

**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

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
  
Галкин А.А.  
« 31 » 08 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СРЕДСТВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

**направление подготовки / специальность**  
09.03.01 Информатика и вычислительная техника

**направленность (профиль) подготовки**  
Системы автоматизированного проектирования микроэлектроники

г. Владимир

2021 год

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Схемотехническое проектирование средств вычислительной техники» является ознакомление студентов с предметной областью по направлению обучения 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», базовыми понятиями схемотехнического проектирования, связанными с разработкой типовых узлов аналоговой и цифровой техники, в том числе, с использованием систем автоматизации проектирования на схемотехническом и функциональном уровнях.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Схемотехническое проектирование средств вычислительной техники» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-2 Способен разрабатывать поведенческие описания моделей стандартных ячеек, разрабатывать техническую документацию на состав библиотеки стандартных ячеек	ПК-1.1 Знает математические модели на различных уровнях представления ПК 1.2 Умеет интерпретировать результаты проектирования в САПР, готовить задания для работы с современными САПР ПК 1.3 Владеет способами математического описания вычислительных узлов	Знать математические модели компонент устройств вычислительной техники. Уметь готовить проекты функциональных и логических схемы устройств вычислительной техники в САПР. Владеть базовыми методами математического описания логических схем.	Тестовые вопросы

## 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов

**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	Основы построения и моделирования аналоговых и цифровых устройств	4	1-8	8	8			20	
1.1	Введение. Типовые элементы электрических схем	4	1	2				6	
1.2	Принципы моделирования в САПР ADS	4	2		2			4	
1.3	Анализ по постоянному и переменному току	4	3-4	2	2			2	
1.4	Анализ во временной области	4	5-6	2	2			4	Рейтинг-контроль №1
1.5	Функциональный анализ	4	7-8	2	2			4	
2	Основы проектирования цифровых схем	4	9-16	8	8			16	
2.1	Технологии проектирования и изготовления интегральных схем	4	9, 11	4				4	
2.2	Проектирование комбинационных цепей	4	10, 12		4		2	4	Рейтинг-контроль №2
2.3	Типовые функциональные узлы цифровых устройств	4	13, 15	4				4	
2.4	Разработка и оформление принципиальных и функциональных схем	4	14, 16		4		3	4	
3	Методы анализа сигналов	4	17-18	2	2			6	
3.1	Классификация сигналов. Фурье-анализ	4	17	2				2	
3.2	Спектральный анализ	4	18		2			4	

	непериодических сигналов								
4	Моделирование и измерение параметров электронных схем	4	9 - 17			18		12	
4.1	Схемы цифро-аналоговых преобразователей	4	9			4		4	
4.2	Измерение параметров усилителя	4	11			4	2	2	
4.3	Схемы аналого-цифровых преобразователей	4	13, 15			8	2	4	
4.4	Исследование спектральных характеристик импульсных сигналов	4	17			2	1	2	Рейтинг-контроль №3
Всего за <u>4</u> семестр:				18	18	18		54	зачет
Наличие в дисциплине КП/КР									нет
Итого по дисциплине				18	18	18		54	зачет

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Основы построения и моделирования аналоговых и цифровых устройств.

Тема 1.1 Введение. Типовые элементы электрических схем.

Введение. Типовые элементы электрических схем и их основные параметры.

Дискретные аналоговые компоненты. Параметры логических элементов.

Тема 1.3 Анализ по постоянному и переменному току.

Методика проведения анализа электронных схем по постоянному и переменному току.

Симуляторы DC и AC. Расчет рабочих точек, определение потребляемой мощности.

Определение сопротивлений по постоянному и переменному току нелинейных элементов.

Расчет АЧХ и ФЧХ.

Тема 1.4 Анализ во временной области.

Методика проведения анализа электронных схем во временной области. Симулятор

TRAN. Источники сигналов во временной области. Определение переходных характеристик.

Определение установившегося режима. Критерии выбора шага анализа по времени.

Тема 1.5 Функциональный анализ.

Методика подготовки проектов в ADS для функционального анализа аналоговых и

цифровых устройств. Специфика анализа и отличительные особенности представления

компонент в числовой и временной области. DF-контроллер. Методика синтеза

комбинационной схемы и ее моделирование.

Раздел 2 Основы проектирования цифровых схем.

Тема 2.1 Технологии проектирования и изготовления интегральных схем

Технологии проектирования и изготовления цифровых интегральных схем (ПЛИС, заказные микросхемы, базовые матричные кристаллы). Маршруты проектирования заказных микросхем.

Тема 2.2 Типовые функциональные узлы цифровых устройств

Типовые функциональные узлы цифровых устройств (шифраторы, дешифраторы, мультиплексоры, демультиплексоры, триггеры и др.).

Раздел 3 Методы анализа сигналов.

Тема 3.1 Классификация сигналов. Фурье-анализ.

Классификация сигналов. Детерминированные сигналы. Разложение периодических сигналов в ряд Фурье. Понятие амплитудного и фазового спектра. Особенности передачи цифровых сигналов по каналам связи. Теорема Котельникова.

### **Содержание практических занятий по дисциплине**

Раздел 1. Основы построения и моделирования аналоговых и цифровых устройств.

Тема 1.2 Принципы моделирования в САПР ADS.

Практическое занятие №1 Принципы формирования и моделирования проектов аналоговых и цифровых схем в САПР ADS.

Тема 1.3 Анализ по постоянному и переменному току

Практическое занятие №2 Моделирование электронных схем по постоянному и переменному току в САПР ADS.

Тема 1.5 Функциональный анализ.

Практическое занятие №3 Моделирование схем АЦП и ЦАП на функциональном уровне.

Раздел 2 Основы проектирования цифровых схем.

Тема 2.2 Проектирование комбинационных цепей.

Практическое занятие №4 Формирование и моделирование логических схем в САПР ADS.

Тема 2.4 Разработка и оформление принципиальных и функциональных схем

Практическое занятие №5 Подготовка электрических принципиальных и структурных схем в системах MS Visio, ADS

Раздел 3 Методы анализа сигналов.

Тема 3.2 Спектральный анализ непериодических сигналов

Практическое занятие №6 Решение задач спектрального анализа непериодических сигналов.

### **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

Раздел 4 Моделирование и измерение параметров электронных схем

Тема 4.1 Схемы цифро-аналоговых преобразователей

Лабораторное занятие №1 Измерение параметров цифро-аналогового преобразователя.

Тема 4.2 Измерение параметров усилителя

Лабораторное занятие №2 Измерение параметров схемы усилителя с общим эмиттером на биполярном транзисторе.

Тема 4.3 Схемы аналого-цифровых преобразователей

Лабораторное занятие №3 Измерение параметров аналого-цифрового преобразователя.  
Тема 4.4 Исследование спектральных характеристик импульсных сигналов  
Лабораторное занятие №4 Спектральный анализ периодических и непериодических импульсных сигналов.

## **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**

#### Рейтинг-контроль №1

1. Связь между током и напряжением для резисторов, индуктивностей, конденсаторов.
2. Резистивные делители напряжения. Пример.
3. Назначение и общие принципы функционирования биполярных транзисторов
4. Назначение и общие принципы функционирования полевых транзисторов
5. Модели и системные параметры логических элементов
6. Статические параметры логических элементов
7. Динамические параметры логических элементов
8. Входное и выходное сопротивление цифрового устройства
9. Методика подготовки проекта для проведения DC-анализа в ADS. Выходные результаты анализа.
10. Методика подготовки проекта для проведения AC-анализа в ADS. Выходные результаты анализа.
11. Методика подготовки проекта для проведения TRAN-анализа в ADS. Выходные результаты анализа.
12. Преимущество использования единицы измерения параметров в дБ. Преобразование из дБ в вольты, ватты и обратно. Примеры.

#### Рейтинг-контроль №2

1. Методика подготовки проекта для проведения функционального анализа в ADS. Выходные результаты анализа.
2. Особенности использования функциональных моделей в числовой и временной областях и их взаимодействие.
3. Проблемы проектирования цифровых устройств.
4. Понятие комбинационной цепи. Представление в виде СНДФ.
5. Этапы проектирования комбинационной цепи. Пример.
6. Логические блоки табличного типа (LUT).
7. Логические блоки на основе мультиплексоров.
8. Логические блоки на основе ПЛИС.
9. Маршрут проектирования заказных микросхем. Технологические нормы изготовления кристаллов интегральных схем.
10. Критерии выбора базиса для реализации цифрового устройства.

#### Рейтинг-контроль №3

1. Шифратор. Схемотехническая реализация.
2. Дешифратор. Схемотехническая реализация.
3. Мультиплексоры. Схемотехническая реализация.
4. Демультимплексоры. Схемотехническая реализация.
5. Триггерные устройства и их классификация.
6. Триггер D-типа.
7. Триггер T-типа.
8. JK-триггер.
9. Классификация сигналов.
10. Представление периодического сигнала в виде ряда Фурье.
11. Определение амплитудного спектра периодических сигналов
12. Определение фазового спектра периодического сигнала
13. Амплитудный спектр последовательности периодических импульсов.
14. Понятие спектральной плотности. Прямое и обратное преобразование Фурье.
15. Амплитудный спектр одиночного прямоугольного импульса.

## 5.2. Промежуточная аттестация

Контрольные вопросы на зачет.

1. Связь между током и напряжением для резисторов, индуктивностей, конденсаторов во временной области.
2. Назначение и общие принципы функционирования биполярных транзисторов.
3. Назначение и общие принципы функционирования полевых транзисторов.
4. Модели и системные параметры логических элементов.
5. Статические параметры логических элементов.
6. Динамические параметры логических элементов.
7. Методика подготовки проекта для проведения DC и AC-анализа в ADS. Выходные результаты анализа.
8. Методика подготовки проекта для проведения TRAN-анализа в ADS. Выходные результаты анализа.
9. Методика подготовки проекта для проведения функционального анализа в ADS. Выходные результаты анализа.
10. Проблемы проектирования цифровых устройств.
11. Понятие комбинационной цепи. Представление в виде СНДФ.
12. Основные этапы проектирования комбинационной цепи. Пример.
13. Логические блоки табличного типа (LUT).
14. Логические блоки на основе мультиплексоров.
15. Логические блоки на основе ПЛИС.
16. Маршрут проектирования заказных микросхем. Технологические нормы изготовления кристаллов интегральных схем.
17. Шифраторы.
18. Дешифраторы.
19. Мультиплексоры и демультимплексоры.
20. Триггерные устройства и их классификация.
21. Триггер D-типа.
22. Триггер T-типа.
23. JK-триггер.
24. Классификация сигналов.
25. Спектральный анализ периодических сигналов.
26. Определение амплитудного спектра периодических сигналов.
27. Определение фазового спектра периодического сигнала.

28. Понятие спектральной плотности. Прямое и обратное преобразование Фурье неперiodических сигналов.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающегося

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

Самостоятельная работа заключается в изучении содержания тем курса по конспектам, учебникам и дополнительной литературе, подготовке к лабораторным занятиям, выполнении заданий для самостоятельной работы, оформлении отчетов по лабораторным работам, подготовке к промежуточной аттестации и зачету.

Задания для самостоятельной работы студентов

1. Ознакомиться с характерными свойствами линейных и нелинейных элементов электрических цепей.
2. Ответить на контрольные вопросы:
  - 1) Представление сигналов в резистивных цепях.
  - 2) Представление сигналов в индуктивных цепях.
  - 3) Представление сигналов в емкостных цепях.
  - 4) Особенности линейных и нелинейных цепей.
  - 5) Области применения биполярных и полевых транзисторов.
3. Ознакомиться с правилами подготовки проектов для моделирования в САПР ADS.
4. Ответить на контрольные вопросы:
  - 1) Подготовка схемного проекта для DC-анализа.
  - 2) Подготовка схемного проекта для AC-анализа.
  - 3) Подготовка схемного проекта для TRAN-анализа.
  - 4) Подготовка схемного проекта для функционального анализа.
  - 5) Обработка и представление выходных результатов (таблицы, графики, уравнения)
  - 6) Единицы измерения выходных параметров и их преобразования из одной формы в другую.
5. Ознакомиться с правилами проектирования комбинационных цепей.
6. Ответить на контрольные вопросы:
  - 1) Проблемы проектирования цифровых устройств.
  - 2) Подготовка описания комбинационной цепи в виде СНДФ.
  - 3) Реализация этапов проектирования комбинационной цепи.
  - 4) Применение логических блоков табличного типа (LUT).
  - 5) Применение логических блоков на основе мультиплексоров.
  - 6) Применение логических блоков на основе ПЛИС.
  - 7) Маршрут проектирования заказных микросхем.
  - 8) Выбор базиса для реализации цифрового устройства.
7. Ознакомиться с основными правилами работы в графическом редакторе MS Visio.
8. Ответить на контрольные вопросы:
  - 1) Средства рисования схем аналоговых и цифровых устройств в MS Visio: простые фигуры, установка толщины и вида линий, типы линий (стрелки);
  - 2) Надписи, редактирование текста.
  - 3) Редактирование чертежа.
  - 4) Вставка объекта MS Visio в текстовый документ.
9. Ознакомиться с типовыми компонентами цифровых устройств.
10. Ответить на следующие вопросы:
  - 1) Способы построения шифраторов.
  - 5) Способы построения дешифраторов.
  - 6) Способы построения мультиплексоров.
  - 7) Способы построения демультиплексоров.
  - 8) Принципы функционирования триггера D-типа.



- 9) Принципы функционирования триггера Т-типа.
- 10) Принципы функционирования JK-триггера.
11. Ознакомиться с методами спектрального анализа сигналов.
12. Ответить на следующие вопросы:
  - 1) Основные типы сигналов.
  - 2) Детерминированные и случайные сигналы.
  - 3) Дискретизация аналоговых сигналов. Цифровые сигналы.
  - 4) Представление периодического сигнала в виде ряда Фурье.
  - 5) Расчет амплитудного спектра периодического сигнала.
  - 6) Расчет фазового спектра периодического сигнала.
  - 7) Прямое и обратное преобразование Фурье непериодического сигнала.
  - 8) Определение спектральной плотности.
  - 9) Спектральный анализ одиночного прямоугольного импульса.

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 Синтез цифровых устройств циклического действия [Электронный ресурс] / Гудко Н.И - М. : Горячая линия - Телеком, 2014.	2014	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991204279.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991204279.html</a>	
2. Основы автоматизированного проектирования изделий и технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Р. Галяветдинов. - Казань : Издательство КНИТУ, 2013.	2013	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788215679.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788215679.html</a>	
3. Основы цифровой схемотехники [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Бабич Н.П., Жуков И.А. - М. : ДМК Пресс, 2016.	2016	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785941201150.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785941201150.html</a>	
Дополнительная литература			
1. Схемотехника: аппаратура и программы [Электронный ресурс] / Аверченков О.Е. - М. : ДМК Пресс, 2012.	2012	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940744023.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940744023.html</a>	
2. Полупроводниковая схемотехника. Том I [Электронный	2009	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785941202003.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785941202003.html</a>	

ресурс] / Титце У., Шенк К. ; Пер. с нем. - 12-е изд. - М. : ДМК Пресс, 2009.		
3.Электроника и измерительная техника [Электронный ресурс] : Учеб. для вузов / Вознесенский А.С., Шкурятник В.Л. - М. : Горная книга, 2008.	2008	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741804964.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741804964.html</a>
4.Основы электроники [Электронный ресурс] / Бородин И.Ф. - М. : КолосС, 2013. - (Учебники и учеб. пособия для средних специальных учеб. заведений).	2013	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953207126.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953207126.html</a>
5. Основы полупроводниковой электроники [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Игумнов Д.В., Костюнина Г.П. - 2-еизд., дополн. - М. : Горячая линия - Телеком, 2011.	2011	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991201803.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991201803.html</a>

## 6.2. Периодические издания

Журналы (<https://elibrary.ru/>):

1. Вестник компьютерных и информационных технологий.
2. Вычислительные технологии.
3. Известия вузов: электроника.
4. Радиотехнические и телекоммуникационные системы.

## 6.3. Интернет-ресурсы

<http://www.studentlibrary.ru>

<http://library.vlsu.ru/>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Лабораторные работы проводятся в «учебно-исследовательской лаборатории центра микроэлектронного проектирования и обучения».

Рабочую программу составил доцент кафедры ВТ и СУ Меркутов А.С. 

Рецензент

(представитель работодателя)  Генеральный директор ООО "Диаграмма" Протягов И.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВТ и СУ

Протокол № 1 от 31 августа 2021 года

Заведующий кафедрой Ланцов В.Н. 

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

на заседании учебно-методической комиссии направления 09.03.01 информатика и вычислительная техника

Протокол № 1 от 31 августа 2021 года

Председатель комиссии Ланцов В.Н. зав. каф. ВТиСУ 

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20 22 / 20 23 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 29.08.22 года

Заведующий кафедрой  Куликов 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 \_\_\_\_\_