

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

/В.А. Небольсин/

31 августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины**

«Основы автоматизированного проектирования РЭС»

**Направление подготовки 11.03.03 Конструирование и технология
электронных средств**

Профиль Проектирование и технология радиоэлектронных средств

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года 11 месяцев

Форма обучения Очная / Заочная

Год начала подготовки 2020

Автор программы

О.Ю. Макаров

Заведующий кафедрой

А.В. Башкиров

Руководитель ОПОП

А.А. Пирогов

Воронеж 2021

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели дисциплины: овладение теоретическими знаниями, практическими навыками и умениями решения задач проектирования приборов и специализированных технических систем с помощью методов и средств автоматизации проектных работ, использующих современные информационные технологии, методы математического моделирования и оптимизации.

1.2 Задачи освоения дисциплины:

- изучение математического и методического обеспечения и методов решения задач анализа и синтеза конструкций ЭС с применением современных подходов и автоматизированных средств проектирования;
- практическое освоение информационных и информационно-коммуникативных технологий (и инструментальных средств) для решения типовых задач в области проектирования ЭС.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Основы автоматизированного проектирования РЭС» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 учебного плана.

3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

ПК-2 – Способен выполнять проектирование радиоэлектронных устройств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	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 автоматизации
	уметь выполнять проектные процедуры с использованием современных программных комплексов автоматизированного проектирования РЭС и на этой основе проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов
	владеть навыками применения современных средств и комплексов автоматизированного проектирования для решения задач разработки и моделирования различных характеристик РЭС и навыками подготовки принципиальных монтажных электрических схем, чертежей по результатам автоматизированного синтеза и анализа

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Основы автоматизированного про-

ектирования РЭС» составляет 7 зачётных 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 – экзамен	36	36
Общая трудоемкость, час	252	252
зач. ед.	7	7

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 – экзамен	9	9
Общая трудоемкость, час	252	252
зач. ед.	7	7

5 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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, часа
-------	-------------------	--------------------	------	-----------	-----------	-----	-------------

								с
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 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 для решения задач проектирования	Организация математического обеспечения для решения задач проектирования РЭС. Обеспечение характеристик РЭС как задача параметрической оптимизации. Постановка основных задач оптимального проектирования РЭС.	2	2	-/-	6	10	
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. Математиче-	6	6	8	18	38	

		ская постановка и методы решения основных задач анализа характеристик РЭС.					
15	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
16	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	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.	0,5			13	13,5
2	Состав и возможности современных САПР РЭС	Особенности проектирования РЭС с использованием ИТ. Состав и возможности современных САПР РЭС.	0,5			14	14,5
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	0,5	-		14	14,5
4	Типовые задачи проектирования РЭС	Типовые задачи анализа, синтеза и оптимизации на этапе конструкторского проектирования РЭС	0,5	-	-	14	14,5
5	Математическое обеспечение для решения задач проектирования	Организация математического обеспечения для решения задач проектирования РЭС. Обеспечение характеристик РЭС как задача параметрической оптимизации. Постановка основных задач оптимального проектирования РЭС.	0,5	0,5		12	13
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.	0,5	0,5	2	11	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	0,25	0,25		11	11,5
8	Задачи компоновки, размещения и трассировки	Задачи компоновки, размещения и трассировки. Основные типы алгоритмов их решения.	0,25	0,25	2	11	13,5
9	Методы компоновки	Целевые функции и математическая	0,5	0,5		11	12

		постановка задачи компоновки. Последовательные и итерационные алгоритмы					
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.	0,5	-	-	13	13,5
11	Методы трассировки	Алгоритмы трассировки соединений в РЭС. Волновой алгоритм	0,5			14	14,5
12	Задачи анализа при проектировании РЭС.	Основные задачи анализа и верификации конструкций РЭС.	0,5	-		14	14,5
13	Классификация математических моделей характеристик РЭС	Классификация и основные типы уравнений, применяемых при моделировании характеристик РЭС различной физической природы.	0,5	-		14	14,5
14	Задачи и методы моделирования РЭС	Основные аналитические и численные методы моделирования. Математическая постановка и методы решения основных задач анализа характеристик РЭС.	1	1	2	27	31
15	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	0,5	0,5		15	16
16	Развитие современных САПР РЭС	Основные направления и тенденции развития и повышения эффективности современных САПР РЭС.	0,5	0,5	2	15	18
Итого			8	4	8	223	243

Практическая подготовка при освоении дисциплины учебным планом не предусмотрена.

5.2 Перечень лабораторных работ

Автоматизированное проектирование топологии печатной платы.

Моделирование времени задержки сигнала в пленочных проводниках с диэлектрической изоляцией

Моделирование тепловых характеристик интегральных схем в импульсном режиме работы

Автоматизация оптимальной компоновки модулей РЭС

6 ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 6 семестре для очной и в 8 семестре для заочной формы 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 включает в себя расчетно-пояснительную записку с приложение необходимого графического материала.

7 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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-2	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 автоматизации	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 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	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

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

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

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

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-2	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 автоматизации	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь выполнять проектные процедуры с использованием современных программных комплексов автоматизированного проектирования РЭС и на этой основе проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов	Решение стандартных практически задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками применения современных средств и комплексов автоматизированного проектирования для решения задач разработки и моделирования различных характеристик РЭС и и навыками подготовки принципиальных монтажных электрических схем, чертежей по результатам автоматизированного синтеза и анализа	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

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 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 основной 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 – 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 топологиче-

ского 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 схематехнического 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. 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-узловое пространство 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 пара-

метров 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. 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	Наименование оценочного средства
-------	--	--------------------------------	----------------------------------

1	Информационные технологии в проектировании РЭС	ПК-2	Тест, устный опс, КП, экзамен
2	Состав и возможности современных САПР РЭС	ПК-2	Тест, устный опрос, КП, экзамен
3	Наиболее распространенные программные комплексы проектирования РЭС	ПК-2	Тест, устный опрос, КП, экзамен
4	Типовые задачи проектирования РЭС	ПК-2	Тест, устный опрос, КП, экзамен
5	Математическое обеспечение для решения задач проектирования	ПК-2	Тест, устный опрос, КП, экзамен
6	Модели и методы топологического проектирования РЭС	ПК-2	Тест, устный опрос, КП, экзамен
7	Математические модели конструкций РЭС для задач топологического проектирования	ПК-2	Тест, устный опрос, КП, экзамен
8	Задачи компоновки, размещения и трассировки	ПК-2	Тест, устный опрос, КП, экзамен
9	Методы компоновки	ПК-2	Тест, устный опрос, КП, экзамен
10	Методы размещения	ПК-2	Тест, устный опрос, КП, экзамен
11	Методы трассировки	ПК-2	Тест, устный опрос, КП, экзамен
12	Задачи анализа при проектировании РЭС.	ПК-2	Тест, устный опрос, КП, экзамен
13	Классификация математических моделей характеристик РЭС	ПК-2	Тест, устный опрос, КП, экзамен
14	Задачи и методы моделирования РЭС	ПК-2	Тест, устный опрос, КП, экзамен
15	Современные концепции проектирования РЭС	ПК-2	Тест, устный опрос, КП, экзамен
16	Развитие современных САПР РЭС	ПК-2	Тест, устный опрос, КП, экзамен

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 курсовой проекта или отчета по всем видам практик 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. Иванова Н.Ю., Романова Е.Б. Инструментальные средства конструкторского проектирования электронных средств - Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2013. - 121 с.
2. Башкиров, А. В. Основы функционального проектирования РЭС : практикум / А. В. Башкиров, А. В. Турецкий, М. В. Хорошайлова. — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021. — 146 с. — ISBN 978-5-7731-0934-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/111476.html>
3. Методы автоматизированного топологического проектирования узла на печатной плате: методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Основы автоматизированного проектирования РЭС» для студентов направления 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» (профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств») всех форм обучения / ФБГОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. О.Ю. Макаров, И.С. Бобылкин. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. 12 с. – Режим доступа: [520-2021 МЕТОДЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТОПОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ УЗЛА НА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЕ](#)
4. Моделирование времени задержки сигнала в пленочных проводниках с диэлектрической изоляцией: методические указания по выполнению лабораторных проектов по дисциплине «Основы автоматизированного проектирования РЭС» для студентов направления 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» (профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств») всех форм обучения / ФБГОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. О.Ю. Макаров, И.С. Бобылкин. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. 13 с.. – Режим доступа: [521-2021 МОДЕЛИРОВАНИЕ ВРЕМЕНИ ЗАДЕРЖКИ СИГНАЛА В ПЛЕНОЧНЫХ ПРОВОДНИКАХ С ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ](#)
5. Моделирование тепловых характеристик интегральных схем в импульсном режиме работы: методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Основы автоматизированного проектирования РЭС» для студентов направления 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» (профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств») всех форм обучения / ФБГОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. О.Ю. Макаров, И.С. Бобылкин. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. 18 с. – Режим доступа: [497-2021 МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ В ИМПУЛЬСНОМ РЕ-](#)

ЖИМЕ РАБОТЫ

6. Автоматизация оптимальной компоновки модулей РЭС: методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Основы автоматизированного проектирования РЭС» для студентов направления 11.03.03 «Конструирования и технология электронных средств» (профиль "Проектирование и технология радиоэлектронных средств") всех форм обучения / ФБГОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. О.Ю. Макаров, И.С. Бобылкин. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. [498-2021 АВТОМАТИЗАЦИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ КОМПОНОВКИ МОДУЛЕЙ РЭС](#)

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, 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;

Google Chrome;

Microsoft Office 64-bit

Компас 3D;

Altium Designer;

EasyEDA

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;

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

IPRbooks;

www.elibrary.ru – научная электронная библиотека

Профессиональные базы данных, информационные справочные системы:

мы:

<https://docplan.ru/> – бесплатная база ГОСТ

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

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

- персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет — 11 шт.;
 - принтер цветной лазерный;
 - 3D принтер «Альфа-2»;
 - доска магнитно-маркерная поворотная
- Учебная аудитория (лаборатория) для проведения лабораторных заня-

тий, оснащенная следующим оборудованием:

- персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети интернет (5 шт);
- источники питания: ТЕС 14; ТЕС 18; ТЕС 21; ТЕС 23-4 шт, НУ3030Е- 3 шт;
- пульт поверки ППРТ;
- блок поверки БП;
- генераторы НЧ ГЗ-117; НЧ ГЗ-118; НЧ ГЗ-102; НЧ ГЗ-123;
- генератор VC2002;
- осциллографы TDS1012;
- частотомеры эл. ЧЗ-54; ЧЗ-57; ЧЗ-64;
- стол регулировщика радиоаппаратуры АРМ-4220;
- специализированные лабораторные стенды по исследованию характеристик потенциометрических преобразователей, термоэлектрических и терморезистивных преобразователей, характеристик емкостного датчика уровня жидкости, датчиков Холла

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

По дисциплине «Основы автоматизированного проектирования РЭС» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, 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 автома-

тически, 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.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. 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, курсовой проект, 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.

Формами промежуточной аттестации по дисциплине «Основы автоматизированного проектирования РЭС» являются курсовой проект и экзамен.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать 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 препода-

	вателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	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.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных 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	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Курсовой проект	Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки. Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.
Подготовка к промежуточной аттестации (экзамену)	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.