

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной
работе

 Лейфа А.В. Лейфа

15 мая 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ЦИФРОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ»

Специальность 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

Специализация образовательной программы – Пилотируемые и автоматические космические аппараты и системы

Квалификация выпускника – Инженер

Год набора – 2024

Форма обучения – Очная

Курс 5 Семестр 10,9

Экзамен 10 сем

Зачет 9 сем

Общая трудоемкость дисциплины 324.0 (академ. час), 9.00 (з.е)

Составитель М.А. Аревков, Старший преподаватель,
Институт компьютерных и инженерных наук
Кафедра стартовых и технических ракетных комплексов

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для специальности 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 12.08.20 № 964

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры стартовых и технических ракетных комплексов

01.02.2024 г. , протокол № 7

Заведующий кафедрой Соловьев В.В. Соловьев

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

15 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

15 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Соловьев В.В. Соловьев

15 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

15 мая 2024 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Приобретение и освоение студентами теоретических основ автоматизированного проектирования, ознакомление с принципами построения современных САПР и получение навыков при решении инженерных задач проектирования сложных технических систем с помощью САПР.

Задачи дисциплины:

Получение студентами знаний по основам организации и автоматизации инженерно-конструкторской деятельности, подготовки производства и управления технологическими и производственными процессами

2. МЕСТО УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина относится к дисциплинам базовой части учебного плана образовательной программы. Дисциплина базируется на знаниях полученных в ходе изучения таких дисциплин как «Математический анализ», «Обыкновенные дифференциальные уравнения», «Физика» и др.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
ОПК-2. Способен использовать современные информационные технологии для решения инженерных задач профессиональной деятельности;	ИД – 1 ОПК-2 Знать: современные информационные технологии для решения типовых задач профессиональной деятельности. ИД – 2 ОПК-2 Уметь: - применять современные информационные технологии для решения типовых задач профессиональной деятельности. ИД – 1 ОПК-2 Владеть: - навыками использования информационных технологий для решения типовых задач профессиональных деятельности.

4. СТРУКТУРА УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Общая трудоемкость учебного предмета составляет 9.00 зачетных единицы, 324.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) учебного предмета, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Основы проектирования . Задачи и виды САПР.	9	5				5						20	Самостоятельная работа. Тест
2	Геометрическое моделирование. Параметрическое моделирование .	9	5				5						20	Самостоятельная работа. Тест
3	2D CAD-системы. 3D CAD-системы.	9	5				5						20	Самостоятельная работа. Тест
4	Специализированные CAD-системы.	9	5				5						20	Самостоятельная работа. Тест
5	CAE-системы. Инженерные расчеты. Инженерный анализ.	9	4				4						20.8	Самостоятельная работа. Тест
6	Средства подготовки автоматизированного проектирования . САМ-системы. Средства планирования технологических процессов. CAPP-технологическая подготовка.	10	6				8						20	Самостоятельная работа. Тест
7	Средства управления документооборотом. PDM-системы. Электронная документация.	10	6				8						20	Самостоятельная работа. Тест
8	PLM-системы. Специальное оборудование.	10	6				8						20	Самостоятельная работа. Тест
9	Основные	1	6				8						23	Самостоятельная

	этапы выбора САПР. Соответствие системы разработки изделий целям и задачам компании.	0											ная работа. Тест
10	Зачет	9						0.2					
11	Экзамен	10						0.3	35.7				
	Итого		48.0	0.0	56.0	0.0	0.2	0.3	35.7	183.8			

5. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Основы проектирования. Задачи и виды САПР.	Основы проектирования. 1. Техническое задание на НИР и проведение НИР. Результат НИР. 2. Порядок выполнения и эффективность ОКР (техническое предложение, эскизное проектирование, техническое проектирование, рабочая документация, испытания и доводка). 3. Проектирование методами "снизу вверх" и "сверху вниз".
2	Геометрическое моделирование. Параметрическое моделирование.	Геометрическое моделирование. 1. Каркасное моделирование. 2. Поверхностное моделирование. NURBS-представление. 3. Твердотельное моделирование. BREP- и CSG-представления.
3	2D CAD- системы. 3D CAD-системы.	2D CAD-системы. 1. Преимущества использования электронных чертежей перед бумажной технологией. 2. AutoCAD (особенности, возможности, чертежные инструменты, иерархия объектов). 3. Специализированные модули AutoCAD (описание, сферы использования). 4. Клоны и аналоги AutoCAD.
4	Специализированные CAD-системы.	Специализированные CAD-системы. 1. АЕС CAD (примеры, описание, назначение, возможности, программные компоненты). 2. EDA- системы (примеры, описание, назначение, возможности, программные компоненты).
5	CAE- системы. Инженерные расчеты. Инженерный анализ.	CAE-системы. Инженерные расчеты. Инженерный анализ. 1. Метод конечных элементов. Использование численных методов в CAE-системах. Везде ниже рассказать об отраслях использования указанных

		инженерных расчетов и соответствующих им САЕ-систем: 2. Моделирование кинематики. 3. Аэрогидродинамические расчеты. 4. Электростатика и электродинамика.
6	Средства подготовки автоматизированного проектирования. САМ-системы. Средства планирования технологических процессов. САПР-технологическая подготовка.	Средства подготовки автоматизированного проектирования. САМ-системы. 1. ЧПУ (особенности, возможности, примеры). 2. Язык программирования ЧПУ. G-код. 3. САМ-системы. 4. NC- программы. Проверка, доводка, оптимизация NC-программ. 5. Виды обработки в практике ЧПУ. 2.5D и 3D обработки.
7	Средства управления документооборотом. PDM-системы. Электронная документация.	Средства управления документооборотом. PDM-системы. 1. PDM-системы (цели, задачи, функции, данные). 2. Электронное хранилище документов. 3. Структуризация проекта, классификация документов, классификаторы. 4. Атрибуты и системы поиска. 5. Разграничение доступа. 6. Интеграция САД-систем посредством PDM. 7. Автоматическое отслеживание и история создания и управления изменениями. 8. Коллективная работа над проектом. Обмен информацией между подразделениями предприятия. Внутренняя почтовая система. 9. Отчеты и экспорт информации. 10. Управление нормативно- справочной информацией. ERP-системы.
8	PLM-системы. Специальное оборудование.	PLM-системы. 1. Расшифровка аббревиатуры PLM. Жизненный цикл изделия. 2. Компоненты и составляющие PLM. 3. Главные процессы PLM. 4. Основные процессы управления жизненным циклом изделия.
9	Основные этапы выбора САПР. Соответствие системы разработки изделий целям и задачам компании.	Основные этапы выбора САПР. Соответствие системы разработки изделий целям и задачам компании. 1. Инициация процесса. 2. Выяснение потенциальных преимуществ системы. 3. Формализация требований к системе.

5.2. Лабораторные занятия

Наименование темы	Содержание темы
Задачи и виды САПР.	1. Основные цели автоматизации проектирования. 2. Классификация САПР (особенности, специфика,

	<p>краткое описание возможностей).</p> <p>3. Виды обеспечения САПР.</p>
<p>Параметрическое моделирование.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Табличная параметризация. 2. Иерархическая параметризация. 3. Вариационная параметризация. 4. Геометрическая параметризация. 5. Ассоциативное конструирование. 6. Объектно-ориентированное конструирование.
<p>3D CAD-системы.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Возможности 3D проектирования. Преимущества перед 2D черчением. 2. 3D CAD-системы (использование 3D технологий в САПР, примеры 3D CAD- систем, CATIA, 3D MCAD). 3. Модули 3D MCAD (редактор геометрии деталей, редактор сборок, генератор чертежей). 4. Системы промышленного дизайна.
<p>Специализированные CAD-системы.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. GIS- системы (примеры, описание, назначение, возможности). 2. Мехатроника.
<p>Инженерный анализ.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Прочностные расчеты. 2. Тепловые расчеты. 3. Симуляция процессов литья и обработки давлением. 4. Оптимизация проектов.
<p>Средства планирования технологических процессов. САПР-технологическая подготовка.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Цели и задачи использования САПР-систем. 2. Подходы к автоматизированной технологической подготовке (модификационный, генеративный). 3. Цифровое производство (задачи, моделирование с использованием цифровой модели производственного цикла, модули систем цифрового производства).
<p>Электронная документация.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Публикация чертежей (форматы, безопасность). 2. Публикация трехмерных проектов (форматы, инструменты публикации проектных данных, особенности). 3. Технические иллюстрации. Отличие от чертежей технических иллюстраций. 4. Интерактивные руководства. Использование PDM- систем при подготовке интерактивных руководств.
<p>Специальное оборудование.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Плоттеры. 2. Быстрое прототипирование. Технологии быстрого создания физических макетов деталей и сборок. 3. Стереолитография. 4. SLS-технология. 5. LOM-технология. 6. Струйное моделирование. Струйная 3D печать. 7. Устройства ввода и указания (дигитайзеры, 3D манипуляторы, контактные и бесконтактные 3D сканеры). 8. Видеоадаптеры.

Соответствие системы разработки изделий целям и задачам компании.	1. Анализ затрат. 2. Матричный метод оценки САПР.
---	--

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Основы проектирования. Задачи и виды САПР.	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. Подготовка к лабораторной работе.	20
2	Геометрическое моделирование. Параметрическое моделирование.	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. Подготовка к лабораторной работе.	20
3	2D САD-системы. 3D САD-системы.	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. Подготовка к лабораторной работе.	20
4	Специализированные САD-системы.	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. Подготовка к лабораторной работе.	20
5	САЕ- системы. Инженерные расчеты. Инженерный анализ.	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. Подготовка к лабораторной работе.	20.8
6	Средства подготовки автоматизированного проектирования. САМ- системы. Средства планирования технологических процессов. САРР-технологическая подготовка.	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. Подготовка к лабораторной работе.	20
7	Средства управления документооборотом. РDM- системы. Электронная документация.	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. Подготовка к лабораторной работе.	20
8	PLM- системы. Специальное оборудование.	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. Подготовка к лабораторной работе.	20
9	Основные этапы выбора САПР. Соответствие системы разработки изделий целям и задачам компании.	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. Подготовка к лабораторной работе.	23

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Интегральная модель образовательного процесса по дисциплине формируют

технологии методологического уровня: технология по этапного формирования умственных действий, технология развивающего обучения, элементы технологии развития критического мышления, самоуправление. На занятиях используются методы активного обучения, как «Проблемная лекция». Перед изучением модуля обозначается проблема, на решение которой будет направлен весь последующий материал модуля. При чтении лекции используются мультимедийные презентации. При выполнении практических работ используется прием интерактивного обучения «Кейс- метод»: студентам выдается задание для подготовки к выполнению работы; с преподавателем обсуждается цель работы и ход её выполнения; цель анализируется с разных точек зрения, выдвигаются гипотезы, делаются выводы, анализируются полученные результаты. Рекомендуется использование информационных технологий при организации коммуникаций со студентами для предоставления информации, выдача рекомендаций и консультирования по оперативным вопросам (электронная почта).

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Вопросы к зачету 9 семестр:

1. Техническое задание на НИР и проведение НИР. Результат НИР.
2. Порядок выполнения и эффективность ОКР (техническое предложение, эскизное проектирование, техническое проектирование, рабочая документация, испытания и доводка).
3. Проектирование методами "снизу вверх" и "сверху вниз".
4. Основные цели автоматизации проектирования.
5. Классификация САПР (особенности, специфика, краткое описание возможностей).
6. Виды обеспечения САПР.
7. Каркасное моделирование.
8. Поверхностное моделирование. NURBS-представление.
9. Твердотельное моделирование. BREP- и CSG-представления.
10. Табличная параметризация.
11. Иерархическая параметризация.
12. Вариационная параметризация.
13. Геометрическая параметризация.
14. Ассоциативное конструирование.
15. Объектно-ориентированное конструирование.
16. Преимущества использования электронных чертежей перед бумажной технологией.
17. AutoCAD (особенности, возможности, чертежные инструменты, иерархия объектов).
18. Специализированные модули AutoCAD (описание, сферы использования).
19. Клоны и аналоги AutoCAD.
20. Возможности 3D проектирования. Преимущества перед 2D черчением.
21. 3D CAD- системы (использование 3D технологий в САПР, примеры 3D CAD-систем, CATIA, 3D MCAD).
22. Модули 3D MCAD (редактор геометрии деталей, редактор сборок, генератор чертежей).
23. Системы промышленного дизайна.
24. АЕС САD (примеры, описание, назначение, возможности, программные компоненты).
25. EDA- системы (примеры, описание, назначение, возможности, программные компоненты).
26. GIS-системы (примеры, описание, назначение, возможности).
27. Мехатроника.
28. Метод конечных элементов. Использование численных методов в САЕ-системах. Везде ниже рассказать об отраслях использования указанных инженерных расчетов и соответствующих им САЕ-систем:
29. Моделирование кинематики.
30. Аэрогидродинамические расчеты.
31. Электростатика и электродинамика.

32. Прочностные расчеты.
 33. Тепловые расчеты.
 34. Симуляция процессов литья и обработки давлением.
 35. Оптимизация проектов.
- Вопросы к экзамену 10 семестр:
1. ЧПУ (особенности, возможности, примеры).
 2. Язык программирования ЧПУ. G-код.
 3. САМ-системы.
 4. NC-программы. Проверка, доводка, оптимизация NC-программ.
 5. Виды обработки в практике ЧПУ. 2.5D и 3D обработки.
 6. Цели и задачи использования САPP-систем.
 7. Подходы к автоматизированной технологической подготовке (модификационный, генеративный).
 8. Цифровое производство (задачи, моделирование с использованием цифровой модели производственного цикла, модули систем цифрового производства).
 9. PDM-системы (цели, задачи, функции, данные).
 10. Электронное хранилище документов.
 11. Структуризация проекта, классификация документов, классификаторы.
 12. Атрибуты и системы поиска.
 13. Разграничение доступа.
 14. Интеграция САD-систем посредством PDM.
 15. Автоматическое отслеживание и история создания и управления изменениями.
 16. Коллективная работа над проектом. Обмен информацией между подразделениями предприятия. Внутренняя почтовая система.
 17. Отчеты и экспорт информации.
 18. Управление нормативно-справочной информацией. ERP-системы.
 19. Публикация чертежей (форматы, безопасность).
 20. Публикация трехмерных проектов (форматы, инструменты публикации проектных данных, особенности).
 21. Технические иллюстрации. Отличие от чертежей технических иллюстраций.
 22. Интерактивные руководства. Использование PDM- систем при подготовке интерактивных руководств.
 23. Расшифровка аббревиатуры PLM. Жизненный цикл изделия.
 24. Компоненты и составляющие PLM.
 25. Главные процессы PLM.
 26. Основные процессы управления жизненным циклом изделия.
 27. Плоттеры.
 28. Быстрое прототипирование. Технологии быстрого создания физических макетов деталей и сборок.
 29. Стереолитография.
 30. SLS-технология.
 31. LOM-технология.
 32. Струйное моделирование. Струйная 3D печать.
 33. Устройства ввода и указания (дигитайзеры, 3D манипуляторы, контактные и бесконтактные 3D сканеры).
 34. Видеоадаптеры.
 35. Инициация процесса.
 36. Выяснение потенциальных преимуществ системы.
 37. Формализация требований к системе.
 38. Анализ затрат.
 39. Матричный метод оценки САПР.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

а) литература

1. Муромцев, Д. Ю. Математическое обеспечение САПР : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин. — 2-е изд. перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-1573-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: [https:// e.lanbook.com/ book/211466](https://e.lanbook.com/book/211466) (дата обращения: 06.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Панкратов, Ю. М. САПР режущих инструментов : учебное пособие / Ю. М. Панкратов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-1365-2. — Текст : электронный // Лань : электронно- библиотечная система. — URL: [https:// e.lanbook.com/ book/211145](https://e.lanbook.com/book/211145) (дата обращения: 06.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Компьютерная графика в САПР / А. В. Приемышев, В. Н. Крутов, В. А. Треяль, О. А. Коршакова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-507-44106-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: [https:// e.lanbook.com/ book/235676](https://e.lanbook.com/book/235676) (дата обращения: 06.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	7-Zip	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL http://www.7-zip.org/license.txt .
2	LibreOffice	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL https://ru.libreoffice.org/about-us/license/
3	http://www.iprbookshop.ru/	Электронно- библиотечная система IPRbooks - научнообразовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования
4	http://elibrary.ru	Научная электронная библиотека журналов

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	http://ecoruspace.me/	Ecoruspace.me. Информационный Интернет- сайт посвящен существующей и планируемой ракетнокосмической техник
2	www.vniiem.ru	АО «Научно- производственная корпорация «Космические системы мониторинга, информационноуправляющие и электромеханические системы имени А.Г. Иосифьяна»

10. МАТЕРИАЛЬНО- ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Занятия по дисциплине проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, практических работ с лабораторным оборудованием, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия,

соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам. Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электроннобиблиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета. Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационнообразовательную среду университета.