

**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

«29» июня 2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)**

Б1.В.06 «Основы автоматизированного проектирования РЭС»

Направление подготовки (специальность) 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств

Профиль (специализация) Проектирование и технология радиоэлектронных средств

Квалификация выпускника Бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года 11 месяцев

Форма обучения Очная / Заочная

Год начала подготовки 2018 г.

Автор программы _____ /Макаров О.Ю./

И.о. заведующего кафедрой
конструирования и производства
радиоаппаратуры _____ / Башкиров А.В./

Руководитель ОПОП _____ /Муратов А.В./

Воронеж 2018

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Состоят в овладении теоретическими знаниями и методологией решения задач проектирования радиоэлектронных средств (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 использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач; 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 владения современными аппаратно-программными средствами автоматизации разработки конструкций и технологических процессов РЭС; 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 «Основы автоматизированного проектирования РЭС» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, блока Б.1 учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Основы автоматизированного проектирования РЭС» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 - Способен выполнять проектирование радиоэлектронных устройств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-3	знать <i>принципы построения и особенности современных САПР РЭС, информационные технологии, используемые на всех этапах проектирования РЭС и принципы конструирования отдельных узлов и блоков электронных приборов с применением средств автоматизации</i>
	уметь <i>выполнять проектные процедуры с использованием современных программных комплексов автоматизированного проектирования РЭС и на этой основе проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов</i>
	владеть навыками применения современных средств и комплексов автоматизированного проектирования для решения задач разработки и моделирования различных характеристик РЭС и навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем, чертежей по результатам автоматизированного синтеза и анализа

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Основы автоматизированного проектирования РЭС» составляет 7 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		6			
Аудиторные занятия (всего)	108	108			
В том числе:					
Лекции	36	36			
Практические занятия (ПЗ)	36	36			
Лабораторные работы (ЛР)	36	36			
Самостоятельная работа	108	108			
Курсовой проект	+	+			
Контрольная работа					
Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой					
Вид промежуточной аттестации – экзамен	+	+			

Общая трудоемкость	час	252	252			
	экзамен. ед.	36	36			

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		8			
Аудиторные занятия (всего)	20	20			
В том числе:					
Лекции	8	8			
Практические занятия (ПЗ)	4	4			
Лабораторные работы (ЛР)	8	8			
Самостоятельная работа	223	223			
Курсовой проект	+	+			
Контрольная работа					
Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой					
Вид промежуточной аттестации – экзамен	+	+			
Общая трудоемкость	час	252	252		
	зач. ед.	7	7		
	экзамен. ед.	9	9		

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	Всего, час
1	Информационные технологии в проектировании 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.	2	2		6	10
2	Состав и возможности современных САПР РЭС	Особенности проектирования РЭС с использованием ИТ. Состав и возможности современных САПР РЭС.	2	2	4	6	14
3	Наиболее распространенные программные комплексы проектирования РЭС	Наиболее распространенные программные комплексы конструкторского, топологического и схемотехнического проектирования РЭС: пакеты OrCAD, Altium Design, P-CAD, Pro/ENGINEER, комплексы средств Mentor Graphics, Cadence.	2	2		6	10
4	Типовые задачи проектирования РЭС	Типовые задачи анализа, синтеза и оптимизации на этапе конструкторского проектирования РЭС.	2	2	4	6	14
5	Математическое обеспечение	Организация математического обеспечения для	2	2		6	10

	печение для решения задач проектирования РЭС	решения задач проектирования РЭС. Обеспечение характеристик РЭС как задача параметрической оптимизации. Постановка основных задач оптимального проектирования РЭС.					
6	Модели и методы топологического проектирования РЭС	Классификация задач, математических моделей и методов топологического проектирования РЭС. Структурный синтез. Коммутационная схема. Применение теории графов и множеств при проектировании топологии.	2	2	4	6	14
7	Математические модели конструкций РЭС для задач топологического проектирования	Математические модели конструкций РЭС, используемые в задачах топологического проектирования. Представление коммутационных схем в виде графа, мультиграфа и гиперграфа.	2	2		6	10
8	Задачи компоновки, размещения и трассировки	Задачи компоновки, размещения и трассировки. Основные типы алгоритмов их решения.	2	2	4	6	14
9	Методы компоновки	Целевые функции и математическая постановка задачи компоновки. Последовательные и итерационные алгоритмы.	2	2		6	10
10	Методы размещения	Основные критерии и ограничения задачи размещения. Целевые функции и математическая постановка задачи размещения. Модели и алгоритмы размещения элементов РЭС на коммутационном поле.	2	2	4	6	14
11	Методы трассировки	Алгоритмы трассировки соединений в РЭС. Волновой алгоритм.	2	2		6	10
12	Задачи анализа при проектировании РЭС.	Основные задачи анализа и верификации конструкций РЭС.	2	2	4	6	14
13	Классификация математических моделей характеристик РЭС	Классификация и основные типы уравнений, применяемых при моделировании характеристик РЭС различной физической природы.	2	2		6	10
14	Задачи и методы моделирования РЭС	Основные аналитические и численные методы моделирования. Математическая постановка и методы решения основных задач анализа характеристик РЭС.	2	2	4	6	14
15	Задачи и методы моделирования РЭС	Математическая постановка и методы решения основных задач анализа характеристик РЭС.	2	2		6	10
16	Задачи и методы моделирования РЭС	Математическая постановка и методы решения основных задач анализа характеристик РЭС.	2	2	4	6	14
17	Современные концепции проектирования РЭС	Современные концепции проектирования РЭС и организации проектных работ. Параллельное проектирование РЭС. Сетевые технологии и экспертные системы в САПР РЭС. CALS-технологии.	2	2		6	10
18	Развитие современных САПР РЭС	Основные направления и тенденции развития и повышения эффективности современных САПР РЭС.	2	2	4	6	14
Итого			36	36	36	108	216

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. Наиболее распространенные программные комплексы проектирования 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.	2			55	57

2	Математическое обеспечение для решения задач проектирования РЭС. Модели и методы топологического проектирования РЭС. Математические модели конструкций РЭС для задач топологического проектирования. Задачи компоновки, размещения и трассировки. Методы компоновки.	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. Задачи компоновки, размещения и трассировки. Основные типы алгоритмов их решения. Целевые функции и математическая постановка задачи компоновки. Последовательные и итерационные алгоритмы.	2	2	4	55	63
3	Методы размещения. Методы трассировки. Задачи анализа при проектировании РЭС. Классификация математических моделей характеристик РЭС.	Основные критерии и ограничения задачи размещения. Целевые функции и математическая постановка задачи размещения. Модели и алгоритмы размещения элементов РЭС на коммутационном поле. 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	2			55	57
4	Задачи и методы моделирования РЭС. Современные концепции проектирования РЭС. Развитие современных САПР РЭС.	Основные аналитические и численные методы моделирования. Математическая постановка и методы решения 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	58	66
Итого			8	4	8	223	243

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Автоматизированная компоновка и размещение элементов при проектировании топологии печатной платы.
2. Моделирование и анализ времени задержки сигнала в проводниках на печатных платах.
3. Моделирование и анализ нестационарных тепловых процессов в элементах и узлах РЭС.
4. 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 6 и 8 семестрах для очной и заочной форм обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Изучение и применение методов, математического обеспечения и средств 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 узлов и устройств.

Курсовой проект включают в себя расчетно-пояснительную записку с приложение необходимого графического материала.

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 построения и особенности современных САПР РЭС, информационные технологии, используемые на всех этапах проектирования РЭС и принципы конструирования отдельных узлов и блоков электронных приборов с применением средств автома-	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

	тизации			
	уметь выполнять проектные процедуры с использованием современных программных комплексов автоматизированного проектирования РЭС и на этой основе проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов	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 применения современных средств и комплексов автоматизированного проектирования для решения задач разработки и моделирования различных характеристик РЭС и навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем, чертежей по результатам автоматизированного синтеза и анализа	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 построения и особенности современных САПР РЭС, информации-	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	онные технологии, используемые на всех этапах проектирования РЭС и принципы конструирования отдельных узлов и блоков электронных приборов с применением средств автоматизации					
	уметь выполнять проектные процедуры с использованием современных программных комплексов автоматизированного проектирования РЭС и на этой основе проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	владеть навыками применения современных средств и комплексов автоматизированного проектирования для решения задач разработки и моделирования различных характеристик РЭС и навыками подготовки принципиальных и монтажных	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	электрических схем, чертежей по результатам автоматизированного синтеза и анализа					
--	---	--	--	--	--	--

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. Современные САПР:

- используют традиционное проектирование;
- **используют автоматизированное проектирование;**
- используют автоматическое проектирование.

2. Основой интегрированных САПР РЭС служат комплексы проектирования:

- конструкторского;
- функционального;**
- технологического.

3. Наиболее эффективны ИТ при выполнении проектных процедур:

- **анализа проектных решений;**
- получения проектных решений;
- **оптимизации проектных решений.**

4. Для проектирования РЭС широкого применения предназначены САПР.

- **комплексные;**
- универсальные;
- специализированные.

5. Для топологического проектирования РЭС предназначены комплексы проектирования:

- **конструкторского;**
- функционального;
- технологического..

6 Основой построения САПР являются средства:

- **технические;**
- программные;
- информационные.

7. Определяющей характеристикой математической модели является:

- точность;
- экономичность;
- **адекватность.**

8. Базой для получения оптимальных проектных решений является:

- критерии;
- ограничения;
- модели.

9. В соответствии с принципами системного подхода к проектированию РЭС представляются в виде:

- совокупности более простых элементов;
- как часть более сложной системы;
- **одновременно используются оба указанных представления.**

10. Основные характеристики РЭС в целом – это:

- **выходные характеристики;**
- входные характеристики;
- внутренние параметры.

11. При моделировании ЭМС используются параметры:

- элементов;
- **паразитные;**
- выходные.

12. Процесс проектирования современных РЭС имеет характер:

- **итерационный;**
- равномерный;
- линейный.

13. Математическая модель, которая не учитывает случайных факторов функционирования, называется:

- **детерминированной;**
- вероятностной;
- дискретной.

14. Математическая модель, заданная в виде последовательности шагов вычислений, называется:

- **алгоритмической;**
- аналитической;
- детерминированной.

15. Полученный при N-кратном статистическом моделировании ряд значений параметров $x_1, \dots, x_N$ называется совокупностью:

- **выборочной;**
- генеральной;
- случайной.

16. Связь между возможными значениями случайной величины и вероятностями появления каждого значения случайной величины устанавливается:

- **функцией распределения;**
- математическим ожиданием;
- дисперсией.

17. Положение среднего значения случайной величины, возле которого группируются экспериментально полученные значения, характеризуется:

- **математическим ожиданием;**

- дисперсией;
- функцией распределения.

18. Практическая невозможность наступления в любой момент времени более одного события называется:

- **ординарностью;**
- стационарностью;
- отсутствием последствия.

19. Основной процедурой при топологическом проектировании узлов РЭС является:

- компоновка;
- **размещение;**
- **трассировка;**
- моделирование.

20. Для учета разброса параметров элементов при проектировании используется моделирование:

- одновариантное;
- **статистическое;**
- многовариантное.

21. Если некоторый параметр зависит от достаточно большого числа случайных величин, подчиненных любым законам распределения, то он приближенно подчиняется закону ... распределения.

- **нормальному;**
- равномерному;
- случайному.

22. В задачах оптимизации характеристик РЭС выходные параметры, не выбранные в качестве критериев:

- **учитываются в виде ограничений;**
- не учитываются;
- учитываются в произвольной форме.

23. В методе статистического моделирования основой генерирования вариантов значений являются случайные числа с:

- **равномерным законом распределения на интервале (0, 1);**
- нормальным законом распределения на интервале (0, 1);
- равномерным законом распределения на интервале (–1, 1)

24. Целью решения проектной задачи параметрической оптимизации является определение набора значений варьируемых параметров, при котором критерии:

- **достигают своих наилучших значений;**
- становятся несущественными;
- перестают определяться.

25. При многокритериальной оптимизации методом свертки критериев:

- **выбирает один, наиболее важный критерий качества;**

- ставится в соответствие весовой коэффициент, характеризующий важность данного критерия с точки зрения проектировщика;
- минимизируется максимальное отклонение частного критерия качества от его наилучшего значения.

26. Задачи анализа полей относятся к математическим моделям:

- микроуровня;
- макроуровня;
- мегауровня.

27. Основная идея численного метода конечных разностей заключается в переходе от:

- решения дифференциальной краевой задачи к решению системы линейных алгебраических уравнений;
- решения линейных алгебраических уравнений к решению дифференциальной краевой задачи;
- решения дифференциальной линейной задачи к решению дифференциальных алгебраических уравнений.

28. При решении задачи компоновки в общем случае учитывают:

- электромагнитную совместимость элементов;
- тепловую совместимость элементов;
- оба перечисленных фактора.

29. Основной недостаток последовательного алгоритма компоновки:

- неспособность находить глобальный минимум количества внешних связей;
- сложность выполняемых операций;
- значительные временные затраты.

30. При моделировании стационарных процессов используются уравнения:

- эллиптические;
- параболические;
- гиперболические.

31. Точное математическое решение задач моделирования обеспечивает:

- метод конечных разностей;
- метод конечных элементов;
- аналитический метод.

32. Учет конструктивных и эксплуатационных свойств элементной базы производится при:

- компоновке;
- размещении;
- трассировке.

33. Моделью схемы при топологическом проектировании является:

- граф;
- система дифференциальных уравнений;
- система алгебраических уравнений.

34. Наиболее простая математическая модель имеет форму:

- линейного уравнения;
- трансцендентного уравнения;
- дифференциального уравнения.

35. Внешние воздействия на объект проектирования при моделировании описывают:

- начальные условия;
- **граничные условия;**
- дифференциальное уравнение.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных 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.

7.2.3 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 экзамену

1. Структура процесса проектирования РЭС.
2. Классификация проектных процедур.
3. Структура и состав САПР РЭС.
4. Математические модели РЭС. Классификация моделей.
5. Основные этапы и задачи топологического проектирования РЭС.
6. Основные критерии и ограничения задач топологического проектирования РЭС.
7. Математические модели схем и монтажно-утационного пространства РЭС
8. Компоновка, основные задачи и критерии.
9. Задача разбиения. Последовательный алгоритм.
10. Задачи учета влияния статистического разброса параметров при проектировании РЭС.
11. Метод коэффициентов чувствительности для учета влияния статистического разброса параметров при проектировании РЭС.
12. Допусковый синтез с помощью коэффициентов чувствительности.
13. Статистический метод учета влияния статистического разброса параметров при проектировании РЭС. Допусковый анализ.
14. Метод Монте-Карло при решении задачи учета влияния статистического разброса параметров при проектировании РЭС. Допусковый синтез.
15. Оптимизация. Классификация задач оптимизации при проектировании РЭС.
16. Задачи линейного программирования при проектировании РЭС.
17. Задачи нелинейного программирования при проектировании РЭС.
- Целевые функции. Многокритериальные задачи.
18. Итерационный алгоритм разбиения.
19. Задача и алгоритм покрытия.
20. Задача размещения. Основные критерии, ограничения и алгоритмы.
21. Последовательный алгоритм размещения.
22. Итерационный алгоритм размещения.
23. Алгоритм размещения, основанный на решении задачи о назначениях.
24. Трассировка. Основные этапы и критерии.
25. Метод определения необходимого числа слоев печатной платы.
26. Алгоритмы построения кратчайших деревьев.
27. Волновой алгоритм трассировки.
28. Задачи анализа электромагнитной совместимости и помехоустойчивости РЭС. Паразитные параметры.
29. Моделирование задержки сигналов в проводниках.

30. Эквивалентные схемы проводников и уравнения для моделирования электромагнитных процессов.

31. Моделирование температурных полей. Модель конструкции РЭС. Уравнения и краевые условия.

32. Статические и динамические модели одномерных тепловых процессов в РЭС.

33. Задачи автоматизация проектирования технологических процессов изготовления РЭС.

34. Методы моделирования технологического процесса как сложной системы.

35. Синтез структуры и определение параметров технологических процессов.

36. Оптимизация технологических объектов и материальных потоков.

37. Методы и критерии оптимизации процессов и технологических режимов.

38. Методы оценки технологичности конструкций РЭС.

39. Построение и состав типовой АСТПП.

40. Автоматизированные системы технологической подготовки производства (АСТПП).

41. Математические модели для анализа полей в РЭС. Классификация уравнений.

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	ПК-3	Тест, зачет, устный опрос
2	Состав и возможности современных САПР РЭС	ПК-3	Тест, зачет, устный опрос, КП

3	Наиболее распространенные программные комплексы проектирования РЭС	ПК-3	Тест, зачет, устный опрос, КП
4	Типовые задачи проектирования РЭС	ПК-3	Тест, зачет, устный опрос, КП
5	Математическое обеспечение для решения задач проектирования РЭС	ПК-3	Тест, зачет, устный опрос
6	Модели и методы топологического проектирования РЭС	ПК-3	Тест, экзамен, устный опрос, КП
7	Математические модели конструкций РЭС для задач топологического проектирования	ПК-3	Тест, экзамен, устный опрос, КП
8	Задачи компоновки, размещения и трассировки	ПК-3	Тест, экзамен, устный опрос, КП
9	Методы компоновки	ПК-3	Тест, экзамен, устный опрос, КП
10	Методы размещения	ПК-3	Тест, экзамен, устный опрос, КП
11	Методы трассировки	ПК-3	Тест, экзамен, устный опрос, КП
12	Задачи анализа при проектировании РЭС	ПК-3	Тест, экзамен, устный опрос, КП
13	Классификация математических моделей характеристик РЭС	ПК-3	Тест, экзамен, устный опрос, КП
14	Задачи и методы моделирования РЭС	ПК-3	Тест, экзамен, устный опрос, КП
15	Современные концепции проектирования РЭС	ПК-3	Тест, экзамен, устный опрос, КП
16	Развитие современных САПР РЭС	ПК-3	Тест, экзамен, устный опрос, КП

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 методики 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 методики 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 методики 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
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
8. Муромцев Д.Ю., Тюрин И.В. Математическое обеспечение САПР. СПб.: Лань, 2014. URL: 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 проектировании 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

ПО: Windows, Open Office, Internet Explorer, Altium designer, Компас 3D LT.

Профессиональные базы данных: e-library.ru, Mathnet.ru,

Информационные справочные системы: dist.sernam.ru, Wikipedia, <http://eios.vorstu.ru>.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная видеопроектором с экраном и пособиями по профилю.

Компьютерный класс, оснащенный ПЭВМ с установленным программным обеспечением: ауд. 234/3, 226/3, 2306/3.

Видеопроектор с экраном в ауд. 234/3.

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

По дисциплине «Основы автоматизированного проектирования РЭС» 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 его 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.