

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор



Т.А. Хагуров

2022 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1.О.15.05 «АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СРЕДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ И СИСТЕМ (САПР, КОМПАС 3D, AVR)»**

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленность (профиль) Интегральная электроника, фотоника и нанoeлектроника

Форма обучения очная

Квалификация выпускника бакалавр

Краснодар 2022

Рабочая программа дисциплины «Автоматизированные среды проектирования электронных компонентов и систем (САПР, Компас 3D, AVR)» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника» профиль «Интегральная электроника, фотоника и микроэлектроника».

Программу составил:

Д.В. Иус, канд. пед. наук доцент кафедры  
оптоэлектроники



\_\_\_\_\_

подпись

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры  
радиофизики и нанотехнологий протокол № 9 «13»  
апреля 2022 г.

Заведующий кафедрой (разработчик) Копытов Г.Ф.

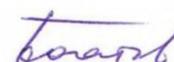


\_\_\_\_\_

подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии  
физико-технического факультета протокол № 8 «15»  
апреля 2022 г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.



\_\_\_\_\_

подпись

Рецензенты:

Федоров А.А., доцент кафедры физики ФГБОУ ВО КубГТУ, канд. техн. наук

Никитин В.А., профессор кафедры оптоэлектроники ФГБОУ ВО КубГУ,  
канд. техн. наук

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** освоения дисциплины: приобретение и освоение студентами программных инструментов автоматизированного проектирования, ознакомление с принципами построения современных САПР и получение навыков при решении инженерных задач проектирования сложных технических систем с помощью САПР. **Задачи:**

- получение студентами знаний по основам организации и автоматизации инженерноконструкторской деятельности, подготовки производства и управления технологическими и производственными процессами
- освоение методики решения задач проектирования робототехнических и мехатронных комплексов с использованием средств автоматизированного проектирования,
- изучение основных методов и приемов работы с программным обеспечением, создания моделей устройств, проведения вычислительных экспериментов, формирования электронной конструкторской документации и отображения результатов проектирования.

Задачи дисциплины "Системы автоматизированного проектирования и производства" направлены на следующие задачи профессиональной деятельности выпускников:

научно-исследовательская деятельность:

разработка экспериментальных образцов мехатронных и робототехнических систем, их модулей и подсистем с целью проверки и обоснования основных теоретических и технических решений, подлежащих включению в техническое задание на выполнение опытно-

конструкторских работ; проектно- конструкторская деятельность: расчет и проведение исследований мехатронных и робототехнических систем, управляющих, информационно-сенсорных и исполнительных подсистем с использованием методов математического моделирования, проведение макетирования и испытаний действующих систем, обработка экспериментальных данных с применением современных информационных технологий.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

2.1. Учебная дисциплина (модуль) "Автоматизированные среды проектирования электронных компонентов и систем (САПР, Компас 3D, AVR)" относится к блоку обязательных дисциплин Б1.В вариативной части учебного плана подготовки по направлению: 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (Интегральная электроника, фотоника и наноэлектроника).

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

Компьютерные, сетевые и информационные технологии.

Знания: о структуре компьютера, физических характеристиках его компонентов, классификации аппаратных и программных средств, процессах сбора, передачи, обработки и накопления информации, языках, алгоритмах, инструментари и технологиях программирования, базах данных; программном обеспечении ЭВМ в области робототехники. Умения: применять компьютерные технологии для сбора, анализа и визуализации информации о робототехнических устройствах и физических процессах в мехатронных системах.

Навыки: в области использования информационно-вычислительных средств для решения различного класса задач области сбора, передачи, обработки, накопления и визуализации информации; в области алгоритмизации и программирования задач анализа и синтеза робототехнических систем.

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

Адаптивное управление и методы искусственного интеллекта в робототехнических системах.

Знания: о программных инструментах перспективных информационных технологий моделирования и исследования мехатронных и робототехнических систем.

Умения: выполнять расчетно-графические работы по проектированию электромеханических и электронных модулей мехатронных и робототехнических систем с применением современных информационных технологий.

Навыки: владения средствами автоматизированного проектирования и машинной графики при моделировании и проектировании робототехнических систем их отдельных модулей. Выпускная квалификационная работа.

Знания: о требованиях и особенностях автоматизированного проектирования робототехнических объектов посредством создания и испытаний их цифровых прототипов. Умения: решать задачи проектирования робототехнических систем с использованием современных стандартных программных сред моделирования, исследования, анализа, расчета и диагностики.

Навыки: способность осуществлять подготовку данных, создание эскиза, расчет, проектирование цифровой модели, формирование конструкторской документации и подготовку производства робототехнических объектов автоматизированными средствами специализированных программных пакетов.

При изучении курса "Системы автоматизированного проектирования и производства" осваиваются: структура и иерархия инженерного проектирования робототехнических устройств, основные методики и приемы автоматизированного проектирования, программные инструменты автоматизации проектирования, подготовки производства и управления, технологии информационной поддержки этапов жизненного цикла изделий, технические требования к аппаратному обеспечению систем автоматизированного проектирования, инструменты для геометрического моделирования, прототипирования, формирования электронной документации, управления разработкой и производством. В результате изучения дисциплины студент приобретет навыки работы с программными инструментами при разработке, исследовании и проектировании робототехнических устройств. В дальнейшем полученные знания будут использоваться при подготовке и защите выпускной квалификационной работы по направлению подготовки магистров 15.04.06 «Мехатроника и робототехника», которая предполагает владение студентом основными навыками использования программных инструментов для автоматизации инженерно-конструкторской деятельности.

### **3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО и ОП ВО по данному направлению подготовки (специальности):

Готовность использовать на практике приобретенные умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, выполняемых малыми группами исполнителей (ОК-4)

б) общепрофессиональных (ОПК):

- владением современными информационными технологиями, готовностью применять современные и специализированные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, знать и соблюдать основные требования информационной безопасности (ОПК-3);

в) профессиональных (ПК):

- научно-исследовательская основная ; готовность к составлению аналитических обзоров и научно-технических отчетов по

результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок (ПК-6);

- проектно-конструкторская дополнительная;

- способностью к подготовке технического задания на проектирование мехатронных и робототехнических систем их подсистем и отдельных устройств с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств

автоматики, измерительной и вычислительной техники, а также новых устройств и подсистем (ПК-9); – организационно-управленческая дополнительная..

- Способность организовывать работу малых групп исполнителей (ПК-12); В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

- основные понятия процесса проектирования, структуру и классификацию САПР, виды обеспечения САПР, место САПР в интегрированных системах, взаимосвязь САПР с PLM, PDM системами и систем технологического проектирования.
- технологии автоматизированного проектирования, программные инструменты и, методики проектирования и информационной поддержки этапов жизненного цикла промышленных изделий;
- назначение, функции подсистем CAD, CAM, CAE;
- основные принципы и методы расчета, проектирования и конструирования мехатронных и робототехнических систем;

**Уметь:**

- использовать методики автоматизации инженерно-конструкторской деятельности при разработке компонентов и подсистем мехатронных и робототехнических систем различного назначения;
- использовать современные информационные технологии, управлять информацией с применением прикладных программ; использовать сетевые компьютерные технологии, базы данных и пакеты прикладных программ в своей предметной области
- графически отображать геометрические образы изделий и объектов робототехники, схем и систем **Владеть:**

- способностью использовать средства автоматизированного проектирования, производства, управления, разработки электронной документации, прототипирования, информационной поддержки этапов жизненного цикла изделий для разработки и организации производства отдельных компонентов робототехнических устройств и сложных технических систем; - способностью и готовностью использовать информационные технологии, в том числе современные средства компьютерной графики в своей предметной области.

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы:**

Шифр и формулировка компетенций (результаты освоения ОП)	Элементы компетенций, формируемые дисциплиной
<b>Общепрофессиональные компетенции (ОПК)</b>	
<b>ОПК-3</b> владением современными информационными технологиями, готовностью применять современные и специализированные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, знать и соблюдать основные требования информационной безопасности	<b>Знания:</b> о программных инструментах перспективных информационных технологий моделирования и исследования мехатронных и робототехнических систем
	<b>Умения:</b> выполнять расчетно-графические работы по проектированию электромеханических и электронных модулей мехатронных и робототехнических систем с применением современных информационных технологий
	<b>Навыки:</b> владения средствами автоматизированного проектирования и машинной графики при моделировании и проектировании робототехнических систем их отдельных модулей

<b>Профессиональные компетенции (ПК)</b>	
научно-исследовательская основная <b>ПК-6</b> готовность к составлению аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам	<b>Знания:</b> о технологиях исследования физических и математических моделей процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия мехатронных и робототехнических систем
	<b>Умения:</b> выполнять теоретические и экспериментальные
выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок	исследования с целью моделирования, разработки новых образцов и совершенствования существующих мехатронных и робототехнических систем, их модулей и подсистем
	<b>Навыки:</b> проведения вычислительных экспериментов с использованием программного инструментария для исследования роботов и робототехнических систем
проектно-конструкторская дополнительная <b>ПК-9</b> способностью к подготовке технического задания на проектирование мехатронных и робототехнических систем их подсистем и отдельных устройств с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники, а также новых устройств и подсистем	<b>Знания:</b> о требованиях и особенностях автоматизированного проектирования робототехнических объектов посредством создания и испытаний их цифровых прототипов
	<b>Умения:</b> решать задачи проектирования робототехнических систем с использованием современных стандартных программных сред моделирования, исследования, анализа, расчета и диагностики
	<b>Навыки:</b> способность осуществлять подготовку данных, создание эскиза, расчет, проектирование цифровой модели, формирование конструкторской документации и подготовку производства робототехнических объектов автоматизированными средствами специализированных программных пакетов
организационно-управленческая дополнительная Способность организовывать работу малых групп исполнителей ( <b>ПК-12</b> )	<b>Знания:</b> о методы расчета, проектирования и конструирования мехатронных и робототехнических систем
	<b>Умения:</b> разрабатывать в группе электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем, принципиальные электрические схемы, печатные платы, схемы размещения, схемы соединения
	<b>Навыки:</b> организации работ электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем, принципиальные электрические схемы, печатные платы, схемы размещения, схемы соединения

## 4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа преподавателя с обучающимися					
			Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия			
1	Введение в современные САПР	1	3	9		2	Опрос по теме практического занятия	
2	Техническое обеспечение систем автоматизированного проектирования	1	1	3		15	Опрос, контроль заданий по практическим занятиям	
3	Методическое и программное обеспечение автоматизированных систем	1	4	12		15	Опрос, контроль заданий по практическим занятиям	
4	Системы автоматизированного проектирования и производства	1	6	18		20	Опрос, контроль заданий по практическим занятиям	

5	Технологии автоматизации проектных, конструкторских и технологических задач	1	4	12		20	Опрос, контроль заданий по практическим занятиям
Итого часов			18	54		72	

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов. Форма отчетности: экзамен

#### **4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов**

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебнометодическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения (неделя)	Затраты времени (час.)		
	Введение в современные САПР	изучение теоретического материала; подготовка к практическим занятиям	1-3	6	экзамен	учебник, указания к выполнению практических работ
	Техническое обеспечение систем автоматизированного проектирования	изучение теоретического материала; подготовка к практическим занятиям	4	2	экзамен	учебник, указания к выполнению практических работ
	Методическое и программное обеспечение автоматизированных систем	изучение теоретического материала; подготовка к практическим занятиям	5-8	8	экзамен	учебник, указания к выполнению практических работ
	Системы автоматизированного проектирования и производства	изучение теоретического материала; подготовка к практическим занятиям	9-14	12	экзамен	учебник, указания к выполнению практических работ

	Технологии автоматизации проектных, конструкторских и технологических задач	изучение теоретического материала; подготовка к практическим занятиям	15-18	8	экзамен	
--	---	---	-------	---	---------	--

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации ( <i>по</i> )
			Контактная работа преподавателя с обучающимися	Самостоятельная работа		
	Промежуточная аттестация					экзамен

#### 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебнометодическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения (неделя)	Затраты времени (час.)		
	Использованию программного инструментария автоматизации инженерно-конструкторской деятельности, подготовки производства и управления при проектировании робототехнических устройств	выполнение индивидуального задания	5-18	36	разделы ИЗ	учебник, указания к выполнению практических работ
Общая трудоемкость самостоятельной работы по дисциплине (час)						
Бюджет времени самостоятельной работы, предусмотренный учебным планом для данной дисциплины (час)				<b>72</b>		

### **4.3 Содержание учебного материала**

#### **Раздел 1. Введение в современные САПР 1.**

Системный подход к проектированию.

Понятие инженерного проектирования. Принципы системного подхода. Структура процесса проектирования. Иерархическая структура проектных спецификаций и иерархические уровни проектирования. Стадии проектирования. Содержание технических заданий на проектирование. Классификация моделей и параметров, используемых при автоматизированном проектировании. Типовые проектные процедуры.

2. Системы автоматизированного проектирования и их место среди других автоматизированных систем.

Этапы жизненного цикла промышленных изделий. Особенности проектирования автоматизированных систем. Сценарий интеграции проектирования и производства посредством общей базы данных. Реальный пример использования САПР в разработке продукта.

3. Системы автоматизации подготовки производства, управления производством, технической подготовки производства.

CAD/CAM/CAE/PDM системы, комплексные автоматизированные системы. САПР конструктора, технолога, инженера, делопроизводителя, управленца. Место и назначение автоматизированных систем в иерархической структуре стадий проектирования. Примеры подходов к конструированию на основе компьютерных технологий.

#### **Раздел 2. Техническое обеспечение систем автоматизированного проектирования**

4. Техническое обеспечение систем автоматизированного проектирования и производства.

Структура технического обеспечения. Требования, предъявляемые к техническому обеспечению. Аппаратура рабочих мест в автоматизированных системах проектирования и управления. Распределенные вычислительные сети. Компоненты математического обеспечения. Требования к математическим моделям и численным методам в САПР.

#### **Раздел 3. Методическое и программное обеспечение автоматизированных систем**

5. Системы автоматизированного проектирования в машиностроении.

История развития САПР в машиностроении. Системы автоматизированного проектирования, применяемые для проектирования и производства робототехнических систем. Основные функции и проектные процедуры, реализуемые в ПО САПР.

Программное обеспечение.

6. Системы автоматизированного проектирования электронных компонентов робототехнических систем.

Автоматизация проектирования интегральных схем и электронной аппаратуры.

Проектные процедуры. Проектирование печатных плат. Языки программирования.

7. Автоматизированные системы управления разработкой и производством.

Организационная стратегия интеграции производства и управления посредством автоматизированных программных средств. Системы и подсистемы ERP. Процесс внедрения систем ERP. Автоматизация управления технологическими процессами.

Автоматизированные системы создания и ведения технической документации и делопроизводства.

8. Средства автоматизации разработки программного обеспечения.

Типы CASE-систем. Спецификации проектов программных систем. Методики IDEF0 и IDEF3. Методика IDEF1X. Язык Unified Modeling Language.

#### **Раздел 4. Системы автоматизированного проектирования и производства.**

9. Информационная поддержка этапов жизненного цикла изделий.

Системы автоматизированного проектирования и производства. Предпосылки и причины появления CALS-технологий. Эффективность интеграции данных о промышленных изделиях. Системные среды САПР. Обзор CALS-стандартов. Стандарты управления качеством промышленной робототехнической продукции.

10. Проблема обмена данными различных САПР.

STEP-технологии. Стандарт обмена данными модели изделия. Совокупность стандартов ISO 10303. Структура стандартов STEP. Методы описания. Методы реализации. Прикладные протоколы. Типовые фрагменты информационных моделей.

11. Интеграция CAD и CAM.

Производственный цикл детали. Технологическая подготовка производства. Неавтоматизированный подход. Модифицированный подход. Генеративный подход. Автоматизированные системы технологической подготовки производства. CAM-I-CAPP. MIPLAN и MultiCAPP. MetCAPP. ICEM-PART. Групповая технология.

12. Интеграция САПР и технологического оборудования.

Числовое программное управление. Аппаратная конфигурация и типы систем ЧПУ. Системы NC, CNC, DNC. Основы составления программ обработки деталей. Составление программ вручную. Автоматизированное составление программ. Языки программирования. Программирование обработки по базе CAD.

13. Быстрое прототипирование и изготовление.

Процессы быстрого прототипирования. Недорогие станки (3d принтеры) для быстрого прототипирования и изготовления. Прототипы для оценки проекта. Процессы быстрой инструментовки. Примеры специального применения быстрого изготовления. Программные технологии для быстрого прототипирования.

14. Виртуальная инженерия.

Определение виртуальной инженерии. Компоненты виртуальной инженерии. Виртуальное проектирование. Цифровая имитация. Виртуальный завод. Применение виртуальной инженерии. Планирование производства и продуктов. Средства проектирования. Оценка возможности производства. Оценка и контроль качества. Оценка и оптимизация производственного процесса. База знаний. Коллективная разработка.

#### **Раздел 5. Технологии автоматизации проектных, конструкторских и технологических задач**

15. Интеграция CAD и компьютерного моделирования.

Задачи и различия, проблемы интеграции CAD и компьютерного моделирования. Примеры промышленного применения компьютерного моделирования. Программные продукты. Аппаратура. Исследовательские проблемы и препятствия виртуальной инженерии.

16. Основные концепции графического программирования в CAD.

Графические библиотеки. Системы координат. Окно и видовой экран. Прimitives. Отрезок. Многоугольник. Маркер. Текст. Ввод графики. Дисплейный файл. Матрица преобразования. Трансляция. Вращение. Отображение. Другие матрицы преобразования. Удаление невидимых линий и поверхностей. Метод z-буфера. Визуализация. Затушевывание. Трассировка лучей. Графический интерфейс пользователя.

#### 17. Системы геометрического моделирования САПР.

Системы каркасного моделирования. Системы поверхностного моделирования. Системы твердотельного моделирования. Функции моделирования. Структура данных. Операторы Эйлера. Булевские операторы. Расчет объемных параметров. Немногообразные системы моделирования. Системы моделирования устройств. Базовые функции моделирования агрегатов. Просмотр агрегата. Возможности совместного проектирования. Использование моделей агрегатов. Упрощение агрегатов. Моделирование для Web.

#### 18. Системы автоматизированной разработки электронной документации.

Создание и публикация чертежей. Технические иллюстрации. Интерактивные руководства. Публикация трехмерных проектов. Средства анимации и визуализации результатов проектирования. Настройка параметров. Единицы измерения. Размеры. Слои. Сетка и привязка. Штриховка. Функции аннотирования. Простановка размеров. Примечания. Вспомогательные функции. Программирование скриптов. Измерения. Дополнительные функции. Совместимость файлов.

### 4.4. Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение

Числовое программное управление. Аппаратная конфигурация и типы систем ЧПУ. Системы NC, CNC, DNC. Основы составления программ обработки деталей. Составление программ вручную.

Средства автоматизации разработки программного обеспечения.

Типы CASE-систем. Спецификации проектов программных систем. Методики IDEF0 и IDEF3. Методика IDEF1X. Язык Unified Modeling Language.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Помимо традиционных образовательных технологий, включающих лекционные занятия, решение практических задач, при преподавании дисциплины используется метод проектного обучения (индивидуальное задание). В результате студенты учатся анализировать поставленную задачу, формулировать цель и пути ее достижения, планировать свою деятельность. Практические занятия по дисциплине проводятся в интерактивной форме. Учебный процесс базируется на концепции компетентностного обучения, ориентированного на формирование конкретного перечня профессиональных компетенций, актуализацию получаемых теоретических знаний. Развертывание компетентностной модели обучения предполагает широкое применение инновационных способов организации учебного процесса, в т.ч. применение метода проектного обучения, технологий управляемого самостоятельного обучения в том числе балльно-рейтинговой системы, а также планируемое внедрение системы онлайн-поддержки внеаудиторной работы студентов.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Полный комплект контрольно-оценочных материалов (Фонд оценочных средств) приведен в приложении к рабочей программе дисциплины.

Фонд оценочных средств включает в себя:

– перечень вопросов для промежуточной аттестации в виде экзамена; – индивидуальное задание.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1 Основная литература.**

1. Норенков И. П. Разработка систем автоматизированного проектирования [Текст]: учебник для вузов по спец. "АСУ" - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1994. - 203 с.
2. Лоу А. М. Имитационное моделирование [Текст]: [пер. с англ.] - 3-е изд. - СПб.: Питер, 2004. - 846с.
3. Норенков И. П. Введение в автоматизированное проектирование технических устройств и систем[Текст]: учеб. пособие для студ. втузов - 2-е изд., перераб. и доп. -М.: Высшая школа, 1986. - 304 с.
4. САПР. Системы автоматизированного проектирования [Текст]: [в 9 кн.] : учеб. пособие для втузов. Кн. 1: Принципы построения и структура / Норенков И. П. - М.: Высшая школа, 1986. - 128 с.
5. Норенков И. П. Основы теории проектирования САПР [Текст]:учебник для студ. вузов, обуч. поспец. "Вычислит. машины, комплексы, системы и сети" - М.: Высшая школа, 1990. - 335 с.

### **7.2 Дополнительная литература.**

1. Онучин Е. М. Системы автоматизированного проектирования технических объектов: лабораторный практикум / Е.М. Онучин; А.А. Медяков; Д.М. Ласточкин; А.Д. Каменских - Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. - 80 с.
2. Головицына М. В. Автоматизированное проектирование промышленных изделий / М.В. Головицына - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2011. - 340 с.
3. Основы автоматизированного проектирования изделий и технологических процессов / Н.Р. Галяветдинов- Казань: Издательство КНИТУ, 2013. - 112 с.
4. Основы компьютерного проектирования в электроэнергетике - Ставрополь: СКФУ, 2016. - 167 с.
5. (Дополнительная лит-ра) Стренг Г. Теория метода конечных элементов / Г. Стренг; Д. Фикс - Москва: Мир,1977. - 350 с.
6. (Дополнительная лит-ра) Конакова И. П. Основы проектирования в графическом редакторе КОМПАС-График-3D V14 / И.П. Конакова; И.И. Пирогова - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. -113 с.
7. (Дополнительная лит-ра) Мысакова О. Н. Упражнения по моделированию в SolidWorks (специальность «Промышленный дизайн») / О.Н. Мысакова - Екатеринбург: Архитектон, 2014. - 24 с.
8. (Дополнительная лит-ра) Головицына М. Интеллектуальные САПР для разработки современных конструкций и технологических процессов /М. Головицына - 2-е изд., справ. -Москва: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 250 с.

9. (Дополнительная лит-ра) Приемышев А. В. Компьютерная графика в САПР / Приемышев А.В., Крутов В.Н., Тряль В.А., Коршакова О.А. - Москва: Лань, 2017.
10. (Дополнительная лит-ра) Богуславский Александр Абрамович. КОМПАС-3D v. 5.118.0 / А. А. Богуславский, Т. М. Третьяк, А. А. Фарафонов - Москва: СОЛОН-Пресс, 2006. 268с.
11. (Дополнительная лит-ра) Лукинов Александр Павлович. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств / А. П. Лукинов - Москва: Лань, 2012. - 608 с.
12. (Дополнительная лит-ра) Гаврилов Л. П. Расчет и моделирование линейных электрических цепей с применением ПК. Учебное пособие для студентов машиностроительных вузов / Гаврилов Л.П., Соснин Д.А. - Москва: СОЛОН-Пресс, 2010.

### 7.3. Список авторских методических разработок

#### 7.4. Периодические издания

Журнал Мехатроника, автоматизация и управление. Москва. Издательство «Новые технологии».

#### 7.5. Интернет-ресурсы

Сайт кафедры ЭиМ [eim.sfedu.ru](http://eim.sfedu.ru)

Электронные библиотеки [elibrary.ru](http://elibrary.ru), [ntbib.tgn.sfedu.ru](http://ntbib.tgn.sfedu.ru), [hub.sfedu.ru](http://hub.sfedu.ru)

Образовательный сайт [catia.ru](http://catia.ru), [sapr.ru](http://sapr.ru), [modellingelectrical.weebly.com](http://modellingelectrical.weebly.com)

Matrix norm-Wikipedia, the free encyclopedia (Электронный ресурс) /

Режим доступа [http://en.wikipedia.org/wiki/Frobenius\\_norm#Frobenius\\_norm](http://en.wikipedia.org/wiki/Frobenius_norm#Frobenius_norm) свободный

#### 7.6. Программное обеспечение информационно-коммуникационных технологий

Для проведения занятий лекционного и семинарского типа могут использоваться элементы электронного и дистанционного обучения, в том числе для синхронного/асинхронного взаимодействия преподавателя с обучающимися, размещения заданий и презентаций по разделам/темам дисциплины. Для реализации элементов электронного и дистанционного обучения используется платформа Microsoft Teams.

Программные продукты ПО Matlab, Maple, Microsoft Power Point, NIVisualBuilder, «Компас 3D».

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Учебно-лабораторное оборудование.

Компьютерный класс с доступом в интернет, оборудованный 9 рабочими станциями. Параметры ПК: ЦПУ AMD Sempron 3600+ 2ГГц, ОЗУ 1 Гб, HDD 140 Гб. В классе проводятся практические занятия и выделяются часы для самостоятельной работы. **8.2.**

#### Программные средства.

Программное обеспечение: стандартные приложения Windows; MS Office; Catia

(либо FreeCAD, LibreCAD, nanoCAD, NX, SolidWorks, Компас) **8.3.**

#### Технические и электронные средства.

При проведении лекционных занятий используется презентационное оборудование - демонстрационный монитор, проектор, интерактивная доска.