановок ЛА и их агрегатов
19	3-2(ПКР-15.2)	Знать основные модели аэро-газодинамики и процессов тепло-массообмена при проектировании средств и систем обеспечения тепловых режимов в элементах конструкции силовых установок и агрегатах ЛА
20	3-3(ПКР-18.3)	Знать способы формирования и систематизации этапов экспериментальных исследований теплового режима элементов конструкции силовых установок и агрегатов ЛА
21	У-1(ДПК-3.1)	Уметь обрабатывать научно-исследовательские данные с применением компьютерных технологий
22	У-1(ДПК-3.2)	Применять умение технологического обеспечения испытания узлов и агрегатов ДЛА
23	У-1(ПКР-11.1)	Уметь проводить обработку и анализ результатов диагностики с использованием автоматизированных систем регистрации авиационных и ракетных двигателей, силовых и энергетических установок
24	У-1(ПКР-15.1)	Определять содержание экспериментальных и расчетных этапов в исследовании аэрогазодинамики и процессов теплообмена для элементов конструкции, силовых установках и агрегатов ЛА
25	У-1(ПКР-19.1)	Уметь организовывать проведение исследований (проектных, технологических, технических) по снижению уровня дефектности авиационной продукции
26	У-1(ПКР-19.2)	Уметь организовывать проведение исследований (проектных, технологических, технических) по снижению уровня дефектности авиационной продукции
27	У-1(ПКР-21.1)	Уметь настраивать испытательные стенды для выполнения ресурсных испытаний в соответствии с программой испытания
28	У-2(ПКР-11.2)	Уметь осуществлять подготовку и проведение испытаний авиационных и ракетных двигателей и энергоустановок ЛА и их агрегатов в составе коллектива
29	У-2(ПКР-18.2)	Уметь организовать своевременную техническую поддержку расчетных и экспериментальных исследований, проектных разработок элементов конструкции, силовых установок и агрегатов ЛА
30	У-2(ПКР-21.2)	Уметь проводить анализ технических характеристик испытываемого двигателя
31	У-3(ПКР-18.3)	Уметь составлять схемы организации и плана экспериментальных исследований теплового режима элементов конструкции силовых установок и агрегатов ЛА
32	У-3(ПКР-21.2)	Уметь проводить измерения основных термодинамических параметров рабочего тела по газозоленному тракту

33	У-4(ПКР-21.2)	Уметь проводить Испытания по проверке систем двигателя и определению запасов работоспособности его при различных условиях эксплуатации
----	---------------	--

Перечисленные РО являются основой для формирования следующих компетенций:

№	Шифр	Компетенция
1	ДПК-3	Способность принимать участие в научно-исследовательских работах в качестве исполнителя, выполняя техническую работу с применением компьютерных технологий
2	ПКР-11	Способен ориентироваться в методике и организации проведения экспериментов, испытаний и диагностики, проводить обработку и анализ результатов с использованием автоматизированных систем регистрации
3	ПКР-12	Способен формулировать основные технические конструктивные и прочностные показатели, требования по ресурсу, уровню надежности, ремонтпригодности и эксплуатационной технологичности
4	ПКР-15	Способен участвовать в выполнении проектных разработок на основе типовых решений обеспечения теплового режима в элементах конструкции силовых установок и агрегатов ЛА
5	ПКР-18	Готов к участию в организации экспериментальных исследований и тепловых испытаний элементов теплонапряженных конструкций силовых установок и агрегатов ЛА
6	ПКР-19	Способен к организации работ по повышению качества продукции авиастроительной отрасли
7	ПКР-21	Готов к выполнению испытаний авиационной техники, авиационных воздушно-реактивных двигателей

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

№	Шифр	Индикатор компетенций
1	ДПК-3.1	Выполняет диагностику, контроль и технические измерения физических величин, в том числе с применением средств автоматизации
2	ДПК-3.2	Применяет умения разработки технологического обеспечения испытаний узлов, агрегатов и изделий
3	ДПК-3.3	Формирует отчетную документацию по результатам научно-исследовательских работ по освоению новых изделий, материалов, процессов
4	ПКР-11.1	Проводит диагностику режимов работы авиационных и ракетных двигателей и энергоустановок ЛА
5	ПКР-11.2	Формулирует порядок подготовки и проведения испытаний авиационных и ракетных двигателей и энергоустановок ЛА и их агрегатов
6	ПКР-12.1	Формулирует основные технические конструктивные и прочностные показатели ДЛА

7	ПКР-12.2	Формулирует основные показатели и требования по ресурсу, ремонтпригодности и эксплуатационной технологичности
8	ПКР-15.1	Использует типовые решения и методики проектирования средств и систем обеспечения тепловых режимов элементов конструкции силовых установок и агрегатов ЛА
9	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
10	ПКР-18.2	Оказывает техническую поддержку в расчетных и экспериментальных исследованиях, проектных разработках элементов конструкции, силовых установок и агрегатов ЛА
11	ПКР-18.3	Принимает участие в организации проведения экспериментальных исследований теплового режима элементов конструкции силовых установок и агрегатов ЛА
12	ПКР-19.1	Демонстрирует знания причин появления производственных дефектов и методов их предупреждения
13	ПКР-19.2	Участвует в разработке мероприятий по снижению уровня дефектности авиационной продукции
14	ПКР-21.1	Участвует в выполнении лабораторных испытаний авиационной техники, ресурсных испытаний отдельных элементов и узлов
15	ПКР-21.2	Участвует в проведении типовых испытаний авиационных воздушно-реактивных двигателей, узлов и агрегатов ЛА
16	ПКР-11.1	Проводит диагностику режимов работы авиационных и ракетных двигателей и энергоустановок ЛА
17	ПКР-11.2	Формулирует порядок подготовки и проведения испытаний авиационных и ракетных двигателей и энергоустановок ЛА и их агрегатов
18	ПКР-12.1	Формулирует основные технические конструктивные и прочностные показатели ДЛА
19	ПКР-12.2	Формулирует основные показатели и требования по ресурсу, ремонтпригодности и эксплуатационной технологичности
20	ПКР-15.1	Использует типовые решения и методики проектирования средств и систем обеспечения тепловых режимов элементов конструкции силовых установок и агрегатов ЛА
21	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
22	ПКР-18.2	Оказывает техническую поддержку в расчетных и экспериментальных исследованиях, проектных разработках элементов конструкции, силовых установок и агрегатов ЛА
23	ПКР-18.3	Принимает участие в организации проведения экспериментальных исследований теплового режима элементов конструкции силовых установок и агрегатов ЛА
24	ПКР-19.1	Демонстрирует знания причин появления производственных дефектов и методов их предупреждения

25	ПКР-19.2	Участвует в разработке мероприятий по снижению уровня дефектности авиационной продукции
26	ПКР-21.1	Участвует в выполнении лабораторных испытаний авиационной техники, ресурсных испытаний отдельных элементов и узлов
27	ПКР-21.2	Участвует в проведении типовых испытаний авиационных воздушно-реактивных двигателей, узлов и агрегатов ЛА

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

Дисциплина Методы исследований и испытаний в авиаракетостроении является предшествующей и последующей для следующих дисциплин:

N	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
1	Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок	Итоговая гос. аттестация
2	Теория резания и режущий инструмент	Технология производства АД и ЭУ
3	Объекты промышленного производства	Преддипломная практика
4	Метрология, стандартизация и сертификация	

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость практики составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы), 108 часа(ов).

Модуль	Раздел	Лекции	Практич. занятия	Лаборат. работы	СРС	Всего часов	Всего с экзаменами и курсовыми
Методы исследований и испытаний в авиа-ракетостроении	Введение	2	0	0	2	4	108
	Структура и содержание этапов исследовательского процесса	2	0	0	4	6	
	Последовательность и план проведения эксперимента	2	4	0	8	14	
	Методы обработки и анализа экспериментальных данных.	2	4	0	20	26	
	Технологическое обеспечение научных исследований	2	0	0	4	6	

	Техника измерений физических параметров в экспериментальных исследований	4	4	0	10	18	
	Автоматизация исследований в авиа- и ракетостроении	2	2	0	18	22	
	Испытания авиационных двигателей	2	2	0	8	12	
Всего		18	16	0	74	108	108

3.1. Лекции

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем часов	Тема лекции
1	1.1.Введение	2	Введение Классификация методов, применяемых в научных исследованиях.
2	1.2.Структура и содержание этапов исследовательского процесса	2	Структура и содержание этапов исследовательского процесса
3	1.3.Последовательность и план проведения эксперимента	2	Планирование экспериментальных исследований
4	1.4.Методы обработки и анализа экспериментальных данных.	2	Методы обработки и анализа экспериментальных дан-ых.
5	1.5.Технологическое обеспечение научных исследований	2	Технологическое обеспече-ние научных исследований
6	1.6.Техника измерений физических параметров в экспериментальных исследований	2	Методы, техника и технология измерения физических величин в авиа- и ракетостроении
7	1.6.Техника измерений физических параметров в экспериментальных исследований	2	Методы разрушающего и неразрушающего контроля материалов, деталей, конструкций в авиа- и ракетостроении
8	1.7.Автоматизация исследований в авиа- и ракетостроении	2	Автоматизация исследований в авиа- и ракетостроении
9	1.8.Испытания авиационных двигателей	2	Испытания авиационных двигателей и агрегатов
Итого:		18	

3.2. Содержание лекций

1.1.1. Введение

Классификация методов, применяемых в научных исследованиях.

(АЗ: 2, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Научное исследование, его сущность и особенности.

Научно-исследовательский эксперимент, испытание отдельных узлов двигателя, доводочные и специальные испытания двигателей, сертификационные. сдаточные и серифные испытания.

1.2.1. Структура и содержание этапов исследовательского процесса (АЗ: 2, СРС: 4)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Гипотеза, литературный и патентный поиск, теоретические исследования, экспериментальные исследования, анализ результатов экспериментов.

1.3.1. Планирование экспериментальных исследований (АЗ: 2, СРС: 4)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Матрица планирования эксперимента Основные понятия планирования эксперимента

1.4.1. Методы обработки и анализа экспериментальных данных. (АЗ: 2, СРС: 4)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Задачи обработки и интерпретации данных Статистическое представление экспериментальных данных. Проверка данных и исключение ошибочных результатов Статистические гипотезы оценки адекватности. Критерии проверки некоторых гипотез. Оценка влияния и взаимосвязи факторов. Подбор эмпирических формул по виду экспериментальных графиков. Аппроксимация данных измерений

1.5.1. Технологическое обеспечение научных исследований (АЗ: 2, СРС: 4)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Подготовка экспериментальных исследований. Принципы регистрации данных наблюдений. Оценочные и измерительные шкалы. Измерительные системы

1.6.1. Методы, техника и технология измерения физических величин в авиационном и ракетостроении (АЗ: 2, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Физические величины и единицы их измерений. Основные физические величины, характеризующие функционирование двигателей летательных аппаратов: сила, давление, температура, скорость, плотность, химический состав и др. Физико-технические основы измерений. Принципы взаимодействия приборов и объектов измерений.
Техника и технология измерения физических величин. Измерение и контроль электрических величин. Измерение и контроль неэлектрических величин.

1.6.2. Методы разрушающего и неразрушающего контроля материалов, деталей, конструкций в авиа- и ракетостроении (АЗ: 2, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Механические испытания.
Испытания авиационных материалов. Испытания соединений.
Усталостные испытания конструкций. Испытания износостойкости поверхностей.
Неразрушающие испытания.
Классификация методов неразрушающего контроля. Методы неразрушающего контроля материалов, соединений и конструкций авиакосмической техники.

1.7.1. Автоматизация исследований в авиа- и ракетостроении (АЗ: 2, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Виды автоматизированных систем. Задачи автоматизации испытаний.
Ча-стичная автоматизация испы-таний. Комплексная автоматизация испыта-ний
Применение автоматизированных информационных и измерительных систем в аэрокосмическом производстве

1.8.1. Испытания авиационных двигателей и агрегатов (АЗ: 2, СРС: 6)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Виды и назначения испытаний ВРД
Типовые испытания ВРД
Испытательные станции и установки для испытания полноразмерных ВРД
Установки и методы испытания узлов и агрегатов ВРД

3.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем часов	Наименование практического занятия
1	1.3.Последовательность и план проведения эксперимента	4	Подготовка полнофакторного экспе-римента. Планирование при поиске оптимальных условий

2	1.4.Методы обработки и анализа экспериментальных данных.	4	Первичная статистическая обработка результатов экОднофакторный регрессионный анализ данных с использованием системы автоматизированных расчетов Stadia
3	1.6.Техника измерений физических параметров в экспериментальных исследований	4	Датчики физических величин. Классификация и основные характеристики измерительных преобразователей.
4	1.7.Автоматизация исследований в авиа- и ракетостроении	2	Изучение структуры системы автоматизированного испытания двигателей
5	1.8.Испытания авиационных двигателей	2	Приведение параметров двигателя к стандартным условиям
Итого:		16	

3.4. Содержание практических занятий

1.3.1. Подготовка полнофакторного эксперимента. Планирование при поиске оптимальных условий (АЗ: 4, СРС: 4)

Форма организации: Практическое занятие

1.4.1. Первичная статистическая обработка результатов экОднофакторный регрессионный анализ данных с использованием системы автоматизированных расчетов Stadia (АЗ: 4, СРС: 6)

Форма организации: Практическое занятие

1.6.1. Датчики физических величин. Классификация и основные характеристики измерительных преобразователей. (АЗ: 4, СРС: 6)

Форма организации: Практическое занятие

1.7.1. Изучение структуры системы автоматизированного испытания двигателей (АЗ: 2, СРС: 6)

Форма организации: Практическое занятие

1.8.1. Приведение параметров двигателя к стандартным условиям (АЗ: 2, СРС: 2)

Форма организации: Практическое занятие

3.5. Лабораторные работы

Не предусмотрено учебным планом.

3.6. Курсовые работы и проекты по дисциплине

3.7. Промежуточная аттестация

1. Зачет (9 семестр)

Прикрепленные файлы: Зачет (9 семестр).pdf, Вопросы методы исследования и испытания.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.

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	ДПК-3	Способность принимать участие в научно-исследовательских работах в качестве исполнителя, выполняя техническую работу с применением компьютерных технологий	<p>Владеть методами компьютерной обработки исследовательских данных</p> <p>Владеть компьютерными методами обработки экспериментальных данных</p> <p>Знать методы автоматизированной обработки научно-исследовательских данных</p> <p>Знать методы проведения научных исследований</p> <p>Знать программное обеспечение применяемое для обработки экспериментальных данных и подготовки отчетов</p> <p>Уметь обрабатывать научно-исследовательские данные с применением компьютерных технологий</p> <p>Применять умение технологического обеспечения испытания узлов и агрегатов ДЛА</p> <p>Семестр - 9</p>

2	ПКР-11	Способен ориентироваться в методике и организации проведения экспериментов, испытаний и диагностики, проводить обработку и анализ результатов с использованием автоматизированных систем регистрации	<p>Владеть навыками проведения диагностики режимов работы авиационных и ракетных двигателей и энергоустановок ЛА</p> <p>Владеть навыками разработки методик и организации проведения экспериментов и испытаний ДЛА</p> <p>Знать правила проведения диагностики режимов работы авиационных и ракетных двигателей и энергоустановок ЛА</p> <p>Знать порядок подготовки и проведения испытаний авиационных и ракетных двигателей и энергоустановок ЛА и их агрегатов</p> <p>Уметь проводить обработку и анализ результатов диагностики с использованием автоматизированных систем регистрации авиационных и ракетных двигателей, силовых и энергетических установок</p> <p>Уметь осуществлять подготовку и проведение испытаний авиационных и ракетных двигателей и энергоустановок ЛА и их агрегатов в составе коллектива</p> <p>Семестр - 9</p>
3	ПКР-12	Способен формулировать основные технические конструктивные и прочностные показатели, требования по ресурсу, уровню надежности, ремонтпригодности и эксплуатационной технологичности	<p>Владеть навыками расчетов и составления технической документации по согласованию характеристик силовых установок летательных аппаратов и ВРД</p> <p>Владеть методами диагностики для определения основных показателей по ресурсу, ремонтпригодности и эксплуатационной технологичности ДЛА</p> <p>Семестр - 9</p>

4	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>Разработка уточненных методик исследований и технических заданий на требуемое программное обеспечение, модели для экспериментальных работ, включая выбор средств метрологического обеспечения</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>Основные методологии исследований, используемых в аэрогазодинамике и процессов теплообмена в элементах конструкции, силовых установках и агрегатов ЛА</p> <p>Знать 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>Определять содержание экспериментальных и расчетных этапов в исследовании аэрогазодинамики и процессов теплообмена для элементов конструкции, силовых установках и агрегатов ЛА Семестр - 9</p>
---	--------	---	---

5	ПКР-18	<p>Готов к участию в организации экспериментальных исследований и тепловых испытаний элементов теплонапряженных конструкций 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>Владеть навыками организации проведения экспериментальных исследований теплового режима элементов конструкции силовых установок и агрегатов ЛА</p> <p>Знать способы формирования и систематизации этапов экспериментальных исследований теплового режима элементов конструкции силовых установок и агрегатов ЛА</p> <p>Уметь организовать своевременную техническую поддержку расчетных и экспериментальных исследований, проектных разработок элементов конструкции, силовых установок и агрегатов ЛА</p> <p>Уметь составлять схемы организации и плана экспериментальных исследований теплового режима элементов конструкции силовых установок и агрегатов ЛА Семестр - 9</p>
6	ПКР-19	<p>Способен к организации работ по повышению качества продукции авиастроительной отрасли</p>	<p>Уметь организовывать проведение исследований (проектных, технологических, технических) по снижению уровня дефектности авиационной продукции</p> <p>Уметь организовывать проведение исследований (проектных, технологических, технических) по снижению уровня дефектности авиационной продукции Семестр - 9</p>

7	ПКР-21	<p>Готов к выполнению испытаний авиационной техники, авиационных воздушно-реактивных двигателей</p>	<p>Владеть методами проведения ресурсных испытаний на совокупность переменных нагрузок, близких к эксплуатационным</p> <p>Знать понятие ресурса и виды ресурсные испытания отдельных частей и агрегатов авиационной техники</p> <p>Уметь настраивать испытательные стенды для выполнения ресурсных испытаний в соответствии с программой испытания</p> <p>Уметь проводить анализ технических характеристик испытываемого двигателя</p> <p>Уметь проводить измерения основных термодинамических параметров рабочего тела по газовоздушному тракту</p> <p>Уметь проводить Испытания по проверке систем двигателя и определению запасов работоспособности его при различных условиях эксплуатации</p> <p>Семестр - 9</p>
---	--------	---	---

Комплект типовых индивидуальных заданий

N	Раздел дисциплины	Объем, часов	Наименование типового задания
1	Методы обработки и анализа экспериментальных данных.	10	Расчетно-графическая работа Однофакторный регрессионный анализ данных с использованием системы автоматизированных расчетов Stadia
2	Автоматизация исследований в авиа- и ракетостроении	10	Расчетно-графическая работа Приведение параметров двигателя к стандартным условиям
Итого:		20	

Содержание типовых заданий

1.4.1. Расчетно-графическая работа

Однофакторный регрессионный анализ данных с использованием системы автоматизированных расчетов Stadia (СРС: 10)

Тематика: Регрессионный анализ с применением системы автоматизированных статистических расчетов Stadia

Тип: Расчетная работа

1.7.1. Расчетно-графическая работа

Приведение параметров двигателя к стандартным условиям (СРС: 10)

Тематика: Приведение экспериментально полученных параметров двигателя к стандартным условиям

Тип: Расчетная работа

Вопросы к промежуточной аттестации

"Методы исследований и испытаний в авиаракетостроении"

1. Зачет (9 семестр)

Прикрепленные файлы: Зачет (9 семестр).pdf, Вопросы методы исследования и испытывания.pdf

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

а) Основная литература:

- 1. Казаков, А.В. Планирование эксперимента и измерение физических величин : учеб. пособие / А.В. Казаков. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 89 с. (Электронный вариант - доступ сервер кафедры ТПАД)
- 2. Ершов В. И. Методология научных исследований в авиа- и ракетостроении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И. Круглов, В. И. Ершов, А. С. Чумадин и др. - М.: Логос, 2011. - 432 с
<http://www.znaniium.com/catalog.php?bookinfo=468969> (Электронный вариант - доступ сервер кафедры ТПАД)
- 3. Григорьев В.А. Испытания авиационных двигателей. М.:Машиностроение, 2009 г. – 504 с.. ил. (Электронный вариант - доступ сервер кафедры ТПАД)
- 4. Шкляр М.Ф. Основы научных исследований. Учебное пособие для бакалавров , М., Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2012г.,- 244 с. (Электронный вариант - доступ сервер кафедры ТПАД)
- 5. Н.Г.Бойко, Т.А.Устименко Теория и методы инженерного эксперимента. Курс лекция - Донецк, Дон НТГУ, 2009 г.. – 158 с (Электронный вариант - доступ сервер кафедры ТПАД)
- 6. В.А Ванин и др. Научные исследования в технологии машиностроения. Учебное пособие. Тамбов из-вл ТГТУ, 2009 г. – 232 с.с. (Электронный вариант - доступ сервер кафедры ТПАД) (Электронный вариант - доступ сервер кафедры ТПАД)
- 7. Григорьев В.А. Испытания авиационных двигателей. М.:Машиностроение, 2009 г. – 504 с.. ил. (Электронный вариант - доступ сервер кафедры ТПАД)
- 8. Григорьев В.А. Испытания и обеспечение надежности авиационных ГТД и энергетических установок [Электронный ресурс] : Краткий курс лекций / В.А. Григорьев;
Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (Нац. исслед. ун-т). - Самара, 2011. - 111с. : ил. - Библиогр.: с.108 (11 назв.).
<http://elibrary.mai.ru/MegaPro/Download/ToView/2775?idb=NewMAI2014>

б) Дополнительная литература:

1. Т.П.Абомелик Методология планирования эксперимента, Методические указания к лабораторным работам. Ульяновск., УлГТУ, 2011 г. – 38 с.
2. М.С.Кубланов Планирование экспериментов и обработка результатов измерений Пособие по изучению дисциплины. Выполнению лабораторных и расчетно-графических работ. М.:МГТУ ГА, 2005 г. - 32 с.
3. Ю.Б.Егорова и др. Обработка результатов экспериментов, Часть 2 Однофакторный регрессионный анализ на базе программы Snadia. Методические указания к выполнению лаб.работ. М.: Издательский центр МАТИ, 2005 г.12 с.
4. Ю.Б.Егорова и др. Обработка результатов экспериментов, Часть 1 Первичная статистическая обработка. Методические указания к выполнению лаб.работ. М.: Издательский центр МАТИ, 2005 г.12 с.
5. Ю.Б.Егорова и др. Обработка результатов экспериментов, Часть3 Первичная статистическая обработка (малые выборки). Методические указания к выполнению лаб.работ. М.: Издательский центр МАТИ, 2005 г.12 с.
6. Спиридонов А.А. Планирование экспериментов при исследовании технологических процессов. М.: Машиностроение, 1981 г. – 184 с.

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
"ZNANIUM.COM"	
Договор № 4855 эбс/027-1-3200-20 от 08.12.2020 с ООО "ЗНАНИУМ" С «18»12.2020 г. по «17»12.2021 г	http://znanium.com
Договор № эбс/027-1-3026-21 от 22.12.2021 с ООО "ЗНАНИУМ" С «15»12.2021 г. по «31»12.2022 г	https://znanium.com/
Договор № эбс/027-1-2586-22 от 07.12.2022 с ООО "ЗНАНИУМ" С «20»12.2022 г. по «31»12.2023 г	
ООО "Издательство Лань"	
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	

ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ"	
Электронная библиотечная система ЮРАЙТ. ЭБС "Легендарные книги"	http://biblio-online.ru , https://biblio-online.ru/catalog/legendary
Договор № 027-1-3191-20 от 04.12.2020г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО С «04»12.2020 г. по «03»12.2021	https://urait.ru/
Договор № 027-1-3194-20 от 04.12.2020г. с ООО "Электронное издательства ЮРАЙТ" С «04»12.2020 г. по «03»12.2021 г	https://urait.ru/
Договор № 027-1-3034-21 от 03.12.2021г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" С «04»12.2021 г. по «03»12.2022 г	https://urait.ru/
Договор № 150-1-3269-21 от 10.12.21 ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО	https://urait.ru/
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	
Электронная библиотека МАИ	
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)	https://elibrary.mai.ru/MegaPro/Web
Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России	
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	
Библиотека РФФИ	
Библиотека РФФИ	http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library
Единое окно доступа к образовательным ресурсам	
Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/
Polpred.com	
Polpred.com. Обзор СМИ	http://polpred.com
ООО "РУНЭБ"	
Договор № 027-1-3051-20 от 07.12.2020 с ООО "РУНЭБ" С «07»12.2020 г. по «06»12.2028	http://elibrary.ru
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	

ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукопт"	
Договор № РКТ-054/20/027-1-1129-20 от 30.05.2020 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукопт" С «01»06.2020 г. по «31»05.2021 г	http://text.rucont.ru/
Договор № 027-1-1235-21 от 01.06.2021 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукопт" С «01»06.2021 г. по «31»05.2022 г	https://text.rucont.ru/
Договор № 027-1-1467-22 от 09.06.2022 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукопт" С «01»06.2022 г. по «31»05.2023 г	https://text.rucont.ru/
ФГБУ "РГБ"	
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	http://нэб.рф
НП НЭИКОН	
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- https://apps.webofknowledge.com Scopus- http://scopus.com Elsevier- http://www.sciencedirect.com , http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct , https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections , https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections	http://archive.neicon.ru https://apps.webofknowledge.com http://scopus.com http://www.sciencedirect.com , http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct , https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections , https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections
	http://rd.springer.com , http://www.springerprotocols.com

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

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

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:

1. Программа статистических расчетов STADIA 8/0
2. САПР математических расчетов MathCad 14
3. Программа разработки виртуальных инструментов LabView

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Ноутбук Sony Vaio;
Проектор BenQ MP;
настенный экран;
стол и стулья для преподавателя;
комплект аудиторный 3-х местный;
Вибродинамический стенд ВЭЦ-100;
Вибродинамический стенд прочностных испытаний лопастей

Приложение 1

к рабочей программе дисциплины
«Методы исследований и испытаний в авиаракетостроении»

Аннотация рабочей программы

Дисциплина "Методы исследований и испытаний в авиаракетостроении" является частью "Блока 1 Дисциплины" дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 24.03.05 "Двигатели летательных аппаратов". Дисциплина реализуется на "Московского авиационный институт (национальный исследовательский университет)" кафедрой (кафедрами) .

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ДПК-3, ПКР-11, ПКР-12 , ПКР-15, ПКР-18, ПКР-19, ПКР-21.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с: основными методами испытания узлов авиационных двигателей, с проектированием технологических процессов испытания авиационных двигателей, изучение оборудования, применяемого в современном двигателестроении, освоение основных типов испытаний применяемых при изготовлении авиационных двигателей.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: промежуточная аттестация в форме Зачет (9 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (18 часов), практические (16 часов) занятия и (74 часов) самостоятельной работы студента.