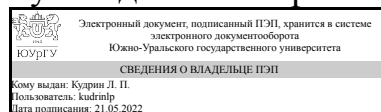


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



Л. П. Кудрин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.10 САПР РЭС

для направления 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

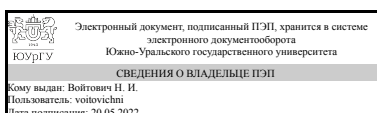
уровень Бакалавриат

форма обучения очная

кафедра-разработчик Конструирование и производство радиоаппаратуры

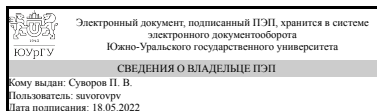
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 928

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.



Н. И. Войтович

Разработчик программы,
старший преподаватель



П. В. Суворов

1. Цели и задачи дисциплины

Формирование и развитие фундаментальных знаний у подготавливаемых специалистов в области использования и создания современных информационных технологий, применяемых на всех этапах жизненного цикла радиоэлектронных средств (РЭС) и в управлении производством. Основными задачами данной дисциплины являются следующие: - изучение основ, принципов и методологии информационных технологий и автоматизированного проектирования радиоэлектронных средств; - овладение техническими и программными средствами, математическим аппаратом, используемыми в информационных технологиях; - получение представлений об автоматизированных системах подготовки производства, сетевых информационных технологиях, интегрированных системах автоматизации проектных работ и управления производством.

Краткое содержание дисциплины

Информационные технологии в проектировании РЭС. Введение в автоматизированное проектирование. Задачи в САПР. Задачи синтеза (структурный, параметрический). Задачи анализа. Виды обеспечения САПР. Лингвистическое, программное, математическое, информационное, техническое, методическое, организационное. Этапы проектирования РЭС. Функциональное проектирование. Схемотехническое проектирование. Конструкторское проектирование. Технологическое проектирование. Типовые задачи синтеза конструкций РЭС. Алгоритм покрытия функциональных схем модулями заданного набора. Алгоритмы компоновки радиоэлектронной аппаратуры. Алгоритмы размещения элементов. Алгоритмы трассировки соединений в конструкциях РЭА. Трассировка проводных соединений. Трассировка печатных соединений. Проектирование жгутов. Типовые задачи синтеза конструкций РЭС. Геометрические ядра. Методика построения изображений объектов в различных САПР. Методика параметрического моделирования. Дерево построения. Цифровое прототипирование. Информационная модель проекта. Типовые задачи анализа конструкции РЭС. Механические воздействия. САЕ системы. Анализ рынка. Климатические воздействия. САЕ системы. Анализ рынка. Технические средства САПР. Устройства ввода и регистрации (вывода). 2D и 3D сканеры. Дигитайзеры. Плоттеры. Цифровые инженерные системы. Координатографы (фотоплоттеры). Устройства хранения. Способы подключения устройств хранения данных к пользователю (SAS, NAS, SAN). Оптические библиотеки. Жесткие диски. Дисковые (RAID) массивы. Магнитные ленты. Ленточные библиотеки. Устройства отображения и редактирования. ЖК-мониторы. Видеоадаптеры. Видеопамять. Графические функции видеоадаптера. Диагностика мониторов и видеоадаптеров. 3D манипуляторы. Планшеты.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способность строить простейшие физические и математические модели схем,	Знает: методику моделирования объектов и процессов, используя стандартные пакеты

конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	автоматизированного проектирования и исследования Умеет: применять стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования для моделирования объектов и процессов. Имеет практический опыт: работы со стандартными пакетами автоматизированного проектирования для моделирования объектов и процессов.
ПК-4 Способность выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и модулей электронных средств, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	Знает: методику расчета и проектирования с использованием средств автоматизации проектирования Умеет: выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и модулей электронных средств, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования Имеет практический опыт: проектирования с использованием средств автоматизации проектирования

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.Ф.08 Основы проектирования РЭС	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.Ф.08 Основы проектирования РЭС	Знает: основы системного подхода, общие принципы и методы конструирования РЭС; основные дестабилизирующие факторы и методы их конструктивного ослабления, современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий и своей профессиональной деятельности Умеет: выбирать элементную базу в соответствии с условиями эксплуатации и принятым конструктивным решением РЭС; проводить простейшие конструкторские расчеты., применять данные для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств Имеет практический опыт: проектирования конструкций РЭС первого структурного уровня, собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 з.е., 324 ч., 165,75 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	7
Общая трудоёмкость дисциплины	324	144	180
<i>Аудиторные занятия:</i>	144	64	80
Лекции (Л)	64	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	80	32	48
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	158,25	71,75	86,5
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Курсовой проект	86,5	0	86,5
Подготовка реферата по заданной проблемной теме (из материалов лекционного курса)	20	20	0
Подготовка презентации по заданной проблемной теме (из материалов лекционного курса)	16,75	16,75	0
Подготовка тематического доклада по заданной проблемной теме (из материалов лекционного курса)	20	20	0
Подготовка выступления по заданной проблемной теме (из материалов лекционного курса)	15	15	0
Консультации и промежуточная аттестация	21,75	8,25	13,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	экзамен,КП

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение.Зачем САПР.	2	2	0	0
2	Задачи в САПР.	16	4	12	0
3	Виды обеспечения САПР.	6	6	0	0
4	Этапы проектирования РЭС.Применение САПР.	8	8	0	0
5	Типовые задачи синтеза конструкций РЭС.	82	14	68	0
6	Математическое обеспечение САПР.	16	16	0	0
7	Технические средства САПР. Классификация и особенности.	14	14	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
----------	-----------	---	--------------

1	1	Зачем САПР. Как было. Эволюция цифрового производства. Этапы и драйверы промышленной революции. Индустрия 4.0. Фундаментальные технологические достижения. Цифровое предприятие. Назначение, задачи и возможности САПР. Классификация САПР.	1
1	1	Введение. Цель изучения курса, его структура и задачи. Содержание лекционного курса. Содержание цикла практических занятий. Самостоятельная работа студента. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины. Литература.	1
2	2	Задачи в САПР. Задачи синтеза (структурный, параметрический, синтез конструкций). Параметрический (оптимизация параметров, оптимизация допусков, идентификация моделей, синтез геометрии и конструкции). Структурный (схемный, геометрический, процессорный, документальный, позиционный, Поверхностный). Синтез конструкции. Примеры.	2
3	2	Задачи в САПР. Задачи анализа. История развития. Детерминированная верификация (структурная, параметрическая). Анализ чувствительности. Статистический анализ. Задачи в РЭС (анализ надежности, тепловые и термические расчеты, анализ кинематики, анализ газовых и жидкостных потоков, моделирование деформаций, механических и тепловых взаимодействий, расчеты электромагнитных полей и электрических цепей). Примеры САЕ систем.	2
4-5	3	Виды обеспечения САПР. Лингвистическое, программное, информационное, техническое, методическое, организационное, математическое. Позиционирование САПР среди других автоматизированных систем предприятия.	6
6	4	Этапы проектирования РЭС. Функциональное проектирование. Назначение, состав, характеристики и архитектура САПР для функционального этапа проектирования.	2
7	4	Этапы проектирования РЭС. Схемотехническое проектирование. Назначение, состав, характеристики и архитектура САПР для схемотехнического этапа проектирования.	2
8	4	Этапы проектирования РЭС. Конструкторское проектирование. Назначение, состав, характеристики и архитектура САПР для конструкторского этапа проектирования (ECAD и MCAD).	2
9	4	Этапы проектирования РЭС. Технологическое проектирование. Назначение, состав, характеристики и архитектура САПР для технологического этапа проектирования.	2
10	5	Типовые задачи синтеза конструкций РЭС. Алгоритмы компоновки радиоэлектронной аппаратуры. Объемная и плоская компоновка. Классификация (последовательный, итерационный). Компоновка конструктивных элементов по коммутационным платам (формулировка, критерии оптимизации, постановка задачи, алгоритм решения, типовой	4
11	5	Типовые задачи синтеза конструкций РЭС. Алгоритмы размещения элементов. Объемное и плоское размещение. Постановка задачи. Критерии оптимизации. Модели элементов. Модели связей (проводников). Модели поля размещения. Набор конструктивно-технологических параметров в задачах размещения. Классификация алгоритмов размещения. Обзор современных алгоритмов размещения элементов на поле платы.	4
12	5	Типовые задачи синтеза конструкций РЭС. Алгоритмы трассировки соединений в конструкциях РЭА. Трассировка проводных соединений. Трассировка печатных соединений. Постановка задачи. Критерии оптимизации. Набор конструктивно-технологических параметров в задачах трассировки. Модели трассировки (сеточная, бессеточная, топологическая). Классификация алгоритмов трассировки (глобальная, детальная, специальная). Обзор современных алгоритмов трассировки и тенденций	4

		развития.	
13	5	Типовые задачи синтеза конструкций РЭС. Проектирование жгутов. Методика применения САПР. Анализ рынка и особенности применения.	2
14	6	Математическое обеспечение САПР. Геометрические ядра. Функции и возможности ядра. Пример организации модулей САПР. Типы ядер (лицензируемые, частные, доступные в исходном коде). Список ядер и разработчиков. Примеры. Отечественное ядро.	4
15	6	Математическое обеспечение САПР. Технологии построения геометрических моделей (каркасное, каркасно-поверхностное, поверхностное, твердотельное моделирование). Способы построения каркасных моделей. Методы создания поверхностей в системах поверхностного моделирования. Основные типы поверхностей. Примеры. Твердотельная модель. Функции модели. Твердотельные модели (граничные, теоретико-множественные, декомпозиционные). Граничные модели-способы представления. Теоретико-множественные (конструктивные, кинематические, алгебрологические и функциональные). Декомпозиционные (воксельные, октантные, ячеечные). Достоинства, недостатки и области применения моделей.	4
16	6	Математическое обеспечение САПР. Технологии моделирования в ECAD и MCAD системах. Виды систем САПР с точки зрения технологий построения объектов (использующие историю построения, без истории построения, основанные на параметризации, основанные на вариационном прямом моделировании). Основные признаки каждой технологии. Примеры реализации.	4
17	6	Математическое обеспечение САПР. Параметризация в САПР. Зачем. Классификация - автоматизированная (табличная), полуавтоматическая (вариационная, иерархическая), автоматическая (ассоциативное конструирование, структурная, геометрическая, объектно-ориентированное конструирование). Примеры реализации в различных системах САПР.	4
18	7	Технические средства САПР. Устройства ввода. Способ формирования изображения. Векторизация. Характеристики сканеров. Программное обеспечение. 2D Сканеры. Классификация. 3D Сканеры (контактные, бесконтактные, фотограмметрические, лазерные, сканирование в структурированном свете). Дигитайзеры. Принципы работы. Перспективы использования в САПР. Устройства регистрации. Средства вывода изображений на носители информации. Классификация принтеров. Струйные, лазерные(LED), твердочернильные, сублимационные. 3D принтеры. Плоттеры (струйные, лазерные(LED), электростатические, сольвентные). Основные технические характеристики. Аппаратные (скорость печати, разрешение, калибровка). Цифровые инженерные системы. Технологии работы (электрографическая, термоструйная). Координатографы. Виды фотоплотеров и принцип работы. Основные характеристики фотоплотеров.	6
19	7	Технические средства САПР. Устройства хранения. Оптические диски. Способы подключения устройств хранения данных к пользователю (SAS, NAS, SAN). Оптические библиотеки. Жесткие диски. Основные характеристики жестких дисков. Технология S.M.A.R.T. Дисковые (RAID) массивы. Уровни RAID. Характеристики дисковых библиотек. Магнитные ленты. Устройство типичного стримера. Способы записи информации на магнитную ленту. Основные характеристики. Ленточные библиотеки. Характеристики библиотек.	4
20	7	Технические средства САПР. Устройства отображения. ЖК-мониторы. Характеристики ЖК-монитора (цветовые пространства, время отклика, контрастность, разрешение). 3D –монитор. LED- монитор. Видеоадаптеры. Характеристики видеоадаптеров (объем видеопамяти, тип интерфейса, драйверы, разрядность и быстродействие). Видеопамять. Графические функции видеоадаптера. Графический акселератор, сопроцессор.	4

		Программное обеспечение. Технологии объединения видеокарт (Cross Fire и SLI). Особенности использования и настройки в системах САПР. Устройства редактирования. Средства редактирования изображений в САПР. Клавиатура. Перспективные решения производителей. Мышь. Виды и принципы работы. Трекбол. Виды и принцип работы. Тачпады (тачрайтеры). Принцип работы, структура. 3D манипуляторы. Планшеты. Принцип работы, структура.	
--	--	--	--

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
6	2	Цикл 4 (CAE). Механические воздействия. Линейный анализ (статический прочностной расчёт , модальный анализ -задачи о собственных частотах, анализ собственных частот колебаний, анализ собственных частот колебаний с учётом статической нагрузки)	6
7	2	Цикл 4 (CAE). Механические воздействия. Линейный анализ (спектральный анализ, анализ случайных вибраций, анализ частотных характеристик , анализ переходных процессов, анализ критической нагрузки до потери устойчивости)	6
1	5	Цикл 1 (ECAD).Проектирование ПП. Создание Принципиальной электрической схемы.	6
2	5	Цикл 1 (ECAD). Проектирование ПП.Проектирование конструктива платы.Размещение элементов.	4
3	5	Цикл 1 (ECAD).Проектирование ПП. Трассировка проводников.	6
4	5	Цикл 3 (MCAD).ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОВОДНОГО И ЖГУТОВОГО МОНТАЖА.	6
5	5	Цикл 3 (MCAD).РАСЧЕТ МЕХАНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА 3D МОДЕЛИ В AUTODESK INVENTOR PROFESSIONAL	6
8	5	Цикл 3 (MCAD). СОЗДАНИЕ АНИМАЦИИ ПРОЦЕССА СБОРКИ ИЗДЕЛИЙ В AUTODESK INVENTOR PROFESSIONAL	4
9	5	Цикл 3 (MCAD). ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В AUTODESK INVENTOR PROFESSIONAL	4
10	5	Цикл 2 (MCAD). СОЗДАНИЕ ПАРАМЕТРИЗИРОВАННЫХ ТРЕХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВНИЕМ AUTODESK INVENTOR PROFESSIONAL	6
11	5	Цикл 2 (MCAD).СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ СБОРКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАНДАРТНЫХ БИБЛИОТЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В AUTODESK INVENTOR PROFESSIONAL	6
12	5	Цикл 2 (MCAD).СОЗДАНИЕ ПЛОСКИХ ЧЕРТЕЖЕЙ И ПРОЕКЦИЙ В AUTODESK INVENTOR PROFESSIONAL	4
13	5	Цикл 2 (MCAD). СОЗДАНИЕ СБОРОК С АДАПТИВНЫМИ СВЯЗЯМИ В AUTODESK INVENTOR PROFESSIONAL	4
14	5	Цикл 1 (ECAD).Проектирование ПП.Создание библиотеки элементов проекта.	6
15	5	Цикл 1 (ECAD). Проектирование ПП.Выпуск комплекта документации по ЕСКД.	6

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Курсовой проект	Кувшинов, Н. С. Изделия приборостроения [Текст] альбом рабочих чертежей Н. С. Кувшинов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Графика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. - 126, [1] с. ил. Кувшинов, Н. С. Инженерная графика в приборостроении [Текст] учеб. пособие по направлению 24.03.02 "Системы упр. движением и навигация" и др. Н. С. Кувшинов , Т. Н. Скоцкая ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Графика ; ЮУрГУ. - 2-е изд., перераб. и доп. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2015. - 142, [1] с. ил. электрон. версия Кувшинов, Н. С. Приборостроительное черчение [Текст] учеб. пособие для вузов электротехн. приборостроит. специальностей Н. С. Кувшинов, В. С. Дукмасова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Графика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2009. - 397 с. ил. Кувшинов, Н. С. Чертежи электротехнических изделий в приборостроении и энергетике [Текст] учеб. пособие Н. С. Кувшинов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Графика ; ЮУрГУ. - 2-е изд., перераб. и доп. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. - 128, [1] с. ил. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА [Текст] справочник под ред. Э. Т. Романычевой. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 1989. - 448 с. ил. Шандров, Б. В. Технические средства автоматизации [Текст] учебник по специальности "Автоматизация машиностроит. процессов и пр-в (машиностроение)" направления "Автоматизир. технологии и пр-ва" Б. В. Шандров, А. Д. Чудаков. - 2-е изд., стер. - М.: Академия, 2007 3D-технология построения чертежа. AutoCAD Учеб. пособие для вузов по направлениям подгот. дипломир. специалистов в обл. техники и технологии А. Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И. В. Буторина, Е. П. Дубовикова. - 3-е изд., перераб. и доп. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 245 с. ил. Инженерная 3D-компьютерная графика [Текст] учебник и практикум для вузов по инж.-техн. специальностям А. Л. Хейфец и др.; под ред. А. Л. Хейфеца ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Юрайт, 2015. - 602 с. ил.	7	86,5
Подготовка реферата по заданной	Автоматизированное проектирование узлов	6	20

проблемной теме (из материалов лекционного курса)	и блоков РЭС средствами современных САПР Учеб. пособие для вузов по направлению подгот. бакалавров и магистров "Проектирование и технология электрон. средств" и специальности "Проектирование и технология радиоэлектрон. средств" И. Г. Мироненко, В. Ю. Суходольский, К. К. Холуянов и др.; Под ред. И. Г. Мироненко. - М.: Высшая школа, 2002. - 390,[1] с. ил. Баканов, Г. Ф. Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств [Текст] учебное пособие для вузов по направлению "Радиотехника" Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский ; под ред. И. Г. Мироненко. - М.: Академия, 2007. - 364, [1] с. ил. 22 см. Быстров, Ю. А. Электронные цепи и микросхемотехника Учеб. для вузов по специальностям "Микроэлектроника и твердотельная электроника", "Электр. приборы и устройства" Ю. А. Быстров, И. Г. Мироненко. - М.: Высшая школа, 2002. - 383,[1] с. ил. Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств Учеб. пособие для вузов по специальности "Радиотехника" О. В. Алексеев, А. А. Головков, И. Ю. Пивоваров, Г. Г. Чавка; Под ред. О. В. Алексеева. - М.: Высшая школа, 2000. - 478,[1] с. ил. Норенков, И. П. Основы автоматизированного проектирования Учеб. для вузов по направлению "Информатика и вычисл. техника". - М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. - 359 с. ил. Норенков, И. П. Разработка систем автоматизированного проектирования Учеб. для вузов по спец."Системы автоматизир. проектирования". - М.: Издательство МГТУ, 1994. - 203,[3] с. ил.		
Подготовка презентации по заданной проблемной теме (из материалов лекционного курса)	Малюх, В.Н. Введение в современные САПР: Курс лекций. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 192 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/1314 — Загл. с экрана.Электронно-библиотечная система издательства Лань Изучение теплофизических процессов и свойств веществ с использованием методов компьютерного моделирования. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. — 82 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/52436 — Загл. с экрана.Электронно-библиотечная система издательства Лань Мылов, Г.В. Печатные платы: выбор базовых материалов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. —	6	16,75

	М. : Горячая линия-Телеком, 2016. — 172 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/90138 — Загл. с экрана.Электронно-библиотечная система издательства Лань Лопаткин, А. Проектирование печатных плат в системе Altium Designer : учебное пособие / А. Лопаткин. — 2-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 554 с. — ISBN 978-5-97060-509-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/97334 Электронно-библиотечная система издательства Лань Мылов, Г.В. Методологические основы автоматизации конструкторско-технологического проектирования гибких многослойных печатных плат [Электронный ресурс] / Г.В. Мылов, А.И. Таганов. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2014. — 168 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/55673Электронно-библиотечная система издательства Лань Жарков, Н. В. AutoCAD 2016 : руководство / Н. В. Жарков, М. В. Финков, Р. Г. Прокди. — Санкт-Петербург : Наука и Техника, 2016. — 624 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/69614 Электронно-библиотечная система издательства Лань Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин, О. А. Белоусов, Р. Ю. Курносков. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 412 с. — ISBN 978-5-8114-3240-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/169286Электронно-библиотечная система издательства Лань Муромцев, Д.Ю. Математическое обеспечение САПР [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.Ю. Муромцев, И.В. Тюрин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 464 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/42192Электронно-библиотечная система издательства Лань Гузненков, В.Н. Autodesk Inventor 2016. Трёхмерное моделирование деталей и выполнение электронных чертежей [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Н. Гузненков, П.А. Журбенко, Е.В. Винцулина. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 124 с. — Режим		
--	---	--	--

	доступа: https://e.lanbook.com/book/100908 Электронно-библиотечная система издательства Лань		
Подготовка тематического доклада по заданной проблемной теме (из материалов лекционного курса)	Малюх, В.Н. Введение в современные САПР: Курс лекций. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 192 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/1314 — Загл. с экрана.Электронно-библиотечная система издательства Лань Изучение теплофизических процессов и свойств веществ с использованием методов компьютерного моделирования. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. — 82 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/52436 — Загл. с экрана.Электронно-библиотечная система издательства Лань Мылов, Г.В. Печатные платы: выбор базовых материалов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Горячая линия-Телеком, 2016. — 172 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/90138 — Загл. с экрана.Электронно-библиотечная система издательства Лань Лопаткин, А. Проектирование печатных плат в системе Altium Designer : учебное пособие / А. Лопаткин. — 2-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 554 с. — ISBN 978-5-97060-509-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/97334 Электронно-библиотечная система издательства Лань Мылов, Г.В. Методологические основы автоматизации конструкторско-технологического проектирования гибких многослойных печатных плат [Электронный ресурс] / Г.В. Мылов, А.И. Таганов. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2014. — 168 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/55673 Электронно-библиотечная система издательства Лань Жарков, Н. В. AutoCAD 2016 : руководство / Н. В. Жарков, М. В. Финков, Р. Г. Прокди. — Санкт-Петербург : Наука и Техника, 2016. — 624 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/69614 Электронно-библиотечная система издательства Лань Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин, О. А. Белоусов, Р. Ю. Курносов. — Санкт-	6	20

	Петербург : Лань, 2021. — 412 с. — ISBN 978-5-8114-3240-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/169286 Электронно-библиотечная система издательства Лань Муромцев, Д.Ю. Математическое обеспечение САПР [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.Ю. Муромцев, И.В. Тюрин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 464 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/42192 Электронно-библиотечная система издательства Лань Гузненков, В.Н. Autodesk Inventor 2016. Трёхмерное моделирование деталей и выполнение электронных чертежей [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Н. Гузненков, П.А. Журбенко, Е.В. Винцулина. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 124 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/100908 Электронно-библиотечная система издательства Лань		
Подготовка выступления по заданной проблемной теме (из материалов лекционного курса)	Автоматизированное проектирование узлов и блоков РЭС средствами современных САПР Учеб. пособие для вузов по направлению подгот. бакалавров и магистров "Пректирование и технология электрон. средств" и специальности "Проектирование и технология радиоэлектрон. средств" И. Г. Мироненко, В. Ю. Суходольский, К. К. Холуянов и др.; Под ред. И. Г. Мироненко. - М.: Высшая школа, 2002. - 390,[1] с. ил. Баканов, Г. Ф. Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств [Текст] учебное пособие для вузов по направлению "Радиотехника" Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский ; под ред. И. Г. Мироненко. - М.: Академия, 2007. - 364, [1] с. ил. 22 см. Быстров, Ю. А. Электронные цепи и микросхемотехника Учеб. для вузов по специальностям "Микроэлектроника и твердотельная электроника", "Электр. приборы и устройства" Ю. А. Быстров, И. Г. Мироненко. - М.: Высшая школа, 2002. - 383,[1] с. ил. Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств Учеб. пособие для вузов по специальности "Радиотехника" О. В. Алексеев, А. А. Головков, И. Ю. Пивоваров, Г. Г. Чавка; Под ред. О. В. Алексеева. - М.: Высшая школа, 2000. - 478,[1] с. ил. Норенков, И. П. Основы автоматизированного проектирования Учеб. для вузов по направлению "Информатика и	6	15

	вычисл. техника". - М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. - 359 с. ил. Норенков, И. П. Разработка систем автоматизированного проектирования Учеб. для вузов по спец. "Системы автоматизир. проектирования". - М.: Издательство МГТУ, 1994. - 203,[3] с. ил.		
--	---	--	--

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	6	Промежуточная аттестация	Проверка подготовки материалов по практическим занятиям (Цикл 1 (ECAD).Проектирование ПП. Создание Принципиальной электрической схемы. Цикл 1 (ECAD). Проектирование ПП.Проектирование конструктива платы.Размещение элементов. Цикл 1 (ECAD).Проектирование ПП. Трассировка проводников.)	-	5	Проверка правильности выполнения текущей практической работы осуществляется на неделе, следующей за неделей выдачи и выполнения задания. Отчеты о практических работах должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями учебно-методических указаний кафедры (цикл 1 ECAD). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Максимальное количество баллов (в %) – 100. Весовой коэффициент мероприятия – 1. Критерии начисления баллов: 1) Правильность и полнота выполнения – до 20% баллов: • Работа	зачет

					выполнена полностью правильно – 20%. • В работе допущена 1 ошибка – 10%. • В работе больше одной ошибки или выполнена не полностью – 0%. 2) Время сдачи – до 2-х баллов: • Работа сдана студентом вовремя (следующее занятие) – 20%. • Работа сдана студентом – 10%. • Работа не сдана студентом – 0%. 3) Оформление текста отчета – до 20%: • Оформление текста отчета полностью соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 20%. • Оформление текста отчета в большей степени соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 10%. • Оформление текста отчета в большей степени не соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 0%. 4) Ответы на контрольные вопросы – 40%: • Правильно даны ответы на 100% вопросов – 40%. • Правильных ответов $\geq 75\%$ – 30%. • Правильных ответов $\geq$ 50% – 20%. • Правильных ответов $\geq$ 25% – 10%. • Правильных ответов $<$ 25% – 0%. Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %.	
--	--	--	--	--	--	--

						Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %.	
2	6	Текущий контроль	Проверка подготовки материалов по занятиям (Цикл 1 (ECAD). Проектирование ПП. Создание библиотеки элементов проекта. Цикл 1 (ECAD). Проектирование ПП. Выпуск комплекта документации по ЕСКД).	1	5	Проверка правильности выполнения текущей работы осуществляется на неделе, следующей за неделей выдачи и выполнения задания. Отчеты должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями учебно-методических указаний кафедры (цикл 1 ECAD). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Максимальное количество баллов (в %) – 100. Весовой коэффициент мероприятия – 1. Критерии начисления баллов: 1) Правильность и полнота выполнения – до 20% баллов: • Работа выполнена полностью правильно – 20%. • В работе допущена 1 ошибка – 10%. • В работе больше одной ошибки или выполнена не полностью – 0%. 2) Время сдачи – до 2-х баллов: • Работа сдана студентом вовремя (следующее занятие) – 20%. • Работа сдана студентом – 10%. • Работа не сдана студентом – 0%. 3) Оформление текста отчета – до 20%: • Оформление текста отчета полностью	зачет

					соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 20%. • Оформление текста отчета в большей степени соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 10%. • Оформление текста отчета в большей степени не соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 0%. 4) Ответы на контрольные вопросы – 40%: • Правильно даны ответы на 100% вопросов – 40%. • Правильных ответов $\geq 75\%$ – 30%. • Правильных ответов $\geq 50\%$ – 20%. • Правильных ответов $\geq 25\%$ – 10%. • Правильных ответов $< 25\%$ – 0%.	
3	7	Промежуточная аттестация	Проверка подготовки материалов по (Цикл 2 (MCAD). СОЗДАНИЕ ПАРАМЕТРИЗИРОВАННЫХ ТРЕХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ AUTODESK INVENTOR PROFESSIONAL. Цикл 2 (MCAD).СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ СБОРКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАНДАРТНЫХ БИБЛИОТЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В AUTODESK INVENTOR PROFESSIONAL. Цикл 2 (MCAD).СОЗДАНИЕ ПЛОСКИХ ЧЕРТЕЖЕЙ И ПРОЕКЦИЙ В AUTODESK INVENTOR PROFESSIONAL. Цикл 2 (MCAD). СОЗДАНИЕ СБОРОК С АДАПТИВНЫМИ СВЯЗЯМИ В AUTODESK INVENTOR PROFESSIONAL).	-	5 Проверка правильности выполнения текущей работы осуществляется на неделе, следующей за неделей выдачи и выполнения задания. Отчеты должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями учебно-методических указаний кафедры (цикл 2 и 3 1 системы САПР MCAD и CAE). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г.	экзамен

					№ 179). Максимальное количество баллов (в %) – 100. Весовой коэффициент мероприятия – 1. Критерии начисления баллов: 1) Правильность и полнота выполнения – до 20% баллов: • Работа выполнена полностью правильно – 20%. • В работе допущена 1 ошибка – 10%. • В работе больше одной ошибки или выполнена не полностью – 0%. 2) Время сдачи – до 2-х баллов: • Работа сдана студентом вовремя (следующее занятие) – 20%. • Работа сдана студентом – 10%. • Работа не сдана студентом – 0%. 3) Оформление текста отчета – до 20%: • Оформление текста отчета полностью соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 20%. • Оформление текста отчета в большей степени соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 10%. • Оформление текста отчета в большей степени не соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 0%. 4) Ответы на контрольные вопросы – 40%: • Правильно даны ответы на 100% вопросов – 40%. • Правильных ответов $\geq 75\%$ – 30%. • Правильных ответов $\geq 50\%$ – 20%. •	
--	--	--	--	--	--	--

						Правильных ответов $\geq$ 25% – 10%. • Правильных ответов $<$ 25% – 0%.	
4	7	Текущий контроль	Проверка подготовки материалов по практическим занятиям (Цикл 4 (САЕ). Механические воздействия. Линейный анализ (статический прочностной расчёт , модальный анализ - задачи о собственных частотах, анализ собственных частот колебаний, анализ собственных частот колебаний с учётом статической нагрузки). Цикл 4 (САЕ). Механические воздействия. Линейный анализ (спектральный анализ, анализ случайных вибраций, анализ частотных характеристик , анализ переходных процессов, анализ критической нагрузки до потери устойчивости). Цикл 3 (MCAD).ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОВОДНОГО И ЖГУТОВОГО МОНТАЖА. Цикл 3 (MCAD).РАСЧЕТ МЕХАНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА 3D МОДЕЛИ В AUTODESK INVENTOR PROFESSIONAL. Цикл 3 (MCAD). СОЗДАНИЕ АНИМАЦИИ ПРОЦЕССА СБОРКИ ИЗДЕЛИЙ В AUTODESK INVENTOR PROFESSIONAL. Цикл 3 (MCAD). ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В AUTODESK INVENTOR PROFESSIONAL.).	1	5	Проверка правильности выполнения текущей практической работы осуществляется на неделе, следующей за неделей выдачи и выполнения задания. Отчеты о лабораторных работах должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями учебно-методических указаний кафедры (цикл 2 и 3 1 системы САПР MCAD и САЕ). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Максимальное количество баллов (в %) – 100. Весовой коэффициент мероприятия – 1. Критерии начисления баллов: 1) Правильность и полнота выполнения – до 20% баллов: • Работа выполнена полностью правильно – 20%. • В работе допущена 1 ошибка – 10%. • В работе больше одной ошибки или выполнена не полностью – 0%. 2) Время сдачи – до 2-х баллов: • Работа сдана студентом вовремя (следующее занятие) – 20%. • Работа сдана студентом – 10%. • Работа не сдана студентом – 0%. 3) Оформление текста отчета – до 20%: •	экзамен

					Оформление текста отчета полностью соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 20%. • Оформление текста отчета в большей степени соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 10%. • Оформление текста отчета в большей степени не соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 0%. 4) Ответы на контрольные вопросы – 40%: • Правильно даны ответы на 100% вопросов – 40%. • Правильных ответов $\geq 75\%$ – 30%. • Правильных ответов $\geq 50\%$ – 20%. • Правильных ответов $\geq 25\%$ – 10%. • Правильных ответов $< 25\%$ – 0%.	
5	7	Курсовая работа/проект	Разработка комплекта чертежей для БНК (реинжиниринг) 50%	-	5 Проверка правильности выполнения курсового проекта осуществляется согласно график выполнения проекта, который предоставляется студенту в момент выдачи задания по курсовому проектированию (первая неделя 7 семестра.). Материалы предъявляемые к промежуточной аттестации составляют 50% объема работ и включают в себя (согласно учебного пособия по курсовому проектированию по	кур-совые проекты

					дисциплине) данные по детализированным и объемным чертежам выполненные в соответствии с требованиями и примерами приведенные в пособии. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Максимальное количество баллов (в %) – 100. Весовой коэффициент мероприятия – 1. Критерии начисления баллов: 1) Правильность и полнота выполнения – до 20% баллов: • Работа выполнена полностью правильно – 20%. • В работе допущена 1 ошибка – 10%. • В работе больше одной ошибки или выполнена не полностью – 0%. 2) Время сдачи – до 2-х баллов: • Работа сдана студентом вовремя (следующее занятие) – 20%. • Работа сдана студентом – 10%. • Работа не сдана студентом – 0%. 3) Оформление текста отчета – до 20%: • Оформление текста отчета полностью соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 20%. • Оформление текста отчета в большей степени соответствует техническим требованиям к выполнению учебной	
--	--	--	--	--	---	--

					документации – 10%. • Оформление текста отчета в большей степени не соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 0%. 4) Ответы на контрольные вопросы – 40%: • Правильно даны ответы на 100% вопросов – 40%. • Правильных ответов $\geq 75\%$ – 30%. • Правильных ответов $\geq 50\%$ – 20%. • Правильных ответов $\geq 25\%$ – 10%. • Правильных ответов $< 25\%$ – 0%.	
6	7	Курсовая работа/проект	Разработка комплекта чертежей для БНК (реинжиниринг) 100%	-	5 Проверка правильности выполнения курсового проекта осуществляется согласно графика выполнения проекта, который предоставляется студенту в момент выдачи задания по курсовому проектированию (первая неделя 7 семестра.). Материалы предъявляемые к текущей аттестации составляют 100% объема работ и включают в себя (согласно учебного пособия по курсовому проектированию по дисциплине) полный комплект чертежей и материалов выполненные в соответствии с требованиями и примерами приведенные в пособии. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов	кур- совые проекты

					учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Максимальное количество баллов (в %) – 100. Весовой коэффициент мероприятия – 1. Критерии начисления баллов: 1) Правильность и полнота выполнения – до 20% баллов: • Работа выполнена полностью правильно – 20%. • В работе допущена 1 ошибка – 10%. • В работе больше одной ошибки или выполнена не полностью – 0%. 2) Время сдачи – до 2-х баллов: • Работа сдана студентом вовремя (следующее занятие) – 20%. • Работа сдана студентом – 10%. • Работа не сдана студентом – 0%. 3) Оформление текста отчета – до 20%: • Оформление текста отчета полностью соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 20%. • Оформление текста отчета в большей степени соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 10%. • Оформление текста отчета в большей степени не соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 0%. 4) Ответы на контрольные вопросы – 40%: • Правильно даны ответы на 100% вопросов –	
--	--	--	--	--	--	--

						40%. • Правильных ответов $\geq 75\%$ – 30%. • Правильных ответов $\geq 50\%$ – 20%. • Правильных ответов $\geq 25\%$ – 10%. • Правильных ответов $< 25\%$ – 0%.	
--	--	--	--	--	--	--	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
курсовые проекты	Отлично: полный комплект материалов, сдан в срок, нет ошибок. Хорошо: полный комплект материалов, сдан в срок, с небольшими ошибками и неточностями, 3-5 ошибок. Удовлетворительно: полный комплект материалов, с ошибками и неточностями, сдан не в срок. Неудовлетворительно: полного комплекта материалов нет или грубые ошибки, сдан не в срок.	В соответствии с п. 2.7 Положения
зачет	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 % Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
экзамен	Письменные ответы на вопросы/ Отлично: полный ответ Хорошо: ответ с небольшими ошибками и неточностями Удовлетворительно: 3-5 ошибок при ответе Неудовлетворительно: ответа нет или несколько грубых ошибок. Перечень вопросов приложен в файле - Фонд оценочных средств по дисциплине САПР РЭС.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ					
		1	2	3	4	5	6
ПК-1	Знает: методику моделирования объектов и процессов, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Умеет: применять стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования для моделирования объектов и процессов.	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: работы со стандартными пакетами автоматизированного проектирования для моделирования объектов и процессов.	+	+	+	+	+	+
ПК-4	Знает: методику расчета и проектирования с использованием средств автоматизации проектирования	+	+	+	+	+	+
ПК-4	Умеет: выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и модулей электронных средств, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	+	+	+	+	+	+
ПК-4	Имеет практический опыт: проектирования с использованием средств автоматизации проектирования	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Автоматизированное проектирование узлов и блоков РЭС средствами современных САПР Учеб. пособие для вузов по направлению подгот. бакалавров и магистров "Пректирование и технология электрон. средств" и специальности "Проектирование и технология радиоэлектрон. средств" И. Г. Мироненко, В. Ю. Суходольский, К. К. Холуянов и др.; Под ред. И. Г. Мироненко. - М.: Высшая школа, 2002. - 390,[1] с. ил.
2. Баканов, Г. Ф. Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств [Текст] учебное пособие для вузов по направлению "Радиотехника" Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский ; под ред. И. Г. Мироненко. - М.: Академия, 2007. - 364, [1] с. ил. 22 см.
3. Быстров, Ю. А. Электронные цепи и микросхемотехника Учеб. для вузов по специальностям "Микроэлектроника и твердотельная электроника", "Электр. приборы и устройства" Ю. А. Быстров, И. Г. Мироненко. - М.: Высшая школа, 2002. - 383,[1] с. ил.
4. Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств Учеб. пособие для вузов по специальности "Радиотехника" О. В. Алексеев, А. А. Головков, И. Ю. Пивоваров, Г. Г. Чавка; Под ред. О. В. Алексеева. - М.: Высшая школа, 2000. - 478,[1] с. ил.
5. Норенков, И. П. Основы автоматизированного проектирования Учеб. для вузов по направлению "Информатика и вычисл. техника". - М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. - 359 с. ил.
6. Норенков, И. П. Разработка систем автоматизированного проектирования Учеб. для вузов по спец."Системы автоматизир. проектирования". - М.: Издательство МГТУ, 1994. - 203,[3] с. ил.

б) дополнительная литература:

1. 3D-технология построения чертежа. AutoCAD Учеб. пособие для вузов по направлениям подгот. дипломир. специалистов в обл. техники и технологии А. Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И. В. Буторина, Е. П. Дубовикова. - 3-е изд., перераб. и доп. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 245 с. ил.
2. Инженерная 3D-компьютерная графика [Текст] учебник и практикум для вузов по инж.-техн. специальностям А. Л. Хейфец и др.; под ред. А. Л. Хейфеца ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Юрайт, 2015. - 602 с. ил.
3. Кувшинов, Н. С. Изделия приборостроения [Текст] альбом рабочих чертежей Н. С. Кувшинов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Графика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. - 126, [1] с. ил.
4. Кувшинов, Н. С. Инженерная графика в приборостроении [Текст] учеб. пособие по направлению 24.03.02 "Системы упр. движением и навигация" и др. Н. С. Кувшинов , Т. Н. Скоцкая ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Графика ; ЮУрГУ. - 2-е изд., перераб. и доп. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2015. - 142, [1] с. ил. электрон. версия
5. Кувшинов, Н. С. Приборостроительное черчение [Текст] учеб. пособие для вузов электротехн. приборостроит. специальностей Н. С.

Кувшинов, В. С. Дукмасова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Графика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2009. - 397 с. ил.

6. Кувшинов, Н. С. Чертежи электротехнических изделий в приборостроении и энергетике [Текст] учеб. пособие Н. С. Кувшинов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Графика ; ЮУрГУ. - 2-е изд., перераб. и доп. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. - 128, [1] с. ил.

7. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА [Текст] справочник под ред. Э. Т. Романычевой. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 1989. - 448 с. ил.

8. Шандров, Б. В. Технические средства автоматизации [Текст] учебник по специальности "Автоматизация машиностроит. процессов и пр-в (машиностроение)" направления "Автоматизир. технологии и пр-ва" Б. В. Шандров, А. Д. Чудаков. - 2-е изд., стер. - М.: Академия, 2007

9. Компьютерная геометрия [Текст] учеб. пособие для вузов по направлению подготовки "Информатика и вычисл. техника", "Информ. системы" Н. Н. Голованов и др. - М.: Академия, 2006. - 510, [1] с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. САПР и графика
2. Компьютер пресс
3. CAD/CAM/CAE
4. CADmaster

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Учебное пособие для курсовой работы студента по дисциплине САПР РЭС

2. Платы печатные. Требования к конструированию. РД-50-78-91

3. Отраслевой стандарт. Установка элементов на печатные платы. ОСТ4.010.030. Часть 1.

4. Учебное пособие (CAE) для самостоятельной работы студента по дисциплине САПР РЭС

5. Кудрин Л.П. Конструирование РЭС: Учебное пособие по курсовому проектированию. – Челябинск: ЮУрГУ, 2007.

6. Отраслевой стандарт. Установка элементов на печатные платы. ОСТ4.010.030. Часть 2.

7. Учебное пособие (ECAD) для самостоятельной работы студента по дисциплине САПР РЭС

8. Учебное пособие (MCAD) для самостоятельной работы студента по дисциплине САПР РЭС

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Учебное пособие для курсовой работы студента по дисциплине САПР РЭС

2. Платы печатные. Требования к конструированию. РД-50-78-91

3. Отраслевой стандарт. Установка элементов на печатные платы. ОСТ4.010.030. Часть 1.

4. Учебное пособие (CAE) для самостоятельной работы студента по дисциплине САПР РЭС

5. Кудрин Л.П. Конструирование РЭС: Учебное пособие по курсовому проектированию. – Челябинск: ЮУрГУ, 2007.
6. Отраслевой стандарт. Установка элементов на печатные платы. ОСТ4.010.030. Часть 2.
7. Учебное пособие (ECAD) для самостоятельной работы студента по дисциплине САПР РЭС
8. Учебное пособие (MCAD) для самостоятельной работы студента по дисциплине САПР РЭС

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Малюх, В. Н. Введение в современные САПР: Курс лекций : учебное пособие / В. Н. Малюх. — Москва : ДМК Пресс, 2010. — 192 с. — ISBN 978-5-94074-551-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/1314 (дата обращения: 06.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Изучение теплофизических процессов и свойств веществ с использованием методов компьютерного моделирования : учебное пособие / под редакцией В. И. Хвостова,. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. — 82 с. — ISBN 978-5-7038-3705-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/52436 (дата обращения: 06.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Мылов, Г. В. Печатные платы: выбор базовых материалов : монография / Г. В. Мылов. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2016. — 172 с. — ISBN 978-5-9912-0486-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/90138 (дата обращения: 06.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Лопаткин, А. Проектирование печатных плат в системе Altium Designer : учебное пособие / А. Лопаткин. — 2-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 554 с. — ISBN 978-5-97060-509-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/97334 (дата обращения: 06.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Мылов, Г. В. Методологические основы автоматизации конструкторско-технологического проектирования гибких многослойных печатных плат / Г. В. Мылов, А. И. Таганов. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2014. — 168 с. — ISBN 978-5-9912-0367-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

			— URL: https://e.lanbook.com/book/55673 (дата обращения: 06.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Жарков, Н. В. AutoCAD 2016 : руководство / Н. В. Жарков, М. В. Финков, Р. Г. Прокди. — Санкт-Петербург : Наука и Техника, 2016. — 624 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/69614 (дата обращения: 06.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин, О. А. Белоусов, Р. Ю. Курносков. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 412 с. — ISBN 978-5-8114-3240-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/169286 (дата обращения: 06.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
8	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Муромцев, Д. Ю. Математическое обеспечение САПР : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин. — 2-е изд. перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-1573-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/42192 (дата обращения: 06.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
9	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Гузненков, В. Н. Autodesk Inventor 2016. Трёхмерное моделирование деталей и выполнение электронных чертежей : учебное пособие / В. Н. Гузненков, П. А. Журбенко, Е. В. Винцулина. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 124 с. — ISBN 978-5-97060-514-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/100908 (дата обращения: 06.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
10	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Трайнев, В. А. Методические положения по использованию методов параметрического моделирования : учебное пособие / В. А. Трайнев, С. В. Михайлов. — Москва : Дашков и К, 2015. — 44 с. — ISBN 978-5-394-02585-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/72352 (дата обращения: 06.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. AutoDesk-AutoCAD(бессрочно)
3. Autodesk-Educational Master Suite (AutoCAD, AutoCAD Architecture, AutoCAD Civil 3D, AutoCAD Inventor Professional Suite, AutoCAD Raster Design, MEP, Map 3D, Electrical, 3ds Max Design, Revit Architecture, Revit Structure, Revit(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	1008 (3б)	3Кабинет САПР, в котором находятся специализированный компьютерный класс САПР на 18 посадочных мест с лицензионным программным обеспечением, библиотека НТД (ГОСТы, ОСТы, ТУ, справочники, образцы КД и др.), аудиовизуальные технические средства обучения.
Лекции	1008 (3б)	Кабинет САПР, в котором находятся специализированный компьютерный класс САПР на 18 посадочных мест с лицензионным программным обеспечением, библиотека НТД (ГОСТы, ОСТы, ТУ, справочники, образцы КД и др.), аудиовизуальные технические средства обучения.
Практические занятия и семинары	1008 (3б)	Кабинет САПР, в котором находятся специализированный компьютерный класс САПР на 18 посадочных мест с лицензионным программным обеспечением, библиотека НТД (ГОСТы, ОСТы, ТУ, справочники, образцы КД и др.), аудиовизуальные технические средства обучения.