

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 (000227132)

САПР ДЛЯ

(указывается наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки	Двигатели летательных аппаратов
Квалификация выпускника	Бакалавр
Профиль подготовки	Технология производства авиационных ГТД
Форма обучения	очная
	(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
6	4	144	16	24	24	44	36	Э
Итого	4	144	16	24	24	44	36	

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 САПР ДЛА является достижение следующих результатов освоения(РО):

N	Шифр	Результат обучения
1	В-1(ДПК-1.1)	Владеть методами 3-D моделирование, численного расчета и анализа конструкционной прочности деталей авиационных двигателей
2	В-1(ДПК-1.2)	Владеть методами ассоциативного параметрического 3D моделирования
3	В-1(ДПК-10.2)	Владеть принципами алгоритмизации и программирования для решения прикладных инженерных задач
4	В-1(ПКР-9.1)	Владеть навыками численного моделирования конструкций авиационных и ракетных двигателей, силовых и энергетических установок
5	В-2(ПКР-10.2)	Владеть навыками выполнения всех видов проектировочных расчётов с использованием современных компьютерных технологий
6	В-2(ПКР-9.2)	Владеть навыками расчёта и анализа конструкционной прочности и деформаций узлов и деталей авиационных двигателей
7	3-1(ДПК 1.3)	Знать принципы вариативного конструкторско-технологического моделирования твердотельных конструкций
8	3-1(ДПК-1.1)	Знать основы 3-D моделирования, численного расчета и анализа конструкционной прочности деталей авиационных двигателей
9	3-1(ДПК-1.2)	Знать методы ассоциативного параметрического 3D моделирования
10	3-1(ДПК-10.1)	Знать особенности языков программирование и их различие
11	3-1(ДПК-10.2)	Знать принципы документооборота, его основные этапы, правила систематизации, регистрации. контроля и хранения деловой и технической документации
12	3-1(ДПК-7.2)	Знать принципы автоматизированного проектирования (САПР) технологические процессы как составную часть жизненного изделий ДЛА
13	3-1(ПКР-9.1)	Знать методы численного исследования конструкций авиационных двигателей, их узлов и элементов.
14	3-2(ПКР-10.2)	Знать методы выполнения численного и 3-D моделирования, расчёта и анализа конструкционной прочности
15	У-1(ДПК- 1.3)	Уметь применять принципы оптимизации автоматизированного конструкторско-технологического проектирования
16	У-1(ДПК-1.1)	Уметь выполнять 3-D моделирование, численный расчет и анализ конструкционной прочности деталей авиационных двигателей

17	У-1(ДПК-1.2)	Уметь создавать параметрические 3D модели элементов двигателей ДЛА
18	У-1(ДПК-10.1)	Уметь составлять программы для решения прикладных инженерных задач
19	У-1(ПКР-9.1)	Уметь разрабатывать и применять методики численного моделирования конструкционной прочности, вибрационных свойств, и деформаций в авиационных и ракетных двигателях, силовых и энергетических установках.
20	У-2(ПКР-13.2)	Уметь разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию ГТД, оформлять законченные проектно-конструкторские работы
21	У-2(ПКР-9.2)	Уметь производить анализ конструкционной прочности узлов и деталей, возникающих в процессе работы авиационных двигателей

Перечисленные РО являются основой для формирования следующих компетенций:

N	Шифр	Компетенция
1	ДПК-1	Способность выполнять 3-D моделирования, численный расчёт и анализ конструкционной прочности и деталей авиационных двигателей
2	ДПК-7	Способность разрабатывать с использованием пакетов систем автоматизированного проектирования (САПР) технологические процессы как составную часть жизненного изделий ДЛА
3	ПКР-9	Способен выполнять численное моделирования, расчёт и анализ конструкционной прочности и деформаций узлов и деталей, возникающих в процессе работы авиационных двигателей
4	ПКР-10	Способен составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий с использованием современных компьютерных технологий
5	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
6	ДПК-10	Способность применять методы алгоритмизации и программирования для решения прикладных инженерных задач, анализа информации и моделирования

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

N	Шифр	Индикатор компетенций
1	ДПК-1.1	Выполняет проектирование конструкций деталей и узлов ДЛА в идеологии вариативного конструкторско-технологического моделирования с использованием средств CAD/CAM/CAE
2	ДПК-1.2	Использует средства автоматизации современных CAD/CAM/CAE- систем для конструкторско-технологического проектирования

3	ДПК-1.3	Обладает знаниями принципов вариативного конструкторско- технологического моделирования твердотельных конструкций
4	ДПК-10.1	Использует приемы алгоритмизации и программирования для решения прикладных инженерных задач
5	ДПК-10.2	Обладает знаниями приемов алгоритмизации, прикладного программирования и документирования решений инженерных задач
6	ДПК-7.2	Обладает знаниями принципов автоматизированного проектирования технологических процессов с использованием CAD\CAM\PDM систем
7	ПКР-10.2	Формулирует основные технические конструктивные показатели проектируемых изделий
8	ПКР-13.2	Демонстрирует знания методов и способов проектирования и конструирования деталей и узлов ГТД
9	ПКР-9.1	Подготовлен применять методики численного моделирования
10	ПКР-9.2	Производит расчёты и анализ конструкционной прочности и деформаций узлов и деталей авиационных двигателей
11	ПКР-10.2	Формулирует основные технические конструктивные показатели проектируемых изделий
12	ПКР-13.2	Демонстрирует знания методов и способов проектирования и конструирования деталей и узлов ГТД
13	ПКР-9.1	Подготовлен применять методики численного моделирования
14	ПКР-9.2	Производит расчёты и анализ конструкционной прочности и деформаций узлов и деталей авиационных двигателей

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

Дисциплина САПР ДЛА является предшествующей и последующей для следующих дисциплин:

N	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
1	Метрология, стандартизация и сертификация	Итоговая гос. аттестация
2		Производственная практика
3		Автоматизированные системы проектирования технологических процессов (PLM-технологии в производстве ДЛА)
4		Преддипломная практика
5		Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок 2
6		Технологическая оснастка

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость практики составляет 4 зачетных(ые) единицы(ы), 144 часа(ов).

Модуль	Раздел	Лекции	Практич. занятия	Лаборат. работы	СРС	Всего часов	Всего с экзаменами и курсовыми
САПР ДЛА	Введение	2	0	0	1	3	144
	Структура процесса проектирования	2	2	0	2	6	
	Классификация и раз-новидности САПР	2	2	0	6	10	
	Виды обеспечения САПР ДЛА	2	2	4	4	12	
	Автоматизированное структурно-параметрическое проектирование	2	0	0	1	3	
	Методы оптимизации конструкций ДЛА	2	0	0	1	3	
	Методы анализа конструкций	2	2	8	8	20	
	Автоматизированное проектирование элементов конструкции ДЛА в прикладных программах	2	16	12	21	51	
Всего		16	24	24	44	108	144

3.1. Лекции

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем часов	Тема лекции
1	1.1.Введение	2	Введение
2	1.2.Структура процесса проектирования	2	Структура процесса проекти-рования. Понятие о CALS технологиях.
3	1.3.Классификация и раз-новидности САПР	2	Классификация и раз-новидности САПР
4	1.4.Виды обеспечения САПР ДЛА	2	Виды обеспечения САПР ДЛА
5	1.5.Автоматизированное структурно-параметрическое проектирование	2	Автоматизированное структурно-параметрическое проектирование

6	1.6.Методы оптимизации конструкций ДЛА	2	Методы оптимизации конструкций
7	1.7.Методы анализа конструкций	2	Методы анализа элементов конструкций ДЛА
8	1.8.Автоматизированное проектирование элементов конструкции ДЛА в прикладных программах	2	Автоматизированное проектирование элементов конструкции ДЛА в прикладных программах
Итого:		16	

3.2. Содержание лекций

1.1.1. Введение (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Общие положения. Объекты и аспекты автоматизированного проектирования двигателей летательных аппаратов. Назначение и цели автоматизированного проектирования. Эффективность действующих систем автоматизированного проектирования. Определение САПР

1.2.1. Структура процесса проектирования. Понятие о CALS технологиях. (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Структура процесса проектирования. Иерархическая структура проектных спецификаций и иерархические уровни проектирования. Этапы жизненного цикла изделий. Понятие о CALS технологиях.

1.3.1. Классификация и разновидности САПР (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Классификация и разновидности САПР. Классификация по ГОСТ. Классификация по применимости, по уровню автоматизации, по программным возможностям, по возможности расширения, по техническим характеристикам, по экономическим характеристикам и т.д.
Требования к САПР

1.4.1. Виды обеспечения САПР ДЛА (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Виды обеспечения САПР. Математическое обеспечение, программное обеспечение, информационное, лингвистическое, техническое обеспечение, методическое. Структура и требования к техническому обеспечению.

1.5.1. Автоматизированное структурно-параметрическое проектирование (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Этапы проектирования с использованием ЭВМ.
Структурно-параметрическое алгоритмическое проектирование.
Постановка задачи параметрического синтеза. Обобщенная схема структурно-параметрического синтеза.
Постановка задачи структурного синтеза. Типовые процессы структурного синтеза в САПР ДЛА. Методы структурного синтеза.

1.6.1. Методы оптимизации конструкций (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Критерии оптимальности ДЛА
Обзор методов оптимального проектирования ДЛА. Классификация методов оптимизации. Регулярные методы оптимизации.
Определения экстремума дифференцируемой функции. Симплекс метод. Прямые методы. Методы полного перебора, покоординатного спуска (Гауса-Зейделя). Метод градиента. Поиск максимума целевой функции методом дихотомии. Метод золотого сечения. Методы оптимизации полиномиальных целевых функций.

1.7.1. Методы анализа элементов конструкций ДЛА (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Метод конечных элементов при проектировании элементов ДЛА.
МКЭ в программах анализа механической прочности элементов ДЛА и теплового анализа.

1.8.1. Автоматизированное проектирование элементов конструкции ДЛА в прикладных программах (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Проектирование элементов конструкции ДЛА с использованием пакета T-flex. Построение двумерных моделей, элементы обогащения чертежа, построение трехмерных моделей, построение сборок. Автоматизированное построение сборочных чертежей.

3.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем часов	Наименование практического занятия
1	1.2. Структура процесса проектирования	2	Изучение CALS и опыта их применения на предприятиях
2	1.3. Классификация и разновидности САПР	2	Изучение возможностей различных САПР с использованием поиска в интернет
3	1.4. Виды обеспечения САПР ДЛА	2	Изучение средств обеспечения САПР

4	1.7.Методы анализа конструкций	2	Методы анализа конструкций
5	1.8.Автоматизированное проектирование элементов конструкции ДЛА в прикладных программах	4	Автоматизированное построение графических параметрических двух мерных изображений в САД системе T-flex 2D
6	1.8.Автоматизированное проектирование элементов конструкции ДЛА в прикладных программах	4	Автоматизированная сборка графических трех мерных элементов и узлов ДЛА в САД системе T-flex 3D
7	1.8.Автоматизированное проектирование элементов конструкции ДЛА в прикладных программах	4	Построение рабочих чертежей детали по трехмерной модели в САД системе T-flex 3D.
8	1.8.Автоматизированное проектирование элементов конструкции ДЛА в прикладных программах	4	Автоматизированная подготовка спецификаций сбороч-ных чертежей в САД систе-ме T-flex 3D.
Итого:		24	

3.4. Содержание практических занятий

1.2.1. Изучение CALS и опыта их при-менения на предприятиях (АЗ: 2, СРС: 1)

Форма организации: Практическое занятие

Описание: Изучение CALS и опыта их при-менения на предприятиях

1.3.1. Изучение возможностей различ-ных САПР с использованием поиска в интернет (АЗ: 2, СРС: 1)

Форма организации: Практическое занятие

1.4.1. Изучение средств обеспечения САПР (АЗ: 2, СРС: 1)

Форма организации: Практическое занятие

Описание: Изучение технического состава САПР, программных пакетов, их интерфейсов.

1.7.1. Методы анализа конструкций (АЗ: 2, СРС: 1)

Форма организации: Практическое занятие

Описание: Изучение применения МКЭ для прочностного анализа в среде T-flex
Анализ

1.8.2. Автоматизированное построение графических параметрических двух мерных изображений в САД системе T-flex 2D (АЗ: 4, СРС: 2)

Форма организации: Практическое занятие

1.8.4. Автоматизированная сборка графических трех мерных элементов и узлов ДЛА в САД системе T-flex 3D (АЗ: 4, СРС: 2)

Форма организации: Практическое занятие

1.8.5. Построение рабочих чертежей детали по трехмерной модели в CAD системе T-flex 3D. (АЗ: 4, СРС: 2)

Форма организации: Практическое занятие

1.8.6. Автоматизированная подготовка спецификаций сбороч-ных чертежей в CAD систе-ме T-flex 3D. (АЗ: 4, СРС: 2)

Форма организации: Практическое занятие

3.5. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем часов	Наименование лабораторной работы	Наименование лаборатории
1	1.4.Виды обеспечения САПР ДЛА	4	Создание параметрических элементов библиотеки	Автоматизироанн ые системы проектирования
2	1.7.Методы анализа конструкций	4	Прочнорстной анализ конструкции в САЕ системе T-flex	Автоматизирован ные системы проектироывания
3	1.7.Методы анализа конструкций	4	Расчет температурного состояния деталей двигателей летательных аппаратов	Автоматизирова нные системы проектирования
4	1.8.Автоматизированное проектирование элементов конструкции ДЛА в прикладных программах	4	Автоматизированное построение параметрических графических трех мерных изображений в CAD системе T-flex 3D .	Атоматизированн ые системы проектирования
5	1.8.Автоматизированное проектирование элементов конструкции ДЛА в прикладных программах	4	Построение рабочих чертежей детали по трехмерной модели в CAD системе T-flex 3D с элементами обогащения чертежа	Автоматизирован ные системы проектирования
6	1.8.Автоматизированное проектирование элементов конструкции ДЛА в прикладных программах	4	Автоматизированная разработка сбороч-ных чертежей в CAD систе-ме T-flex 3D со спецификацией	Автоматизирован ные системы проектирования
Итого:		24		

3.6.Содержание лабораторных работ

1.4.1. Создание параметрических элементов библиотеки (АЗ: 4, СРС: 2)

Форма организации: Лабораторная работа

Описание: Разработка параметрических элементов прикладной библиотеки в системе T-flex

1.7.1. Прочнорстной анализ конструкции в САЕ системе T-flex (АЗ: 4, СРС: 2)

Форма организации: Лабораторная работа

Описание: Изучение метода конечных элементов применительно к прочностному анализу конструкций ДЛА на примере модуля анализа САЕ системы САПР T-flex

1.7.2. Расчет температурного состояния деталей двигателей летательных аппаратов (АЗ: 4, СРС: 2)

Форма организации: Лабораторная работа

Описание: Расчет температурного поля деталей двигателей летательных аппаратов на примере модуля анализа САЕ системы САПР T-flex

1.8.1. Автоматизированное построение параметрических графических трех мерных изображений в САД системе T-flex 3D . (АЗ: 4, СРС: 2)

Форма организации: Лабораторная работа

1.8.1. Построение рабочих чертежей детали по трехмерной модели в САД системе T-flex 3D с элементами обогащения чертежа (АЗ: 4, СРС: 2)

Форма организации: Лабораторная работа

Описание: Построение рабочего чертежа детали по трехмерной модели с необходимым количеством проекции и элементами обогащения чертежа в САПР T-flex

1.8.2. Автоматизированная разработка сборочных чертежей в САД системе T-flex 3D со спецификацией (АЗ: 4, СРС: 2)

Форма организации: Лабораторная работа

Описание: Разработка сборочного чертежа проекта с элементами обогащения чертежа. необходимыми сечениями. разрезами и проекциями.

3.7. Курсовые работы и проекты по дисциплине

3.8. Промежуточная аттестация

1. Экзамен (6 семестр)

Прикрепленные файлы: Экзамен (6 семестр).pdf

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

1. Учебная версия CAD/CAE/CAM/PLM система T-flex
2. Руководства пользователя CAD/CAE/CAM/PLM система T-flex 2D 3D
3. Видеоуроки по темам дисциплины
4. Комплекты заданий
 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:

№	Раздел дисциплины	Вопросы для самостоятельной работы
1	Классификация и раз-новидности САПР	Изучение технического состава САПР, программных пакетов, их интерфейсов.
2	Автоматизированное структурно-параметрическое проектирование	Построение структурно-параметрических моделей в MathCad
3	Методы анализа конструкций	Прочностные расчеты в T-flex анализ
4	Методы анализа конструкций	Тепловые расчеты в T-flex анализ
5	Автоматизированное проектирование элементов конструкции ДЛА в прикладных программах	Автоматизированное построение графических двух мерных изображений в CAD системе T-flex 2D
6	Автоматизированное проектирование элементов конструкции ДЛА в прикладных программах	Автоматизированное построение параметрических графических двух мерных изображений в CAD системе T-flex 2D.
7	Автоматизированное проектирование элементов конструкции ДЛА в прикладных программах	Автоматизированное построение графических трех мерных изображений в CAD системе T-flex 3D.
8	Автоматизированное проектирование элементов конструкции ДЛА в прикладных программах	Автоматизированное построение параметрических графических трех мерных изображений в CAD системе T-flex 3D.
9	Автоматизированное проектирование элементов конструкции ДЛА в прикладных программах	.Автоматизированное построение графических трех мерных сборочных чертежей элементов и узлов ДЛА в CAD системе T-flex 3D
10	Автоматизированное проектирование элементов конструкции ДЛА в прикладных программах	Построение рабочих чертежей детали по трехмерной модели в CAD системе T-flex 3D

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-1	Способность выполнять 3-D моделирование, численный расчёт и анализ конструкционной прочности и деталей авиационных двигателей	<p>Владеть методами 3-D моделирование, численного расчета и анализа конструкционной прочности деталей авиационных двигателей</p> <p>Владеть методами ассоциативного параметрического 3D моделирования</p> <p>Знать принципы вариативного конструкторско- технологического моделирования твердотельных конструкций</p> <p>Знать основы 3-D моделирования, численного расчета и анализа конструкционной прочности деталей авиационных двигателей</p> <p>Знать методы ассоциативного параметрического 3D моделирования</p> <p>Уметь применять принципы оптимизации автоматизированного конструкторско-технологического проектирования</p> <p>Уметь выполнять 3-D моделирование, численный расчет и анализ конструкционной прочности деталей авиационных двигателей</p> <p>Уметь создавать параметрические 3D модели элементов двигателей ДЛА</p> <p>Семестр - 6</p>
2	ДПК-7	Способность разрабатывать с использованием пакетов систем автоматизированного проектирования (САПР) технологические процессы как составную часть жизненного изделий ДЛА	<p>Знать принципы автоматизированного проектирования (САПР)</p> <p>технологические процессы как составную часть жизненного изделий ДЛА</p> <p>Семестр - 6</p>

3	ПКР-9	Способен выполнять численное моделирование, расчёт и анализ конструкционной прочности и деформаций узлов и деталей, возникающих в процессе работы авиационных двигателей	Владеть навыками численного моделирования конструкций авиационных и ракетных двигателей, силовых и энергетических установок Владеть навыками расчёта и анализа конструкционной прочности и деформаций узлов и деталей авиационных двигателей Знать методы численного исследования конструкций авиационных двигателей, их узлов и элементов. Уметь разрабатывать и применять методики численного моделирования конструкционной прочности, вибрационных свойств, и деформаций в авиационных и ракетных двигателях, силовых и энергетических установках. Уметь производить анализ конструкционной прочности узлов и деталей, возникающих в процессе работы авиационных двигателей Семестр - 6
4	ПКР-10	Способен составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий с использованием современных компьютерных технологий	Владеть навыками выполнения всех видов проектировочных расчётов с использованием современных компьютерных технологий Знать методы выполнения численного и 3-D моделирования, расчёта и анализа конструкционной прочности Семестр - 6
5	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	Уметь разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию ГТД, оформлять законченные проектно-конструкторские работы Семестр - 6
6	ДПК-10	Способность применять методы алгоритмизации и программирования для решения прикладных инженерных задач, анализа информации и моделирования	Владеть принципами алгоритмизации и программирования для решения прикладных инженерных задач Знать особенности языков программирования и их различие Знать принципы документооборота, его основные этапы, правила систематизации, регистрации, контроля и хранения деловой и технической документации Уметь составлять программы для решения прикладных инженерных задач Семестр - 6

Комплект типовых индивидуальных заданий

N	Раздел дисциплины	Объем, часов	Наименование типового задания
1	Классификация и раз-новидности САПР	4	Изучение возможностей САПР T-flex с использованием поиска в интернет
2	Методы анализа конструкций	1	Расчет прочностных характеристик деталей ДЛА МКЭ
3	Методы анализа конструкций	1	Расчет тепловых характеристик деталей ДЛА МКЭ
4	Автоматизированное проектирование элементов конструкции ДЛА в прикладных программах	1	Разработать 2D параметрическую модель чертежа детали
5	Автоматизированное проектирование элементов конструкции ДЛА в прикладных программах	1	Разработать 3D модель детали средствами
6	Автоматизированное проектирование элементов конструкции ДЛА в прикладных программах	1	Автоматизированное по-строение графических трех мерных сборочных чертежей элементов и узлов ДЛА в CAD системе T-flex 3D
7	Автоматизированное проектирование элементов конструкции ДЛА в прикладных программах	1	Построение рабочих чертежей детали по трехмерной модели в CAD системе T-flex 3D.
8	Автоматизированное проектирование элементов конструкции ДЛА в прикладных программах	2	Автоматизированная подго-товка спецификаций сбороч-ных чертежей в CAD систе-ме T-flex 3D.
Итого:		12	

Содержание типовых заданий

1.3.1. Изучение возможностей САПР T-flex с использованием поиска в интернет (СРС: 4)

Тематика: Изучение возможностей различ-ных САПР с использованием по-иска в интернет

Тип: Домашнее задание

Прикрепленные файлы:

Изучение возможностей САПР _интернет.pdf

1.7.1. Расчет прочностных характеристик деталей ДЛА МКЭ (СРС: 1)

Тематика: Расчет прочностных характеристик деталей ДЛА МКЭ средствами T-flex Экспресс анализ

Тип: Домашнее задание

1.7.2. Расчет тепловых характеристик деталей ДЛА МКЭ (СРС: 1)

Тематика: Расчет тепловых характеристик деталей ДЛА МКЭ средствами T-flex
Экспресс анализ

Тип: Домашнее задание

1.8.1. Разработать 2D параметрическую модель чертежа детали (СРС: 1)

Тематика: Построение 2D параметрической модели средствами T-flex CAD 2D/

Тип: Домашнее задание

1.8.2. Разработать 3D модель детали средствами (СРС: 1)

Тематика: Разработать 3D модель детали средствами T-flex 3D

Тип: Домашнее задание

1.8.3. Автоматизированное построение графических трехмерных сборочных чертежей элементов и узлов ДЛА в САД системе T-flex 3D (СРС: 1)

Тематика:

Тип: Домашнее задание

1.8.4. Построение рабочих чертежей детали по трехмерной модели в САД системе T-flex 3D. (СРС: 1)

Тематика:

Тип: Домашнее задание

1.8.5. Автоматизированная подготовка спецификаций сборочных чертежей в САД системе T-flex 3D. (СРС: 2)

Тематика:

Тип: Домашнее задание

**Вопросы к промежуточной аттестации
"САПР ДЛА"**

1. Экзамен (6 семестр)

Прикрепленные файлы: Экзамен (6 семестр).pdf

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

а) Основная литература:

- 1. "Т-flex трехмерное моделирование" АО Топсистема - трехмерное моделирование -2006. Руководство пользователя. Электронный вариант.
- 2. Информационная поддержка жизненного цикла изделий машиностроения: принципы, системы и технологии CALS/ИППИ: учеб пособие для студ. высш. учеб. заведений / [А.Н Ковшов, Ю.Ф. Назаров, И.М. Ибрагимов, А.Д. Никифоров]. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 304 с.
- Кондаков А.И. САПР технологических процессов: учебник для студ. высш. учеб. заведений / А.И. Кондаков. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 272 с.
- 3. Яманин А.И., Голубев Ю.В., Жаров А.В., Шилов С.М., Павлов А.А. Компьютерно-информационные технологии в двигателестроении: Учебное пособие. - М.: Ма-шиностроение, 2005. 480с
- 4. Кондаков А.И. САПР технологических процессов: учебник для студ. высш. учеб. заведений / А.И. Кондаков. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 272 с

Литература из электронного каталога:

- Голубев Ю.В., Жаров А.В. , и др., Яманин А.И. Компьютерно-информационные технологии в двигателестроении Учеб.пособие для вузов по напр.140500 "Энергомашиностроение"и спец.140501"Двигатели внутреннего сгорания". Машиностроение, 2005. - 479 с.

б) Дополнительная литература:

- 1. Основы автоматизированного проектирования двигателей летательных аппаратов ред. Д.В.Хронин, М.: Машиностроение, 1984г., - 184 с.
- 2. И.П.Норенков Основы автоматизированного проектирования, М.: изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002г. – 336 с.
- 3. Некрасов Е.Н. , Компьютерные технологии в машиностроении, Одесса, Наука и техника, 2005г.,- 164 с.
- 4. С.И Пестрецов CALS технологии в машиностроении: Основы работы в CAD/CAE системах. Тамбов Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. – 104 с.
- 4. В.Г.Елисеев и др. Автоматизация проектирования в программном комплексе T-Flex. М., НИЯУ МИФИ, 2010 г. – 148 с.
- 5. Черепашков А.А., Носов Н.В. Компьютерные технологии, моделирование и авто-матизированные системы в машиностроении. Волгоград. Инфолио, 2009 г. – 640с
- 6. Корячко В.П. и др. Теоретические основы САПР: Учебник для вузов В.П.Корячко, В.М.Курейчик, И.П.Норенков.-М.: Энергоатомиздат, 1987.- 400 с.
- 7. Банди Б. Методы оптимизации. Вводный курс: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1988. – 128 с.
- 8. Набор презентаций форум «CALS технологии в авиационной промышленности» МАТИ, 2010 г.
- 9. С.В.Протасов, С.В. Максимов T-flex CAD Начальный курс. Северодвинск , 2011 г – 215 с.
- 10. Яманин А.И., Голубев Ю.В., Жаров А.В., Шилов С.М., Павлов А.А. Компьютерно-информационные технологии в двигателестроении: Учебное пособие. - М.: Ма-шиностроение, 2005. 480с., ил.
- 11. Бутко А.О. Основы моделирования в САПР NX : учеб. пособие для вузов по направлению подготовки 09.03.01(230100) "Информатика и вычислит. техника" / А.О. Бутко, В.А. Прудников, Г.А. Цырков; МАТИ - Рос. гос. технол. ун-т им. К.Э.Циолковского. - 2-е изд. - М. : ИНФРА-М, 2016. - 198 с.
http://elibrary.mai.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=58064&idb=0

**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 "Рукоонт"	
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	http://text.rucont.ru/
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	https://text.rucont.ru/
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	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 American Chemical Society (ACS)- https://www.acs.org/content/acs/en.html American Institute of Physics (AIP)- https://www.scitation.org/ American Physical Society- https://journals.aps.org/about EBSCO Publishing (База CASC)- http://search.ebscohost.com Cambridge University Press (CUP)- https://www.cambridge.org/core IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers , Inc.)- https://ieeexplore.ieee.org INSPEC компании EBSCO- INSPEC Institute of Physics (IOP) издательства IOP Publishing- https://iopscience.iop.org/ MathSciNet American Mathematical Society- https://www.ams.org/home/page Optical Society of America (OSA)- https://www.osapublishing.org/about.cfm Oxford University Press- https://academic.oup.com/journals/ ProQuest Dissertations & Theses Global- https://search.proquest.com/index ORBIT Intelligence - база данных QUESTEL- https://www.orbit.com/ SAGE Publication- https://journals.sagepub.com/ Annual Reviews Science Collection (AR)- https://www.annualreviews.org JSTOR- www.jstor.org Wiley. John Wiley & Sons.- https://onlinelibrary.wiley.com/</p> <p>Национальная подписка на 2022 г с РФФИ Государственного задания</p>	<p>http://zbMATH.org https://www.acs.org/content/acs/en.html https://www.scitation.org/ https://journals.aps.org/about http://search.ebscohost.com https://www.cambridge.org/core https://ieeexplore.ieee.org https://iopscience.iop.org/ https://www.ams.org/home/page https://www.osapublishing.org/about.cfm https://academic.oup.com/journals/ https://search.proquest.com/index https://www.orbit.com/ https://journals.sagepub.com/ https://www.annualreviews.org www.jstor.org https://onlinelibrary.wiley.com</p>
<p>Springer Nature: 1. eBoock Collection: журналы, книги - https://link.springer.com 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 https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html https://ar.cnki.net/ACADREF 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. CAD/CAE/CAM/PLM система T-flex CAD 2D
2. CAD/CAE/CAM/PLM система T-flex CAD 3D
3. CAD/CAE/CAM/PLM система T-flex CAD Анализ

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

доска аудиторная ;
стол и стул для преподавателя;
компьютерный стол;
стул для обучающегося;
настенный экран;
мультимедиа проектор;
ноутбук ;
Специализированный компьютерный класс

Аннотация рабочей программы

Дисциплина "САПР ДЛА" 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-1, ДПК-7, ПКР-9, ПКР-10, ПКР-13, ДПК-10.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с: автоматизированным проектированием деталей и узлов двигателей летательных аппаратов, а также автоматизацией расчетов элементов ДЛА и их оптимизацией. Данная дисциплина формирует будущую производственно-конструкторскую деятельность инженера в области совершенствования и оптимизации современных конструкций ДЛА, узлов авиационных двигателей и агрегатов.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: промежуточная аттестация в форме Экзамен (6 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (16 часов), практические (24 часов), лабораторные (24 часов) занятия и (44 часов) самостоятельной работы студента.