

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
радиотехники и электроники  
/ В.А. Небольсин /  
31 августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины (модуля)**  
**«Методы автоматизированного проектирования**  
**радиоэлектронных средств»**

**Направление подготовки (специальность)** 11.04.03 – Конструирования и технология электронных средств

**Магистерская программа** «Автоматизированное проектирование и технология радиоэлектронных средств специального назначения»

**Квалификация выпускника** Магистр

**Нормативный период обучения** 2 года / 2 года 3 месяца

**Форма обучения** Очная / Заочная

**Год начала подготовки** 2021 г.

Автор программы \_\_\_\_\_ /Макаров О.Ю./

Заведующий кафедрой  
конструирования и производства  
радиоаппаратуры \_\_\_\_\_ /Башкиров А.В./

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_ /Башкиров А.В./

**Воронеж 2021**

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Цели дисциплины

Состоят в овладении теоретическими знаниями и методологией решения задач проектирования РЭС с помощью методов и средств автоматизации проектных работ, использующих современные информационные технологии (ИТ), методы математического моделирования и оптимизации.

## 1.2. Задачи освоения дисциплины

Изучение математического и методического обеспечения и методов решения задач анализа и синтеза конструкций РЭС с применением современных подходов и автоматизированных средств проектирования. Приобретение знаний об информационных технологиях, используемых на всех этапах проектирования РЭС; концепции, принципах и методологии применения ИТ; принципах построения и особенностях современных САПР РЭС; методах, средствах и процедурах синтеза, анализа, оптимизации конструкций РЭС, верификации и принятии рациональных проектных решений. Освоение умений осуществлять математическую постановку типовых задач и выбирать эффективные методы и средства автоматизированного синтеза и анализа конструкций РЭС; выполнять проектные процедуры с использованием современных программных комплексов автоматизированного проектирования РЭС; оценивать и выбирать наиболее эффективное математическое и программное обеспечение для автоматизации проектных работ. Приобретение навыков выбора и формирования математических моделей объекта проектирования, методов и средств решения задач конструктивного синтеза, комплексного анализа и оптимизации различных характеристик РЭС.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Методы автоматизированного проектирования радиоэлектронных средств» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, блока Б.1 учебного плана.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Методы автоматизированного проектирования радиоэлектронных средств» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 - проектировать функциональные блоки, модули, устройства, системы и комплексы электронных средств с учетом заданных требований

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-3	Знать принципы проектирования и автоматизированного моделирования различных РЭС с учетом заданных требований

	Уметь разрабатывать требования к средствам автоматизированного синтеза и анализа конструкций электронных средств, контроля и диагностики
	владеть навыками тестирования и диагностики электронных средств и технологических процессов

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Методы автоматизированного проектирования радиоэлектронных средств» составляет 5 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

##### Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		2			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	90	90			
В том числе:					
Лекции	36	36			
Практические занятия (ПЗ)	18	18			
Лабораторные работы (ЛР)	36	36			
<b>Самостоятельная работа</b>	54	54			
Курсовой проект	+	+			
Контрольная работа					
Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой					
Вид промежуточной аттестации – экзамен	36	36			
Общая трудоемкость час	180	180			
зач. ед.	5	5			

##### Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		2			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	14	14			
В том числе:					
Лекции	4	4			
Практические занятия (ПЗ)	2	2			
Лабораторные работы (ЛР)	8	8			
<b>Самостоятельная работа</b>	157	157			
Курсовой проект	+	+			
Контрольная работа					
Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой					
Вид промежуточной аттестации – экзамен	9	9			
Общая трудоемкость час	180	180			
зач. ед.	5	5			

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Все го, час
1	Информационные технологии в проектировании РЭС. Состав и возможности современных САПР РЭС. Типовые задачи проектирования РЭС.	Информационные технологии – новая отрасль знаний. Основные понятия и определения. Этапы развития ИТ. Основные элементы ИТ. Операции технологического процесса в информационных системах. Основные принципы и методология применения ИТ. Особенности проектирования РЭС с использованием ИТ. Состав и возможности современных САПР РЭС. Наиболее распространенные программные комплексы конструкторского, топологического и схемотехнического проектирования РЭС: пакеты OrCAD, Altium Design, P-CAD, Pro/ENGINEER, комплексы средств Mentor Graphics, Cadence. Типовые задачи анализа, синтеза и оптимизации на этапе конструкторского проектирования РЭС.	7	4	7	10	28
2	Математическое обеспечение для решения задач проектирования РЭС. Математические модели конструкций РЭС для задач топологического проектирования.	Организация математического обеспечения для решения задач проектирования РЭС. Обеспечение характеристик РЭС как задача параметрической оптимизации. Постановка основных задач оптимального проектирования РЭС. Классификация задач, математических моделей и методов топологического проектирования РЭС. Структурный синтез. Коммутационная схема. Применение теории графов и множеств при проектировании топологии. Математические модели конструкций РЭС, используемые в задачах топологического проектирования. Представление коммутационных схем в виде графа, мультиграфа и гиперграфа.	7	4	7	10	28
3	Модели и методы топологического проектирования РЭС. Задачи компоновки, размещения и трассировки.	Задачи компоновки, размещения и трассировки. Основные типы алгоритмов их решения. Целевые функции и математическая постановка задачи компоновки. Последовательные и итерационные алгоритмы. Модели и алгоритмы размещения элементов РЭС на коммутационном поле. Основные критерии и ограничения задачи размещения. Целевые функции и математическая постановка задачи размещения. Алгоритмы трассировки соединений в РЭС. Волновой алгоритм.	7	4	7	10	28
4	Задачи анализа при проектировании РЭС. Классификация математических моделей характеристик РЭС. Задачи и методы моделирования РЭС.	Основные задачи анализа и верификации конструкций РЭС. Классификация и основные типы уравнений, применяемых при моделировании характеристик РЭС различной физической природы. Основные аналитические и численные методы моделирования. Математическая постановка основных задач анализа характеристик РЭС.	7	4	7	10	28
5	Современные концепции проектирования РЭС. Развитие современных САПР РЭС	Современные концепции проектирования РЭС и организации проектных работ. Параллельное проектирование РЭС. Сетевые технологии и экспертные системы в САПР РЭС. CALS-технологии. Основные направления и тенденции развития и повышения эффективности современных САПР РЭС.	8	2	8	14	32
<b>Итого</b>			<b>36</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	<b>144</b>

## заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Все го, час
1	Информационные технологии в проектировании РЭС. Состав и возможности современных САПР РЭС. Типовые задачи проектирования РЭС. Математическое обеспечение для решения задач проектирования РЭС. Математические модели конструкций РЭС для задач топологического проектирования.	Информационные технологии – новая отрасль знаний. Основные понятия и определения. Этапы развития ИТ. Основные элементы ИТ. Операции технологического процесса в информационных системах. Основные принципы и методология применения ИТ. Особенности проектирования РЭС с использованием ИТ. Состав и возможности современных САПР РЭС. Наиболее распространенные программные комплексы конструкторского, топологического и схемотехнического проектирования РЭС: пакеты OrCAD, Altium Design, P-CAD, Pro/ENGINEER, комплексы средств Mentor Graphics, Cadence. Типовые задачи анализа, синтеза и оптимизации на этапе конструкторского проектирования РЭС. Организация математического обеспечения для решения задач проектирования РЭС. Обеспечение характеристик РЭС как задача параметрической оптимизации. Постановка основных задач оптимального проектирования РЭС. Классификация задач, математических моделей и методов топологического проектирования РЭС. Структурный синтез. Коммутационная схема. Применение теории графов и множеств при проектировании топологии. Математические модели конструкций РЭС, используемые в задачах топологического проектирования. Представление коммутационных схем в виде графа, мультиграфа и гиперграфа.	2		4	80	66
2	Модели и методы топологического проектирования РЭС. Задачи компоновки, размещения и трассировки. Задачи анализа при проектировании РЭС. Классификация математических моделей характеристик РЭС. Задачи и методы моделирования РЭС. Современные концепции проектирования РЭС. Развитие современных САПР РЭС	Задачи компоновки, размещения и трассировки. Основные типы алгоритмов их решения. Целевые функции и математическая постановка задачи компоновки. Последовательные и итерационные алгоритмы. Модели и алгоритмы размещения элементов РЭС на коммутационном поле. Основные критерии и ограничения задачи размещения. Целевые функции и математическая постановка задачи размещения. Алгоритмы трассировки соединений в РЭС. Волновой алгоритм. Основные задачи анализа и верификации конструкций РЭС. Классификация и основные типы уравнений, применяемых при моделировании характеристик РЭС различной физической природы. Основные аналитические и численные методы моделирования. Математическая постановка основных задач анализа характеристик РЭС. Современные концепции проектирования РЭС и организации проектных работ. Параллельное проектирование РЭС. Сетевые технологии и экспертные системы в САПР РЭС. CALS-технологии. Основные направления и тенденции развития и повышения эффективности современных САПР РЭС.	2	2	4	77	85
<b>Итого</b>			<b>4</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>157</b>	<b>171</b>

## **5.2 Перечень лабораторных работ**

1. Автоматизированная компоновка и размещение элементов при проектировании топологии печатной платы.
2. Моделирование типовых (электрических, тепловых, механических) характеристик конструкций РЭС с использованием современных программных средств.

## **6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 2 семестре для очной и заочной форм обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Применение методов автоматизированного проектирования РЭС».

Содержанием курсового проекта является изучение возможностей современных методов и средств автоматизированного проектирования РЭС, выбор наиболее эффективных в конкретных условиях и применение для решения типовых проектных задач.

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- провести поиск и анализ информации о имеющихся методах и средствах, их возможностях и обосновать выбор наиболее целесообразных из них в рамках заданной тематики;
- разработать методику их применения для решения конкретных поставленных задач;
- провести практическое применение на примере типовых конструкций РЭС на уровне устройств, комплексов и систем.

Курсовой проект включает в себя расчетно-пояснительную записку с приложением необходимого графического материала.

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение контрольных работ

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

### **7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

#### **7.1.1 Этап текущего контроля**

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

- «аттестован»;
- «не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-3	знать принципы проектирования и автоматизированного моделирования различных РЭС с учетом заданных требований	Активная работа на лабораторных и практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь разрабатывать требования к средствам автоматизированного синтеза и анализа конструкций электронных средств, контроля и диагностики	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками тестирования и диагностики электронных средств и технологических процессов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 6 и 8 семестрах для очной и заочной форм обучения по системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ПК-3	знать принципы проектирования и автоматизированного моделирования различных РЭС с учетом заданных требований	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь разрабатывать требования к средствам автоматизированного синтеза и анализа конструкций электронных средств, контроля и диагностики	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	владеть навыками тестирования и диагностики электронных средств и технологических процессов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

**7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

## 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1.	К какой проблеме относится определение основных характеристик системы при некоторой выбранной (фиксированной) структуре? а) проблема синтеза б) проблема анализа
2.	К какой проблеме относится выбор числа уровней и подсистем (иерархия системы)? а) проблема синтеза б) проблема анализа
3.	К какому виду подсистем относятся подсистемы трассировки соединений в печатных платах? а) обслуживающие подсистемы б) проектирующие подсистемы
4.	К какому виду подсистем относятся подсистемы разработки и сопровождения программного обеспечения CASE (Computer Aided Software Engineering)? а) обслуживающие подсистемы б) проектирующие подсистемы
5.	К какому виду подсистем относятся подсистемы изготовления конструкторской документации и схемотехнического анализа? а) обслуживающие подсистемы б) проектирующие подсистемы
6.	Какую машинную графику следует использовать для решения задач проектирования конструкции? а) интерактивную машинную графику б) пакетную обработку графической информации
7.	Какая графическая система должна использоваться для оформления технической документации? а) специализированные графические системы б) системы общего назначения
8.	Какая графическая система должна использоваться для оформления графических зависимостей РЭС? а) специализированные графические системы б) системы общего назначения
9.	Какие подходы необходимы для решения задач трассировки соединений между элементами? а) внедрение существующего программного обеспечения б) построение математических моделей с) разработка соответствующих программ д) разработка алгоритмов
10.	Какие подходы необходимы для решения задач размещения элементов электрической схемы после того, как задача компоновки уже решена? а) внедрение существующего программного обеспечения б) разработка алгоритмов с) построение математических моделей д) разработка соответствующих программ
11.	В результате проведения научно-исследовательских работ создана документация для решения задачи трассировки. К какой системе относится полученная документация? а) SCM-система (управление цепочками поставок) б) PDM-система (управление проектными данными) с) CAD-система (конструкторское проектирование) д) CAM-система (технологическая подготовка производства) е) CAE-система (функциональное проектирование)



12	<p>Имеем набор конструкторской документации на прибор. Какое из определений понятия "информация" наиболее точно соответствует имеющейся документации?</p> <p>а)"информация - сведения, передаваемые одними людьми другим людям устным, письменным или каким-нибудь другим способом" (БСЭ)</p> <p>б)"информация есть все сведения, являющиеся объектом хранения, передачи и преобразования"</p> <p>в)"информация является одной из фундаментальных сущностей окружающего нас мира" 4, "информация является одним из основных универсальных свойств материи"</p> <p>д)"информация есть отражение реального мира"</p>
13	<p>Какие периферийные устройства необходимы для проектирования однослойных печатных плат?</p> <p>а)графический процессор</p> <p>б)графическая РС</p> <p>с)графические адаптеры</p>
14	<p>Какие периферийные устройства необходимы для проектирования каркасных трёхмерных изображений?</p> <p>а)графическая РС</p> <p>б)графические адаптеры</p> <p>с)графический процессор</p>
15	<p>Какой вид изображений необходим для оформления чертежей?</p> <p>а)высококачественные черно-белые изображения</p> <p>б)цветные или двумерные изображения</p> <p>с)проекция трёхмерных изображений с закрашиванием поверхностей</p> <p>д)проекции реалистичных трёхмерных изображений с учётом отражательных характеристик поверхностей объектов и формированием светотеней</p> <p>е)каркасные трёхмерные проекции конструкторских чертежей эскизов с удалением и без удаления невидимых линий</p>
16	<p>Решение какой задачи проектирования РЭС потребуется для повышения процента выхода годных (т.е. уменьшение брака) приборов?</p> <p>а) создание новых РЭС</p> <p>б)существенная модернизация</p> <p>с)частичная модернизация существующей РЭС</p>
17	<p>Решение какой задачи проектирования РЭС потребуется после внесения существенных изменений в конструкцию прибора?</p> <p>а)создание новых РЭС</p> <p>б)существенная модернизация</p> <p>с)частичная модернизация существующей РЭС</p> <p>д)Решение какой задачи проектирования РЭС потребуется после внесения изменений в технологию?</p> <p>е)частичная модернизация существующей РЭС</p> <p>ф)создание новых РЭС</p> <p>г)существенная модернизация</p>
18	<p>Что представляет собой система автоматизированного проектирования (САПР)?</p> <p>а) средство автоматизации проектирования</p> <p>б) система деятельности людей по проектированию объектов</p>
19	<p>Виброустойчивость -это:</p> <p>а) способность конструкции нормально функционировать в условиях воздействия вибрации</p> <p>б) способность конструкции противодействовать и устранять вибрацию</p> <p>с) способность устойчиво функционировать в условиях переменных колебаний</p>
20	<p>Вибропрочность -это:</p> <p>а) способность конструкции выдерживать вибрацию</p>

	<p>b) способность конструкции нормально функционировать после устранения вибрации</p> <p>c) способность конструкции противостоять разрушающему воздействию вибрации</p>
21	<p>Односторонние печатные платы рекомендуется использовать для:</p> <p>a) формирование качественных линий связи</p> <p>b) формирование линии связи</p> <p>c) сверхбыстродействующих систем</p>
22	<p>Пассивные компоненты для поверхностного монтажа изготавливаются в двух модификациях:</p> <p>a) в виде цилиндра и в виде чипа</p> <p>b) корпусные и бескорпусные</p> <p>c) с аксиальными и радиальными выводами</p>
23	<p>Разработка критериев конструкции формируется из:</p> <p>a) параметров, по которым ведётся оценка конструкции</p> <p>b) задач оптимизации</p> <p>c) решения задач достижения минимизации значения параметров</p>
24	<p>Термин «верификация» означает:</p> <p>a) построение полной модели конструкции</p> <p>b) конструкторская реализация схемы</p> <p>c) установление работоспособности</p>
25	<p>Топологическое проектирование рассматривается как комплекс вопросов:</p> <p>a) синтез конструкции -интерактивная оптимизация -документация</p> <p>b) корректировка решений -верификация -сертификация</p> <p>c) проектирование -изготовление -контроль</p>
26	<p>Топологическое проектирование включает три формализованных взаимосвязанных задачи:</p> <p>a) разбиение -размещение –трассировка</p> <p>b) схема -компоновка -трассировка</p> <p>c) теория -критерии -задачи</p>
27	<p>На каком этапе проектирования РЭС необходимо решение задачи оптимизации проводных и печатных соединений?</p> <p>a) функциональное проектирование</p> <p>b) системотехническое проектирование</p> <p>c) технологическая подготовка производства</p> <p>d) конструкторское проектирование</p>
28	<p>На каком этапе проектирования РЭС осуществляется выбор элементной базы и электрической схемы проектируемого изделия?</p> <p>a) технологическая подготовка производства</p> <p>b) системотехническое проектирование</p> <p>c) функциональное проектирование</p> <p>d) конструкторское проектирование</p>
29	<p>На какой стадии осуществляется разработка математической модели для управления технологическим процессом при проектировании РЭС?</p> <p>a) технология изготовления и испытания спроектированного объекта (опытного образца или партии), внесения коррекции (при необходимости)</p> <p>b) рабочий проект</p> <p>c) научно-исследовательская работа</p> <p>d) технический проект</p> <p>e) техническое задание на проектируемый объект</p>

30	<p>На какой стадии выдаётся окончательная конструкторская документация при проектировании РЭС?</p> <p>а)технический проект  б)рабочий проект  с)технология изготовления и испытания спроектированного объекта (опытного образца или партии), внесения коррекции (при необходимости)  d) техническое задание на проектируемый объект  е) научно-исследовательская работа</p>
31	<p>На каком этапе проектирования РЭС определяются принципы ее работы?</p> <p>а)функциональное проектирование  б)системотехническое проектирование  с)технологическая подготовка производства  d)конструкторское проектирование</p>
32	<p>На какой стадии проектирования РЭС необходимо проведение научно-исследовательских работ?</p> <p>а) эскизное проектирование  б) предварительное проектирование  с)техническое проектирование</p>
33	<p>На какой стадии проектирования РЭС создаётся экспериментальный образец проектируемого изделия?</p> <p>а)техническое проектирование  б)эскизное проектирование  с)предварительное проектирование</p>
34	<p>На какой стадии проектирования РЭС возможно максимальное использование компьютера?</p> <p>а)предварительное проектирование  б)эскизное проектирование  с)техническое проектирование</p>
35	<p>Разработана документация для проектирования технологического маршрута. К какой системе относится полученная документация?</p> <p>а)PDM-система (управление проектными данными)  б)SCM-система (управление цепочками поставок)  с)CAE-система (функциональное проектирование)  d)CAD-система (конструкторское проектирование)  е)CAM-система (технологическая подготовка производства)</p>
36	<p>Электромагнитная совместимость -это:</p> <p>а)способность аппаратуры не создавать не допустимых помех другим устройствам  б)способность аппаратуры увеличивать чувствительность при воздействии различных полей  с)способность аппаратуры функционировать согласно требованиям ТУ одновременно с другими устройствами в реальной электромагнитной обстановке.</p>

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

#### Вариант 1

1 – Типовые задачи анализа, синтеза и оптимизации на этапе конструкторского проектирования ЭС.

2 – Коммутационная схема.

3 – Назначение и организация комплексного моделирования различных характеристик ЭС?

#### Вариант 2

- 1 – Организация математического обеспечения для решения задач проектирования ЭС.
- 2 – Постановка основных задач оптимального проектирования ЭС.
- 3 – Электронные средства как виртуальный объект, применение такого подхода при их проектировании.

#### Вариант 3

- 1 – Классификация задач, математических моделей и методов топологического проектирования ЭС.
- 2 – Математические модели конструкций ЭС, используемые в задачах топологического проектирования.
- 3 – Основные аналитические и численные методы моделирования характеристик ЭС различной физической природы.

#### Вариант 4

- 1 – Задачи структурного синтеза в процессе проектирования ЭС.
- 2 – Целевые функции и математическая постановка задачи компоновки.
- 3 – Области применения аналитических и численных методов моделирования характеристик ЭС, их достоинства и недостатки.

#### Вариант 5

- 1 – Задачи параметрического синтеза в процессе проектирования ЭС.
- 2 – Модели и алгоритмы размещения элементов ЭС на коммутационном поле.
- 3 – Основные характеристики математических моделей ЭС.

#### Вариант 6

- 1 – Задачи структурной и параметрической оптимизации в процессе проектирования ЭС.
- 2 – Алгоритмы трассировки соединений в ЭС. Волновой алгоритм.
- 3 – Применение различных математических моделей на разных этапах проектирования ЭС по критерию «точность-сложность».

#### Вариант 7

- 1 – Применение теории графов и множеств при проектировании топологии.
- 2 – Основные задачи анализа и верификации конструкций ЭС.
- 3 – Постановка задач анализа характеристик ЭС как типовых задач математической физики.

#### Вариант 8

- 1 – Математические модели конструкций ЭС, используемые в задачах топологического проектирования.
- 2 – Математическая постановка и методы решения основных задач анализа характеристик ЭС.
- 3 – Каким образом унификация связана с технологичностью ЭС?

#### Вариант 9

- 1 – Задачи компоновки, размещения и трассировки. Основные типы алгоритмов их решения.
- 2 – Целевые функции и математическая постановка задачи размещения.
- 3 – Постановка задач оптимального проектирования ЭС в виде типовых задач математического программирования.

#### Вариант 10

- 1 – Классификация и основные типы уравнений, применяемых при моделировании характеристик ЭС различной физической природы.

- 2 – Целевые функции и математическая постановка задачи компоновки.
- 3 – Задачи многокритериальной оптимизации, их применение и постановка на различных этапах проектирования ЭС

### **7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

#### Вариант 1

- 1 – Современные РЭС как объект проектирования.
- 2 – Возможности современных программных комплексов автоматизированного проектирования РЭС.
- 3 – Какова последовательность применения средств и комплексов автоматизированного проектирования РЭС в соответствии с их функциональным назначением?

#### Вариант 2

- 1 – Какие комплексы проектирования служат основой для построения современных интегрированных САПР РЭС?
- 2 – Классификация проектных процедур.
- 3 – Структура, назначение и основные возможности комплексов функционального проектирования (OrCAD, Altima Design и т.д.).

#### Вариант 3

- 1 – Какие основные положения системного подхода используются в процессе проектирования РЭС?
- 2 – Особенности проектирования РЭС с использованием средств и возможностей ИТ.
- 3 – Структура, назначение и основные возможности комплексов конструкторско-топологического проектирования (OrCAD, Altima Design, P -CAD и т.д.).

#### Вариант 4

- 1 – Что включает в себя понятие «Информационные технологии» применительно к процессу проектирования РЭС?
- 2 – Основные функциональные возможности типовых программных комплексов проектирования РЭС.
- 3 – Сетевые технологии и экспертные системы в САПР РЭС.

#### Вариант 5

- 1 – Основные этапы развития ИТ, применяемых в сфере проектирования технических объектов.
- 2 – Типовые задачи анализа, синтеза и оптимизации на различных этапах проектирования РЭС, решаемые с помощью средств САПР.
- 3 – Структура, назначение и основные возможности универсальных комплексов конструкторского проектирования (Pro/ENGINEER и т.д.).

#### Вариант 6

- 1 – Какие элементы (комплексы, обеспечение) являются базой современных ИТ?
- 2 – Основные задачи и автоматизированные процедуры, выполняемые на этапе функционального проектирования РЭС.
- 3 – Возможности современных программных комплексов проектирования по оптимизации проектных решений.

#### Вариант 7

- 1 – Структура и состав современных САПР РЭС.
- 2 – Основные задачи и автоматизированные процедуры, выполняемые на этапе конструкторского проектирования РЭС.

3 – Основные типы функциональных характеристик РЭС, которые моделируются с помощью современных программных комплексов.

Вариант 8

1 – Наиболее распространенные программные комплексы конструкторского, топологического и схемотехнического проектирования РЭС.

2 – Основные задачи и автоматизированные процедуры, выполняемые на этапе топологического проектирования конструкций РЭС.

3 – Основные типы характеристик конструкций РЭС, которые моделируются при помощи современных программных комплексов.

Вариант 9

1 – Основные операции технологического процесса в САПР как информационных системах.

2 – Основные задачи и автоматизированные процедуры, выполняемые на этапе технологического проектирования РЭС.

3 – Комплексы САПР Mentor Graphics, Cadence.

Вариант 10

1 – Основные принципы применения ИТ и средств САПР.

2 – Применение средств 3D-моделирования конструкций РЭС.

3 – Возможности и назначение универсальных программных комплексов моделирования (ANSYS, SolidWorks и т.д.) при проектировании РЭС.

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

Не предусмотрено учебным планом

#### **7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**

1) Автоматизированное проектирование (АП), как технология проектно-конструкторской деятельности. Цели АП.

2) Определение понятия САПР.

3) Классификация САПР. Задачи, решаемые на основе классификации.

4) Классификационные признаки и группы САПР.

5) Общая характеристика процесса автоматизированного проектирования.

6) Структура процесса автоматизированного проектирования, его принципиальные свойства - иерархичность, итерационность, альтернативность.

7) Функциональные составляющие САПР - проектирующие и обслуживающие подсистемы.

8) Виды обеспечения САПР. Горизонтальные и вертикальные системные связи в САПР.

9) Системный подход к автоматизации проектно-конструкторских работ. Связь САПР с системами автоматизации других видов. Интегрированные (комплексные) САПР.

10) АСНИ, САПР изделий, АСТПП, АСУ ТП, АСКИО. Их характеристики.

11) САПР и их место среди других систем. Разновидности САПР. Виды обеспечения САПР. Примеры САПР.

- 12) CAE/CAD/CAM -системы. Функции и характеристики.
- 13) Электронная (безбумажная) форма введения конструкторско-технологической документации.
- 14) CALS –технологии информационной поддержки жизненного цикла изделий РЭС.
- 15) Техническое обеспечение САПР. Анализ требований к комплексу технических средств (КТС).
- 16) Структура технического обеспечения САПР. Технические средства. Машинные носители информации, виды каналов связи, средства вычислительной техники. Понятия клиент-сервера, файл-сервера, сервера баз данных, сервера приложений, коммутационного сервера, специализированного сервера.
- 17) Специализированные КТС САПР -автоматизированные рабочие места.
- 18) Компьютерные сети в САПР.
- 19) Обеспечение безопасности информационных технологий проектирования РЭС.
- 20) Устройства вывода текстовой документации в САПР-печатающие устройства (ПУ).
- 21) Устройства вывода графической информации в САПР - графопостроители и координатографы векторного типа.
- 22) Устройства вывода графической информации в САПР - графопостроители и координатографы растрового типа.
- 23) Устройства ввода графической информации в САПР-кодировщики графической информации. Классификация. Потребительские характеристики.
- 24) Устройства 3D-прототипирования (3D-принтеры) в САПР РЭС.
- 25) Функциональная схема САПР на уровне программного, информационного и лингвистического обеспечения.
- 26) Состав программного обеспечения САПР.
- 27) Состав информационного и лингвистического обеспечения САПР.
- 28) Типовые процессы проектирования в САПР подготовительного, основного и заключительного этапов.
- 29) Состав и структура систем и AltiumDesigner.
- 30) Организация операционной среды в графических редакторах систем PCAD и Altium Designer.
- 31) Алгоритм работы с САПР схемотехника РЭС.
- 32) Алгоритм работы с САПР конструктора РЭС.
- 33) Алгоритм работы с САПР технолога РЭС.
- 34) Формат языка текстового описания электрической схемы в системах PCAD и Altium Designer.
- 35) Структура библиотечного описания УГО компонента в системах PCAD и AltiumDesigner.
- 36) Структура библиотечного описания КТО компонента в системах PCAD и Altium Designer.
- 37) Работа с библиотечными компонентами в системах AltiumDesigner. Общие сведения, порядок работы.
- 38) Структура описания конструктива в системах Altium Designer.

- 39) Автоматическая процедура размещения в системах Altium Designer.  
 40) Процедуры размещения и улучшения размещения компонентов на ПП.  
 41) Ручная и интерактивная трассировка соединений в системах и Altium Designer.  
 42) Автоматическая процедура трассировки в системах и Altium Designer.

### 7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 3 вопроса, 3 стандартные задачи и 3 прикладные задачи. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 9.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 7 баллов.
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал 8 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал 9 баллов.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Информационные технологии в проектировании РЭС. Состав и возможности современных САПР РЭС. Типовые задачи проектирования РЭС.	ПК-3	Тест, зачет, устный опрос
2	Математическое обеспечение для решения задач проектирования РЭС. Математические модели конструкций РЭС для задач топологического проектирования.	ПК-3	Тест, зачет, устный опрос, КП
3	Модели и методы топологического проектирования РЭС. Задачи компоновки, размещения и трассировки.	ПК-3	Тест, зачет, устный опрос, КП
4	Задачи анализа при проектировании РЭС. Классификация математических моделей характеристик РЭС. Задачи и методы моделирования РЭС.	ПК-3	Тест, зачет, устный опрос, КП
5	Современные концепции проектирования РЭС. Развитие современных САПР РЭС	ПК-3	Тест, зачет, устный опрос



### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсового проекта осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Автоматизация проектирования РЭС: Учеб. пособ. для вузов / О.В. Алексеев, А.А. Головков, И.Ю. Пивоваров и др.; Под. ред О.В.Алексеева. М: Высшая школа, 2000. 479 с.
2. Норенков И.П., Маничев В.Б. Основы теории и проектирования САПР: Учебник для вузов. М.: Высшая школа, 1990. 335 с.
3. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: Учеб. для вузов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. 360 с.
4. Советов Б.Я. Информационные технологии : Учеб. пособ. М. : Высш. шк., 2008.
5. Иванова Н.Ю., Романова Е.Б. Инструментальные средства конструкторского проектирования электронных средств - Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2013. - 121 с.
6. Кологривов В. А. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств (часть 1): Учебное пособие / Томск : ТУСУР – 2012. 120 с. URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4930](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4930)
7. Кологривов В. А. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств (часть 2): Учебное пособие / Томск : ТУСУР – 2012. 132 с. URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4929](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4929)

8. Муромцев Д.Ю., Тюрин И.В. Математическое обеспечение САПР. СПб.: Лань, 2014. URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=42192](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42192)
9. Муратов А.В., Сотникова К.Н. Информационные технологии проектирования РЭС: Учеб. пособ. Воронеж: ВГТУ, 2008. 242 с.
10. Самойленко Н.Э., Макаров О.Ю. Методы нелинейного программирования в задачах проектирования РЭС. Воронеж: ВГТУ, 2006. 93 с.
11. Алгоритм парных перестановок в задачах автоматизированного топологического проектирования РЭС: Учеб. пособ. / Муратов А.В., Макаров О.Ю., Скоробогатов В.С., Скоробогатов М.В. Воронеж: ВГТУ, 2009. 124 с.
12. Гольдин В.И. Информационная поддержка жизненного цикла электронных средств/ В.В. Гольдин и др. М.: Радио и связь, 2002. 379 с.
13. Турецкий А.В., Бородин В.В., Сизов С.Ю.. Моделирование тепловых и механических характеристик радиоэлектронных устройств в системе Pro/Engineer: Методические указания к лабораторным работам. Воронеж: ВГТУ, 2012.
14. Макаров О.Ю. Моделирование тепловых характеристик интегральных схем в импульсном режиме работы: Методические указания к лабораторной работе. Воронеж: ВГТУ, 2014.
15. Лопин А.В., Муратов А.В., Бобылкин И.С., Макаров О.Ю. Метод математического моделирования тепловых образов радиоэлектронных элементов на печатной плате: Методические указания к лабораторной работе. Воронеж: ВГТУ, 2013.
16. Макаров О.Ю., Турецкий А.В. Моделирование времени задержки сигнала в соединительных проводниках с диэлектрической изоляцией: Методические указания к лабораторной. Воронеж: ВГТУ, 2010.

## **8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

Перечень ПО, включая перечень лицензионного программного обеспечения:

ОС Windows 7 Pro;  
Media Player Classic Black Edition;  
Google Chrome;  
Microsoft Office 64-bit;

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

<http://window.edu.ru> – единое окно доступа к информационным ресурсам;

<http://www.edu.ru/> – федеральный портал «Российское образование»;  
Образовательный портал ВГТУ;

<https://www.iprbookshop.ru/> – электронная библиотечная система IPRbooks

<https://e.lanbook.com/>- электронно-библиотечная система Лань  
Электронная информационно-обучающая система ВГТУ  
<https://old.education.cchgeu.ru/>

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, оснащенная следующим оборудованием:

- персональный компьютер с установленным ПО, подключенный к сети интернет;
- доска магнитно-маркерная;
- мультимедийный проектор на кронштейне;
- экран настенный;
- учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации

Учебная аудитория (компьютерный класс) для проведения практических и лабораторных занятий, оснащенная следующим оборудованием:

- персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет — 15 шт.;
- принтер лазерный;
- доска магнитно-маркерная поворотная;

Помещение (Читальный зал) для самостоятельной работы с выходом в сеть «Интернет» и доступом в электронно-библиотечные системы и электронно-информационную среду, укомплектованное следующим оборудованием:

- персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет — 10 шт.;
- принтер;
- магнитно-маркерная доска;
- переносные колонки, переносной микрофон.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Методы автоматизированного проектирования радиоэлектронных средств» читаются лекции, проводятся лабораторные и практические занятия, выполняется курсовой проект.

Лекции представляет собой систематическое, последовательное изложение учебного материала. Это – одна из важнейших форм учебного процесса и один из основных методов преподавания в вузе. На лекциях от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. Качественный конспект должен легко восприниматься зрительно, в эго тексте следует соблюдать абзацы, выделять заголовки, пронумеровать формулы, подчеркнуть термины. В качестве ценного совета рекомендуется записывать

не каждое слово лектора (иначе можно потерять мысль и начать писать автоматически, не вникая в смысл), а постараться понять основную мысль лектора, а затем записать, используя понятные сокращения.

- Практические занятия позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности практических занятий для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.

- Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:

- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;
- выполнение домашних заданий и типовых расчетов;
- работа над темами для самостоятельного изучения;
- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;
- подготовка к зачетам и экзаменам.

Кроме базовых учебников рекомендуется самостоятельно использовать имеющиеся в библиотеке учебно-методические пособия. Независимо от вида учебника, работа с ним должна происходить в течение всего семестра. Эффективнее работать с учебником не после, а перед лекцией.

При ознакомлении с каким-либо разделом рекомендуется прочитать его целиком, стараясь уловить общую логику изложения темы. При повторном чтении хорошо акцентировать внимание на ключевых вопросах и основных теоремах (формулах). Можно составить их краткий конспект.

Степень усвоения материала проверяется следующими видами контроля:

- текущий (опрос, контрольные работы, типовые расчеты);
- рубежный (коллоквиум);
- промежуточный (курсовая работа, зачет, зачет с оценкой, экзамен).

Коллоквиум – форма итоговой проверки знаний студентов по определенным темам.

Зачет – форма проверки знаний и навыков, полученных на лекционных и практических занятиях. Сдача всех зачетов, предусмотренных учебным планом на данный семестр, является обязательным условием для допуска к экзаменационной сессии.

Экзамен – форма итоговой проверки знаний студентов.

Для успешной сдачи экзамена необходимо выполнить следующие рекомендации – готовиться к экзамену следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до экзамена. Данные перед экзаменом три-четыре дня эффективнее всего использовать для повторения.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практические занятия	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Подготовка к дифференцированному зачету и экзамену	При подготовке к зачету и экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесе- ния измене- ний	Подпись заведующего кафедрой, ответствен- ной за реализацию ОПОП
1			
2			
3			