Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра летательных аппаратов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.5 Системы автоматизированного проектирования в ракетостроении»

Уровень высшего образования

МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки

24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика

(код и наименование направления подготовки)

Проектирование и производство летательных аппаратов

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Год набора 2025

2217976

2217976

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.В.5 Системы автоматизированного проектирования в ракетостроении*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра летательных аппаратов
наименование кафедры

протокол № 7 от "07" февраля 2024 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра летательных аппаратов _____ А.Д. Припадчев
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
Доцент кафедры летательных аппаратов _____ И.С. Калинина
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика _____ А.Д. Припадчев
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Научный руководитель магистерской программы _____ А.Д. Припадчев
личная подпись *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
Главн. библиограф _____ С.А. Биктимирова
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству от АКИ
_____ А.М. Черноусова
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Калинина И.С., 2025
© ОГУ, 2025

2

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

формирование знаний по различным аспектам и видам обеспечения систем автоматизированного проектирования (САПР), по процедурам синтеза и анализа проектных решений; ознакомление с методиками концептуального проектирования сложных систем и вопросами интеграции САПР с автоматизированными системами управления и делопроизводства

Задачи:

- формирование представлений и знаний о процессе проектирования технических объектов и структуре систем автоматизированного проектирования;
- изучение устройств и систем технического обеспечения САПР, освоение принципов построения локальных и корпоративных вычислительных сетей, протоколов и характеристик каналов передачи данных;
- изучение математических моделей и методов, используемых для анализа проектных решений на различных иерархических уровнях: от численных методов решения дифференциальных уравнений до имитационного моделирования систем массового обслуживания;
- изучение методов параметрического и структурного синтеза проектных решений с использованием критериев оптимальности и методов математического программирования;
- освоение методов автоматизации конструкторской и технологической подготовки производства деталей летательных аппаратов с применением интегрированной системы автоматизированного проектирования**.**

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.5 Современные проблемы ракетостроения*

Постреквизиты дисциплины: *ФДТ.1 Комплексная автоматизация конструкторской подготовки производства, ФДТ.2 Комплексная автоматизация технологической подготовки производства*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-3 Способен принимать участие в фундаментальных и прикладных исследованиях по решению проблем, возникающих при проектировании и опытно-конструкторских разработках	ПК*-3-В-1 Знать нормативные документы по проведению научных исследований ПК*-3-В-2 Уметь грамотно составлять отчеты по научным исследованиям возникающих при проектировании и опытно-конструкторских разработках ПК*-3-В-3 Владеть навыками работы с интерактивными библиографическими базами данных, реферативными и электронными ресурсами	**Знать:** - состав и модульную структуру интегрированных САПР типа CAD/CAM/CAE, назначение отдельных модулей, решаемые задачи проектирования; - методологию компьютерного сопровождения производства технических объектов: от проектирования твердотельных моделей деталей и сборочных единиц к разработке

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		технологических процессов и управляющих программ для технологического оборудования с ЧПУ с автоматизированным оформлением конструкторской и технологической документации и управлением документооборотом. **Уметь:** - применять современные системы автоматизированного проектирования (САПР), в том числе: - пакеты прикладных программ конечно-элементного анализа; - пакеты программ для создания электронных геометрических моделей; - пакеты прикладных программ для обработки экспериментальных данных. **Владеть:** - навыками разработки твердотельных моделей проектируемых изделий с использованием САПР; - навыками использования библиотек стандартных деталей, фрагментов и конструкционных материалов, входящих в состав САПР.
ПК*-6 Способен и готов применить на практике алгоритмические языки, умеет разрабатывать и отлаживать программы	ПК*-6-В-1 Знать алгоритмические языки ПК*-6-В-2 Уметь применять на практике алгоритмические языки ПК*-6-В-3 Владеть отладкой программы	**Знать:** - основные положения метрологии программных продуктов. **Уметь:** - применять математические методы, физические законы для решения практических задач; - реализовывать различные алгоритмические конструкции, включая: линейные, разветвляющиеся и циклические алгоритмы. **Владеть:** - навыками использовать основные положения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		метрологии программных продуктов; - навыками рефакторинга кода.
ПК*-11 Способен использовать в проектной работе стандартные пакеты для электронно-вычислительных машин, повышающие производительность труда и качество разработок	ПК*-11-В-1 Знать конструирование и проектирование летательных аппаратов: основные этапы проектирования летательных аппаратов и перечень работ, выполняемые в разрабатываемых ракетно-космических изделиях ПК*-11-В-2 Уметь применять методический аппарат, стандартные пакеты для электронно-вычислительных машин, повышающие производительность труда и качество разработок ПК*-11-В-3 Владеть разработкой моделей летательного аппарата, его систем и агрегатов	**Знать:** - состав и модульную структуру интегрированных САПР типа CAD/CAM/CAE, назначение отдельных модулей, решаемые задачи проектирования. **Уметь:** - применять современные системы автоматизированного проектирования (САПР). **Владеть:** - методами разработки твердотельных моделей проектируемых изделий с использованием САПР; - навыками использования библиотек стандартных деталей, фрагментов и конструкционных материалов, входящих в состав САПР.
ПК*-12 Способен собирать, обрабатывать, анализировать, и обобщать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области техники и технологии	ПК*-12-В-1 Знать конструирование и проектирование летательных аппаратов с учетом передового отечественного и зарубежного опыта в области техники и технологии ПК*-12-В-2 Уметь применять, обрабатывать, анализировать, и обобщать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области техники и технологии ПК*-12-В-3 Владеть логикой мышления в передовой отечественной и зарубежной области техники и технологии	**Знать:** - функциональное назначение информационного обеспечения систем автоматизированного технологического проектирования; - комплектность методического обеспечения, содержащего информацию по эксплуатации системы автоматизированного проектирования. **Уметь:** - читать информационные модели изделий, используемые в системе проектирования технологических процессов; - собирать, обрабатывать, анализировать, и обобщать научно-техническую информацию в области развития и применения средства автоматизации конструкторского и

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		технологического проектирования; - определять основные направления развития ракетостроения на основе анализа отечественного и зарубежного опыта в этой области техники и технологии. **Владеть:** - методами анализа разработкой технологических процессов изготовления изделий с использованием формализованных алгоритмов.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	2 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**180**	**180**
Контактная работа:	**47,25**	**47,25**
Лекции (Л)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	30	30
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: - *самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- подготовка к лабораторным занятиям;* *- подготовка к рубежному контролю и т.п.)*	**132,75**	**132,75**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 2 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Системы автоматизированного проектирования и их место в производстве летательных аппаратов	24	2		4	18
2	Техническое обеспечение систем автоматизированного проектирования	26	2		6	18

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
3	Математическое обеспечение анализа проектных решений	24	2		4	18
4	Математическое обеспечение синтеза проектных решений	26	2		6	18
5	Методическое и программное обеспечение автоматизированных систем	24	2		4	18
6	Системы автоматизированного проектирования в технологической подготовке производства авиационной техники	26	2		6	18
7	Прикладные библиотеки для выполнения проектировочных и проверочных расчетов в составе конструкторских САПР	30	4			26
	Итого:	180	16		30	134
	Всего:	180	16		30	134

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1 Системы автоматизированного проектирования и их место в производстве летательных аппаратов

Стадии проектирования, проектные процедуры и операции. Содержание технического задания на проектирование. Классификация моделей проектируемого объекта.

Типовые проектные процедуры и их взаимосвязь при проектировании. Структура САПР. Классификация и разновидности САПР.

Раздел 2 Техническое обеспечение систем автоматизированного проектирования

Структура технического обеспечения. Локальные вычислительные сети Ethernet. Протоколы передачи данных и адресация в сетях.

Раздел 3 Математическое обеспечение анализа проектных решений

Математические модели и методы на различных иерархических уровнях. требования к математическим моделям в САПР. Математические модели на макроуровне, компонентные и топологические уравнения. Эквивалентные схемы технических объектов и методы формирования математических моделей.

Методы анализа на макроуровне. Математические модели и методы анализа на микроуровне. Численные методы решения дифференциальных уравнений, применяемые в САПР. Моделирование аналоговых устройств на функциональном уровне; математические модели дискретных устройств; методы логического моделирования; системы массового обслуживания (СМО); аналитические модели СМО.

Раздел 4 Математическое обеспечение синтеза проектных решений

Место процедур синтеза в проектировании. Постановка задач параметрического синтеза.. Критерии оптимальности. Задачи оптимизации с учетом допусков. Обзор методов оптимизации. Постановка задач структурного синтеза. Процедуры синтеза проектных решений. Задача принятия решений. Методы структурного синтеза в системах автоматизированного проектирования.

Раздел 5 Методическое и программное обеспечение автоматизированных систем

Системы автоматизированного проектирования в машиностроении. Основные функции и проектные процедуры, реализуемые в программном обеспечении САПР. Инструментальные средства концептуального проектирования автоматизированных систем. Системные среды автоматизированных систем. Системы управления базами данных. Распределенные базы данных. Интеллектуальные средства поддержки принятия решений. Интеграция программного обеспечения в САПР. Функции систем PDM.

Раздел 6 Системы автоматизированного проектирования в технологической подготовке производства авиационной техники

Уровни автоматизации технологической подготовки производства. Автоматизация разработки технологических процессов в системах типа CAPP. Системы автоматизированного подготовки управляющих программ. Интегрированные САПР типа CAD/CAPP/CAM/CAE/.

Раздел 7 Прикладные библиотеки для выполнения проектировочных и проверочных расчетов в составе конструкторских САПР

Назначение системы АРМ FEM в составе САПР КОМПАС-3D. Подготовка модели проектируемого объекта для конечно-элементного анализа. Расчет напряженно-деформированного состояния изделия в системе АРМ FEM. Расчет и визуализация тепловых процессов в изделиях. Расчет частотных характеристик.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Структура системы автоматизированного проектирования типа CAE/CAD/CAPP/CAM	4
2	2	Расчет и проектирование механических передач вращения в АРМ WinMachine	6
3	3	Расчет и проектирование балочных конструкций в АРМ WinMachine	4
4	4	Расчет и проектирование стержневых, оболочечных и пластинчатых конструкций в АРМ WinMachine	6
5	5	Автоматизация разработки технологических процессов в системе типа CAPP.	4
6	6	Автоматизация подготовки управляющих программ для технологического оборудования в системе типа CAM.	6
		Итого:	30

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1.Капустин Н. М. Автоматизация машиностроения [Текст] : учеб. для втузов / Н. М. Капустин, Н. П. Дьяконова, П. М. Кузнецов.- 3-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2007. - 223 с. : ил. - Библиогр.: с. 222-223. - ISBN 978-5-06-004072-2.

5.2 Дополнительная литература

1. Акулович, Л. М. Основы автоматизированного проектирования технологических процессов в машиностроении [Текст] : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по машиностроительным специальностям / Л. М. Акулович, В. К. Шелег. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2012. - 488 с. - (Высшее образование). - Прил.: с. 410-482. - Библиогр.: с. 483-487. - ISBN 978-985-475-484-0. - ISBN 978-5-16-005289-2.

2. Черепашков А. А. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении [Текст] : учеб. для вузов / А. А. Черепашков, Н. В. Носов . - Волгоград : ИН-ФОЛИО, 2009. - 592 с. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 573-580. - ISBN 978-5-903826-22-3.

5.3 Периодические издания

1. Информационные технологии : журнал. - Москва : Агентство "Роспечать", 2017. - Т. 23, N 1-12, 2018. - Т. 24, N 1-12.

2 САПР и графика : журнал. - Москва : Агентство "Роспечать", 2017. - N 1-6

3. Известия высших учебных заведений. Машиностроение : журнал. - Москва : Агентство "Роспечать", 2016. - N 1-12

5.4 Интернет-ресурсы

1. http://bigor.bmstu.ru/?cnt/?doc=140_CADedu/CAD.cou - гиперссылочный учебник «Основы САПР» Организация-разработчик: Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана.

2. https://sapr.ru - Web - сервер журнала САПР и графика.

3. https://ascon.ru/ - сайт компании АСКОН - российского разработчика и интегратора инженерного программного обеспечения.

4. http://apm.ru – сайт Научно-технического центра "АПМ".

5. https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/FUSENG/ – «Открытое образование». Каталог курсов, МООК: «Системы автоматизированного проектирования»

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС
2. Пакет офисных приложений LibreOffice
3. Программная система для организации видео-конференц-связи MTS Link
4. Яндекс.Браузер - браузер, созданный компанией «Яндекс» на основе движка (бесплатная версия) Режим доступа: https://browser.yandex.ru.
5. Программное средство для выполнения математических и технических расчетов MathCAD 14.0.
6. Система автоматизированного проектирования КОМПАС-3D V14 (Проектирование и конструирование в машиностроении).
7. Средства для защиты от вредоносных программ и применения политик IT-безопасности Kaspersky Endpoint Security.
8. http://edu.garant.ru/garant/study/ - Интернет-версия ГАРАНТ-Образование, Система ГАРАНТ для студентов, аспирантов и преподавателей
9. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2023]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: \\fileserver1\!CONSULT\cons.exe

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используются лаборатории кафедры ЛА - компьютерный класс, оснащенный компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.