

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

Институт информационных технологий и радиоэлектроники  
(Наименование института)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института



А.А. Галкин

« 31 » 20 21 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ**

(наименование дисциплины)

**направление подготовки / специальность**

12.04.01 – Приборостроение

(код и наименование направления подготовки (специальности))

**направленность (профиль) подготовки**

«Информационно-измерительные технологии»

(направленность (профиль) подготовки)

г. Владимир

2021

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Схемотехническое проектирование электронных устройств» является освоение студентами систем, использующих методы компьютерного моделирования современных электронных средств, путем формирования у них представлений и фундаментальных понятий о моделировании, методах построения и исследования моделей.

Задачи:

- освоение основных понятий моделирования принципов работы электронных устройств;
- изучение формата описания электрических схем SPICE;
- приобретение навыков в разработке SPICE-моделей электронных компонентов и интегральных схем;
- овладение навыками схемотехнического проектирования, основанного на использовании САПР.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Схемотехническое проектирование электронных устройств» относится к обязательной части.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-9. Готовность анализировать состояние научно-технической проблемы и определять цели и задачи проектирования приборных систем на основе изучения мирового опыта	ПК-9.1. Готов анализировать состояние научно-технических проблем в области приборостроения ПК-9.2. Способен определять цели и задачи проектирования приборных систем на основе изучения мирового опыта	Знает как поставить и проанализировать состояние научно-технической проблемы в сфере проектирования приборных систем. Умеет определять цели и задачи проектирования приборных систем на основе изучения мирового опыта. Владеет навыками схемотехнического проектирования приборных систем.	Тестовые вопросы Практико-ориентированное задание
ПК-13. Проектировать приборные системы и технологические процессы с использованием средств автоматизации проектирования и опыта разработки конкурентоспособных изделий	ПК-13.1. Способен проектировать приборные системы с использованием средств автоматизации проектирования ПК-13.3. Способен выявлять конкурентоспособные свойства разрабатываемых изделий приборостроения	Знает способы создания моделей компонентов приборных систем. Умеет разрабатывать конкурентоспособные изделия с использованием средств их моделирования. Владеет средствами автоматизации проектирования приборных систем	Тестовые вопросы Практико-ориентированное задание

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа

##### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1.	Модели, алгоритмы и алгоритмические процессы	2	1-2	2	4		2	6	
2.	Современные системы компьютерного проектирования и моделирования РЭС		3-4	2	4		2	6	
3.	Модели компонентов РЭС для автоматизированного проектирования		5-6	2	4		2	6	Рейтинг-контроль №1
4.	Алгоритмы и модели схемотехнического моделирования и проектирования РЭС.		7-8	2	4		2	6	
5.	Анализ чувствительности и шумов радиоэлектронных схем.		8-10	2	4		2	6	
6.	Анализ выходных параметров схем и их оптимизация.		11-12	2	4		2	6	Рейтинг-контроль №2
7.	Алгоритмы и модели проектирования РЭС на функциональном уровне.		13-14	2	4		2	6	
8.	Макромоделирование элементов РЭС		15-16	2	4		2	6	
9.	Определение параметров моделей электрорадиоэлементов.		17-18	2	4		2	6	Рейтинг-контроль №3
Всего за второй семестр:				18	36			54	
Наличие в дисциплине КП/КР									—
Итого по дисциплине				18	36			54	36 (экзамен)

##### Содержание лекционных занятий по дисциплине

###### Раздел 1. Модели, алгоритмы и алгоритмические процессы

Тема 1 Предмет дисциплины; цели и задачи дисциплины, структура дисциплины.

Тема 2 Общие сведения об объектах и задачах проектирования. Уровни сложности РЭС и уровни автоматизированного проектирования. Типы объектов и процессов проектирования.

Тема 3 Понятие модели. Математические и физические модели.

- Тема 4 Этапы моделирования. Аналитические и имитационные методы исследования.
- Тема 5 Понятие алгоритма и алгоритмического процесса.
- Раздел 2. Современные системы компьютерного проектирования и моделирования РЭС
- Тема 1 Информационные технологии проектирования и моделирования.
- Тема 2 Общая структура типовой САПР. Объекты проектирования.
- Тема 3 Общая характеристика САПР схемотехнического проектирования и моделирования.
- Тема 4 Основные пакеты современных САПР.
- Тема 5 Особенности моделирования радиотехнических схем.
- Тема 6 Аналитическое и имитационное компьютерное моделирование.
- Тема 7 Основные понятия теории моделирования радиотехнических систем.
- Раздел 3. Модели компонентов РЭС для автоматизированного проектирования
- Тема 1 Классификация моделей РЭС и радиоэлектронных схем
- Тема 2 Основные параметры моделей и методы оценки точности результатов моделирования и качества модели.
- Тема 3 Модели зависимых и независимых источников напряжения и тока.
- Тема 4 Модели пассивных радиокомпонентов (резистор, конденсатор, катушка индуктивности, трансформатор).
- Тема 5 Модели полупроводниковых приборов (полупроводниковый диод, биполярный транзистор, полевой транзистор, операционный усилитель).
- Раздел 4. Алгоритмы и модели схемотехнического моделирования и проектирования РЭС.
- Тема 1 Цели и задачи схемотехнического моделирования.
- Тема 2 Основные сведения о моделировании статического режима.
- Тема 3 Основные численные методы расчета математических моделей в статическом режиме.
- Тема 4 Моделирование статического режима при формировании математической модели схемы в базисе узловых потенциалов.
- Тема 5 Виды моделей схемы при расчете переходных процессов.
- Тема 6 Основные численные методы расчета математических моделей при моделировании переходных процессов.
- Тема 7 Моделирование переходных процессов в схеме при формировании ее математической модели в базисе узловых потенциалов.
- Тема 8 Частотные характеристики схемы, цели моделирования.
- Тема 9 Способы моделирования частотных характеристик.
- Тема 10 Моделирование частотных характеристик схемы при формировании ее математической модели в базисе узловых потенциалов
- Раздел 5. Анализ чувствительности и шумов радиоэлектронных схем.
- Тема 1 Понятие чувствительности, цели ее анализа.
- Тема 2 Методы расчета чувствительности.
- Тема 3 Анализ устойчивости схем РЭС.
- Тема 4 Анализ шумов радиоэлектронных схем.
- Раздел 6. Анализ выходных параметров схем и их оптимизация.
- Тема 1 Основные выходные параметры схем и методы их анализа.
- Тема 2 Методы учета дестабилизирующих факторов.
- Тема 3 Параметрическая оптимизация. Критерии оптимальности.
- Тема 4 Стратегия решения задачи оптимального проектирования РЭС.
- Раздел 7. Алгоритмы и модели проектирования РЭС на функциональном уровне.
- Тема 1 Общие сведения о моделировании РЭС на функциональном уровне.
- Тема 2 Типовые элементы функциональных схем и способы их моделирования.
- Тема 3 Основные типы структур функциональных схем.
- Тема 4 Методы и средства моделирования РЭС на функциональном уровне

## Раздел 8. Макромоделирование элементов РЭС

- Тема 1 Принципы построения макромоделей.
- Тема 2 Формы представления макромоделей.
- Тема 3 Иерархия и типовая структура макромоделей.
- Тема 4 Библиотеки макромоделей и их типовых элементов.
- Тема 5 Классификация методов макромоделирования.
- Тема 6 Методы построения макромоделей. Основные процедуры.
- Тема 7 Метод построения описания вход-выход.
- Тема 8 Метод редукции топологических, структурных и аналитических моделей.
- Тема 9 Методы упрощения на основе функций чувствительности и идеализации.
- Тема 10 Макромодели интегральных схем. Макромодели цифровых микросхем.
- Тема 11 Макромодели интегральных схем. Макромодели аналоговых микросхем.

## Раздел 9. Определение параметров моделей электрорадиоэлементов.

- Тема 1 Методика идентификации параметров моделей элементов РЭС.
- Тема 2 Определение параметров полупроводникового диода, биполярного и полевого транзисторов, макромодели операционного усилителя.
- Тема 3 Определение параметров моделей на примере TTL – вентиля.

### Содержание практических занятий по дисциплине

1. Анализ линейной цепи постоянного тока.
2. Анализ частотных и переходных характеристик схем фильтров.
3. Исследование частотных и временных характеристик усилителя мощности на основе операционного усилителя.
4. Исследование свойств усилительного каскада с общим эмиттером и с общим коллектором – эмиттерного повторителя.
5. Исследование шумовых, температурных свойств и влияния разброса параметров на характеристики схемы транзисторного усилителя.
6. Синтез последовательностных цифровых структур на основе базовых элементов: триггер, регистр.
7. Синтез комбинационных цифровых структур на основе базовых элементов: арифметико-логическое устройство, формирователь дополнительного кода, мультиплексор данных.
8. Исследование интегральных схем. Задание параметров модели; исследование основных характеристик электрических схем на основе интегральных устройств.
9. Определение параметров моделей на примере TTL – вентиля.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### 5.1. Текущий контроль успеваемости

#### *Тесты для рейтинг-контроля*

##### *Рейтинг-контроль №1*

1. Моделирование — это:
  - a) процесс замены реального объекта (процесса, явления) моделью, отражающей его существенные признаки с точки зрения достижения конкретной цели;
  - b) процесс демонстрации моделей одежды в салоне мод;
  - c) процесс неформальной постановки конкретной задачи;

- d) процесс замены реального объекта (процесса, явления) другим материальным или идеальным объектом;
  - e) процесс выявления существенных признаков рассматриваемого объекта.
2. Модель — это:
- a) фантастический образ реальной действительности;
  - b) материальный или абстрактный заменитель объекта, отражающий его пространственно-временные характеристики;
  - c)
  - d) материальный или абстрактный заменитель объекта, отражающий его существенные характеристики;
  - e) описание изучаемого объекта средствами изобразительного искусства;
  - f) информация о несущественных свойствах объекта.
3. При изучении объекта реальной действительности можно создать:
- a) одну единственную модель;
  - b) несколько различных видов моделей, каждая из которых отражает те или иные существенные признаки объекта;
  - c) одну модель, отражающую совокупность признаков объекта;
  - d) точную копию объекта во всех проявлениях его свойств и поведения;
  - e) вопрос не имеет смысла.
4. Процесс построения модели, как правило, предполагает:
- a) описание всех свойств исследуемого объекта;
  - b) выделение наиболее существенных с точки зрения решаемой задачи свойств объекта;
  - c) выделение свойств объекта безотносительно к целям решаемой задачи;
  - d) описание всех пространственно-временных характеристик изучаемого объекта;
  - e) выделение не более трех существенных признаков объекта.
5. Натурное моделирование это:
- a) моделирование, при котором в модели узнается моделируемый объект, то есть натурная модель всегда имеет визуальную схожесть с объектом-оригиналом;
  - b) создание математических формул, описывающих форму или поведение объекта-оригинала;
  - c) моделирование, при котором в модели узнается какой-либо отдельный признак объекта-оригинала;
  - d) совокупность данных, содержащих текстовую информацию об объекте-оригинале;
  - e) создание таблицы, содержащей информацию об объекте-оригинале.
6. Информационной моделью объекта нельзя считать:
- a) описание объекта-оригинала с помощью математических формул;
  - b) другой объект, не отражающий существенных признаков и свойств объекта-оригинала;
  - c) совокупность данных в виде таблицы, содержащих информацию о качественных и количественных характеристиках объекта-оригинала;
  - d) описание объекта-оригинала на естественном или формальном языке;
  - e) совокупность записанных на языке математики формул, описывающих поведение объекта-оригинала.
7. Математическая модель объекта — это:
- a) созданная из какого-либо материала модель, точно отражающая внешние признаки объекта-оригинала;
  - b) описание в виде схемы внутренней структуры изучаемого объекта;
  - c) совокупность данных, содержащих информацию о количественных характеристиках объекта и его поведения в виде таблицы;
  - d) совокупность записанных на языке математики формул, отражающих те или иные свойства объекта-оригинала или его поведение;
  - e) последовательность электрических сигналов.
8. Табличная информационная модель представляет собой:

- a) набор графиков, рисунков, чертежей, схем, диаграмм;
  - b) описание иерархической структуры строения моделируемого объекта;
  - c) описание объектов (или их свойств) в виде совокупности значений, размещаемых в таблице;
  - d) систему математических формул;
  - e) последовательность предложений на естественном языке.
9. Отметь ЛОЖНОЕ продолжение к высказыванию: —К информационному процессу поиска информации можно отнести...
- a) непосредственное наблюдение;
  - b) чтение справочной литературы;
  - c) запрос к информационным системам;
  - d) построение графической модели явления;
  - e) прослушивание радиопередач.
10. Отметь ИСТИННОЕ высказывание:
- a) непосредственное наблюдение — это хранение информации;
  - b) чтение справочной литературы — это поиск информации;
  - c) запрос к информационным системам — это защита информации;
  - d) построение графической модели явления — это передача информации;
  - e) прослушивание радиопередачи — это процесс обработки информации.
11. Рисунки, карты, чертежи, диаграммы, схемы, графики представляют собой:
- a) табличные информационные модели;
  - b) математические модели;
  - c) натурные модели;
  - d) графические информационные модели;
  - e) иерархические информационные модели.
12. Описание глобальной компьютерной сети Интернет в виде системы взаимосвязанных объектов следует рассматривать как:
- a) натурную модель;
  - b) табличную модель;
  - c) графическую модель;
  - d) математическую модель;
  - e) сетевую модель.
13. Файловая система персонального компьютера наиболее адекватно может быть описана в виде:
- a) табличной модели;
  - b) графической модели;
  - c) иерархической модели;
  - d) натурной модели;
  - e) математической модели.
14. В биологии классификация представителей животного мира представляет собой:
- a) иерархическую модель;
  - b) табличную модель;
  - c) графическую модель;
  - d) математическую модель;
  - e) натурную модель.
15. Расписание движение поездов может рассматриваться как при:
- a) натурной модели;
  - b) табличной модели;
  - c) графической модели;
  - d) компьютерной модели;
  - e) математической модели.
16. Географическую карту следует рассматривать, скорее всего, как:

- a) математическую информационную модель;
  - b) вербальную информационную модель;
  - c) табличную информационную модель.
  - d) графическую информационную модель;
  - e) натурную модель.
17. К числу самых первых графических информационных моделей следует отнести:
- a) наскальные росписи;
  - b) карты поверхности Земли;
  - c) книги с иллюстрациями;
  - d) строительные чертежи и планы;
  - e) иконы.
18. Укажите ЛОЖНОЕ утверждение:
- a) —Строгих правил построения любой модели сформулировать невозможно;
  - b) —Никакая модель не может заменить само явление, но при решении конкретной задачи она может оказаться очень полезным инструментом;
  - c) —Совершенно неважно, какие объекты выбираются в качестве моделирующих - главное, чтобы с их помощью можно было бы отразить наиболее существенные черты, признаки изучаемого объект;
  - d) —Модель содержит столько же информации, сколько и моделируемый объект;
  - e) —Все образование — это изучение тех или иных моделей, а также приемов их использования.
19. Построение модели исходных данных; построение модели результата, разработка алгоритма, разработка и программы, отладка и исполнение программы, анализ и интерпретация результатов — это:
- a) разработка алгоритма решения задач;
  - b) список команд исполнителю;
  - c) анализ существующих задач;
  - d) этапы решения задачи с помощью компьютера;
  - e) алгоритм математической задачи.
20. Компьютерное имитационное моделирование ядерного взрыва НЕ позволяет:
- a) экспериментально проверить влияние высокой температуры и облучения на природные объекты;
  - b) провести натурное исследование процессов, протекающих в природе в процессе взрыва и после взрыва;
  - c) уменьшить стоимость исследований и обеспечить безопасность людей;
  - d) получить достоверные данные о влиянии взрыва на здоровье людей;
  - e) получить достоверную информацию о влиянии ядерного взрыва на растения и животных в зоне облучения.
21. С помощью компьютерного имитационного моделирования НЕЛЬЗЯ изучать:
- a) демографические процессы, протекающие в социальных системах;
  - b) тепловые процессы, протекающие в технических системах;
  - c) инфляционные процессы в промышленно-экономических системах;
  - d) процессы психологического взаимодействия учеников в классе;
  - e) траектории движения планет и космических кораблей в безвоздушном пространстве.

### *Рейтинг-контроль №2*

1. Радиоэлектронное устройство, средство - это
- a) совокупность взаимосвязанных радиоэлектронных устройств, обладающих свойством перестроения своей структуры для сохранения работоспособности при решении технических задач;



- b) функционально законченная сборочная единица, выполненная на несущей конструкции и реализующая функции передачи, приема и преобразования информации. Может входить в состав другого радиоэлектронного устройства;
  - c) узел, который реализует радиотехническую и/или электронную функцию (преобразование, усиление сигнала) и не имеет самостоятельного функционального применения
  - d) совокупность радиоэлектронных комплексов и устройств, обладающая свойством перестройки своей структуры для рационального выбора и использования входящих в нее средств при решении технических задач.
2. Объект проектирования может иметь следующие виды параметров:
- a) внутренние, выходные, входные, внешние, фазовые;
  - b) внутренние, выходные, входные, внешние;
  - c) основные, дополнительные, внешние;
  - d) входные, выходные.
3. На структурном уровне проектирования:
- a) выбирается элементная база проектируемого РЭС, выполняется моделирование работы для определения его состава, структуры, оптимизации характеристик и параметров. В результате разрабатываются схемы, которые в соответствии с ЕСКД обозначаются «Э2», «Э3»;
  - b) создается печатная плата РЭС;
  - c) определяются геометрические формы РЭС и его элементов, их взаимное расположение в пространстве с учетом тепловых, механических, прочностных характеристик. В результате разрабатывается печатная плата и конструкция РЭС;
  - d) определяются назначение объекта проектирования и исходные данные для проектирования. В результате разрабатывается схема РЭС, которая в соответствии с ЕСКД обозначается «Э1» и содержит основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи, узлы схемы изображаются в виде прямоугольников с условными изображениями.
4. Определение наилучших в том или ином смысле значений выходных параметров и характеристик путем целенаправленного изменения внутренних параметров устройства называется:
- a) структурной оптимизацией;
  - b) параметрической оптимизацией;
  - c) анализом;
  - d) расчетом.
5. Под термином «проектирование» понимается:
- a) совокупность работ, включающих расчеты и моделирование;
  - b) совокупность работ, имеющих целью обосновать принятые конструктивные решения;
  - c) комплекс работ, проводимых с целью получения описания нового или модернизируемого технического объекта, достаточных для реализации или изготовления объекта с заданными требованиями;
  - d) совокупность работ по созданию печатной платы и конструкции.
6. Под термином «моделирование» понимают:
- a) замещение исследуемой системы ее условным образом (моделью), с целью последующего изучения свойств системы посредством исследования свойств ее модели;
  - b) разработка физической, математической и компьютерной модели РЭС;
  - c) разработка компьютерной модели РЭС;
  - d) ничего из вышеперечисленного.
7. Выходными параметрами модели транзисторного усилителя являются:
- a) напряжение источника питания, температура окружающей среды;
  - b) тип и параметры транзисторов усилителя;
  - c) параметры транзисторов, значения сопротивления резисторов;
  - d) коэффициент нелинейных искажений, потребляемая мощность.

8. Внутренним параметром модели транзисторного усилителя является:
  - a) коэффициент полезного действия;
  - b) коэффициент нелинейных искажений;
  - c) значения сопротивления резисторов;
  - d) выходное напряжение усилителя.
9. Параметры и характеристики отдельных блоков разрабатываемого РЭС, являются исходными при проектировании на:
  - a) на структурном уровне;
  - b) на схемотехническом уровне;
  - c) на конструкторском уровне;
  - d) на тестовом уровне.
10. Математическая модель РЭС может быть представлена:
  - a) электрической структурной, функциональной, принципиальной схемами;
  - b) алгебраическими, разностными, дифференциальными и интегральными уравнениями;
  - c) макетом РЭС;
  - d) печатной платой РЭС.
11. С помощью программ OrCAD, Multisim при проектировании РЭС выполняют:
  - a) аналитическое моделирование;
  - b) имитационное моделирование;
  - c) макетирование;
  - d) ничего из перечисленного.
12. Критерии, учитывающие несколько других критериев, называются:
  - a) частными;
  - b) обобщенными;
  - c) зависимыми;
  - d) независимыми.

*Рейтинг-контроль №3*

1. Эта характеристика точности усредняет отдельные «выбросы» ошибок и характеризует расхождение модели и схемы не в одной точке, а в некотором диапазоне:
  - a) относительная погрешность;
  - b) абсолютная погрешность;
  - c) математическое ожидание;
  - d) среднеквадратическое отклонение.
2. Определение формы и значений тока и напряжения, возникающих в разных точках схемы, выполняется при:
  - a) схемотехническом моделировании;
  - b) технологическом моделировании;
  - c) конструкторском моделировании;
  - d) ничего из вышеперечисленного.
3. Данная матрица Якоби получена при моделировании:
 
$$Y = \begin{bmatrix} \frac{1}{R1} + \frac{C1}{h_{n+1}} + \frac{C2}{h_{n+1}} + \frac{1}{R2} & -\frac{C2}{h_{n+1}} - \frac{1}{R2} \\ -\frac{C2}{h_{n+1}} - \frac{1}{R2} & \frac{1}{R2} + \frac{C2}{h_{n+1}} + \frac{h_{n+1}}{L} \end{bmatrix}$$
  - a) статического режима работы схемы;
  - b) переходного режима работы схемы;
  - c) статистического режима работы схемы;
  - d) частотных характеристик схемы.
4. Задачей схемотехнического моделирования не является:

- a) получение спектра выходного сигнала;
  - b) определение чувствительности схемы к изменению параметров ее компонентов;
  - c) определение выходных параметров схемы;
  - d) поиск наилучшего варианта конструкции, удовлетворяющего требованиям технического задания и обеспечивающего надежность, быстродействие и ремонтпригодность РЭС.
5. Определение времени достижения токами и напряжениями схемы заданных уровней или установление соотношений между ними является задачей:
- a) анализа статических характеристик схемы;
  - b) анализа переходных характеристик схемы;
  - c) параметрического анализа;
  - d) анализа частотных характеристик схемы.
6. Математическая модель при схемотехническом моделировании в общем случае состоит из:
- a) компонентных уравнений;
  - b) топологических уравнений;
  - c) компонентных и топологических уравнений;
  - d) электрической принципиальной схемы.
7. При записи модели схемы в виде, соответствующем решению методом Ньютона-Рафсона матрица  $Y = \left[ \frac{\partial I}{\partial \varphi} \right]$  является:
- a) матрицей дифференциальных проводимостей;
  - b) матрицей узловых потенциалов;
  - c) матрицей узловых проводимостей;
  - d) матрицей узловых токов.
8. Применение вычислительной математики, теории проектирования и средств вычислительной техники с участием человека называется:
- a) автоматизированным проектированием;
  - b) автоматическим проектированием;
  - c) полуавтоматизированным проектированием;
  - d) ручным проектированием.
9. К основным проектным процедурам относятся:
- a) моделирование, расчет, анализ, оптимизация, синтез;
  - b) расчет, моделирование, оптимизация, анализ;
  - c) моделирование, проектирование;
  - d) моделирование, расчет.
10. Примерами РЭС являются:
- a) полупроводниковый диод;
  - b) радиолокационный комплекс обнаружения воздушных целей, система наведения и слежения;
  - c) микросхема операционного усилителя;
  - d) радиомаяк, радиоприемник.
11. Построение импульсной характеристики полосно-пропускающего фильтра является примером моделирования:
- a) частотных характеристик;
  - b) переходных характеристик;
  - c) статических характеристик; ничего из вышеперечисленного.
12. Объектами проектирования в САПР являются:
- a) аналоговые, цифровые, дискретные, аналого-цифровые устройства;
  - b) аналоговые устройства, аналого-цифровые устройства;
  - c) аналого-цифровые устройства;
  - d) аналоговые, цифровые устройства.

## 5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

### *Вопросы для подготовки к экзамену*

1. Типы РЭС и их компонентов, краткая характеристика.
2. Характеристика уровней проектирования РЭС, примеры схем.
3. Основные задачи, способы и методы процесса проектирования РЭС.
4. Состав и характеристика стадий проектирования РЭС.
5. Виды и характеристика основных проектных процедур.
6. Основные этапы автоматизированного проектирования принципиальных схем РЭС.
7. Классификация моделей РЭС и радиоэлектронных схем, примеры моделей.
8. Основные параметры моделей и методы оценки точности результатов моделирования и качества модели.
9. Характеристика аналитического и имитационного компьютерного моделирования.
10. Цели и задачи схемотехнического моделирования, структура модели.
11. Основные сведения о моделировании статического режима (характеристика статического режима, цели моделирования, виды уравнений, методы расчета, пример математической модели схемы РЭС).
12. Основные сведения о моделировании переходных процессов (характеристика переходных процессов, установившегося режима, цели и порядок расчета, виды уравнений, пример математической модели схемы РЭС).
13. Моделирование частотных характеристик схемы (виды частотных характеристик, цели и особенности моделирования).
14. Способы моделирования частотных характеристик.
15. Анализ чувствительности схемы РЭС (понятие, виды чувствительности, цели и применения анализа чувствительности).
16. Методы расчета чувствительности.
17. Анализ устойчивости схем РЭС (понятие устойчивой и неустойчивой схемы, цели и способы анализа устойчивости).
18. Цели и состав анализа выходных параметров схем, примеры основных выходных параметров в статическом, динамическом режиме, частотной области.
19. Характеристика основных видов производственных погрешностей и дестабилизирующих факторов, методы их учета.
20. Параметрическая оптимизация схем РЭС (понятие, цели оптимизации, критерии оптимальности, виды ограничений).
21. Общие сведения о САПР, основные их виды и особенности.
22. Особенности и структура САПР схемотехнического проектирования (возможности программ, программная структура, описание процесса моделирования).
23. САПР схемотехнического проектирования, характеристика процесса моделирования и расчета параметров (возможности программ, программная структура, описание процесса моделирования, эффективность моделирования).
24. Особенности схемотехнического проектирования радиотехнических схем.
25. Характеристика процесса моделирования и расчета параметров в САПР схемотехнического проектирования. Объекты схемотехнического проектирования.
26. Способы ввода описания электрической схемы в САПР.
27. Характеристика программ схемотехнического моделирования

### 5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Цель самостоятельной работы - формирование личности студента, развитие его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня.

Основа самостоятельной работы - изучение рекомендуемой литературы, содержания тем курса по конспекту лекций и рекомендованным источникам, подготовка к выполнению и защите практических работ. Самостоятельная работа студентов должна закрепить теоретические навыки и практические приемы по программе курса.

Контроль освоения материала и выполнения самостоятельной работы проводится при допуске и защите практических работ и на консультациях.

***Вопросы для контроля самостоятельной работы студентов  
по отдельным разделам дисциплины***

*Раздел 1-2 [5;4;11-13].*

1. Общие сведения о процессе проектирования.
2. Методы и способы проектирования. Понятие технологичности процесса проектирования.
3. Характеристика уровней проектирования.
4. Процесс проектирования РЭС, характеристика задач процесса проектирования.
5. Процесс проектирования РЭС, характеристика стадий процесса проектирования.
6. Методика решения задач проектирования, основные принципы. Типовая схема отдельного этапа проектирования.

*Раздел 3-4 [5;6;9;14-19].*

7. Основные этапы автоматизированного проектирования электронных схем.
8. Понятие технологичности процесса проектирования. Программные средства функционального проектирования РЭС.
9. Виды и способы моделирования.
10. Классификация математических моделей РЭС и их характеристики
11. Методы построения моделей компонентов. Оценка точности соответствия модели реальному компоненту.

*Раздел 5 [3;10].*

12. Этапы построения схем в Multisim, основные библиотеки, способы моделирования, характеристика видов анализа.
13. Этапы построения схем в программе Capture CIS системы OrCAD, основные библиотеки, характеристика видов анализа и процесса моделирования.
14. Характеристика схемотехнического моделирования. Краткая характеристика методов и особенностей расчета статического режима схема, моделирования переходных процессов и частотных характеристик.
15. Характеристика схемотехнического моделирования. Моделирование статических режимов.
16. Основные численные методы расчета математической модели в статическом режиме.
17. Моделирование статического режима при формировании математических моделей в базисе узловых потенциалов.

*Раздел 6 [1;4].*

18. Базовые модели радиоэлементов (модели резистора, модели зависимых источников).
19. Базовые модели радиоэлементов (модели индуктивности, модели полупроводникового диода).
20. Базовые модели радиоэлементов (модели конденсатора, модели полевого транзистора).
21. Базовые модели радиоэлементов (модели операционного усилителя, модели биполярного транзистора).

*Раздел 7 [2;7].*

22. Моделирование переходных процессов. Формы моделей.
23. Численные методы решения уравнений при моделировании переходных процессов.
24. Моделирование частотных характеристик.
25. Основные принципы функционального моделирования.
26. Типовые элементы функциональных схем и способы их моделирования. Моделирование функциональных схем.

*Раздел 8 [1].*

27. Построить математическую модель схемы по методу контурных токов. Решить полученную систему уравнений с помощью блока Given/Find пакета MathCAD. Вычислить токи ветвей схемы.
28. Составить систему уравнений для заданной цепи по методу узловых потенциалов. Получить математическую модель схемы в матричном виде. Решить полученную систему уравнений и вычислить токи ветвей и потенциалы узлов.

*Раздел 9 [2;8;14-19].*

29. Провести схемотехническое моделирование заданной схемы в программе Multisim. Определить токи ветвей схемы и потенциалы узлов.
30. Провести схемотехническое моделирование заданной схемы в программе OrCAD. Определить токи ветвей схемы и потенциалы узлов.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература		
1. <i>Петров, М. Н.</i> Моделирование компонентов и элементов интегральных схем : учебное пособие / М. Н. Петров, Г. В. Гудков. — Санкт-Петербург : Лань. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-1075-0.	2021	<a href="https://e.lanbook.com/book/167848">https://e.lanbook.com/book/167848</a>
2. <i>Амелина, М. А.</i> Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap. Версии 9, 10 : учебное пособие для вузов / М. А. Амелина, С. А. Амелин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань. — 632 с. — ISBN 978-5-8114-6995-6.	2021	<a href="https://e.lanbook.com/book/153923">https://e.lanbook.com/book/153923</a>
3. <i>Глухов, А. В.</i> Проектирование электронных устройств в схемотехническом редакторе PSpice Schematics : учебное пособие / Глухов А. В. , Шубин В. В. , Рогулина Л. Г. - Новосибирск. : СибГУТИ.	2016	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/SibGUTI-026.html">https://www.studentlibrary.ru/book/SibGUTI-026.html</a>
4. <i>Денисенко, В. В.</i> Компактные модели МОП-транзисторов для SPICE в микро- и нанoeлектронике / Денисенко В. В. - Москва : ФИЗМАТЛИТ. - 408 с. - ISBN 978-5-9221-1200-0.	2010	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922112000.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922112000.html</a>
5. <i>Муромцев, Д. Ю.</i> Математическое обеспечение САПР : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин. — 2-е изд. перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-1573-1.	2021	<a href="https://e.lanbook.com/book/168620">https://e.lanbook.com/book/168620</a>

Дополнительная литература		
6. Бурьков, Д. В. Математическое и имитационное моделирование электротехнических и робототехнических систем : учебное пособие / Д. В. Бурьков, Ю. П. Волощенко ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета. - 159 с. - ISBN 978-5-9275-3625-2.	2020	<a href="https://znanium.com/catalog/product/1308357">https://znanium.com/catalog/product/1308357</a>
7. Пытьев, Ю. П. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем / Пытьев Ю. П. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : ФИЗМАТЛИТ. - 428 с. - ISBN 978-5-9221-1276-5.	2012	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922112765.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922112765.html</a> .
8. Мартюшев, Ю. Ю. Практика функционального цифрового моделирования в радиотехнике : учебное пособие для вузов / Мартюшев Ю. Ю. - Москва : Горячая линия - Телеком. - 188 с. - ISBN 978-5-9912-0218-3.	2012	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991202183.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991202183.html</a>
9. Монаков А. А. Основы математического моделирования радиотехнических систем: Учебное пособие. - СПб.: ГУАП. - 100 с.	2005	<a href="http://window.edu.ru/resource/901/44901">http://window.edu.ru/resource/901/44901</a>
10. Пинигин, К. Ю. Моделирование электронных устройств в среде MultiSim: учебно-методическое пособие / К. Ю. Пинигин, В. А. Жмудь.- Новосибирск : Изд-во НГТУ- 74 с. - ISBN 978-5-7782-2106-2.	2012	<a href="https://znanium.com/catalog/product/546584">https://znanium.com/catalog/product/546584</a>

## 6.2. Периодические издания

11. Журнал «Проектирование и технология электронных средств» (Библиотека ВлГУ) – современная профессиональная база данных.
12. Журнал «Автоматизация. Современные технологии» (Библиотека ВлГУ) – современная профессиональная база данных.
13. Журнал «Автоматизация в промышленности» (Библиотека ВлГУ) – современная профессиональная база данных.

## 6.3. Интернет-ресурсы

14. <http://www.pcbsoft.ru> – информационная справочная система.
15. <http://www.cadence.com> – информационная справочная система.
16. <http://www.orcad.com> – информационная справочная система.
17. <https://www.pcbsoft.ru/fast-start-allegro> - PCB Soft «Нвчало работы в Allegro/OrCAD».
18. <https://www.pcbsoft.ru/uchebnik-allegro-orcad> - PCB Soft «Учебник по САПР Allegro/OrCAD».
19. <https://www.pcbsoft.ru/pspice-tutorials> - PCB Soft «PSpice моделирование схем»

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Практические работы проводятся в компьютерных классах (330-3, 503-3, 218-3) со свободным доступом в Internet.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения:

- Mentor Graphics;
- Altium Designer;
- Компас-3D;

- SolidWorks;
- MS Office.



Рабочую программу составил доцент С.В. Шумарин  
(ФИО, должность, подпись)

Рецензент (представитель работодателя)  
заместитель начальника отдела измерительной техники  
ЗАО "Автоматика плюс" к.т.н., доцент В.М. Дерябин  
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭПБС  
Протокол № 1 от 31.08.2021 года  
Заведующий кафедрой К.В. Татмышевский  
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
на заседании учебно-методической комиссии направления  
12.04.01 – Приборостроение  
Протокол № 1 от 31.08.2021 года  
Председатель комиссии К.В. Татмышевский  
(ФИО, должность, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**

в рабочую программу дисциплины

«Схемотехническое проектирование электронных устройств»

образовательной программы направления подготовки 12.04.01 – Приборостроение, направленность: «Информационно-измерительные технологии» (магистратура)

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

*Подпись*

*ФИО*

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20 22 / 20 23 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.22 года

Заведующий кафедрой ЭПБС *Григорьев* (Татьяна Степановна К.В.)

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_