

кафедра  
2015

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 12 » 02

2015 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ**

Направление подготовки **11.04.03 Конструирование и технология электронных средств**

Профиль/программа подготовки **Высокие технологии в проектировании и производстве электронных средств**

Уровень высшего образования **Академическая магистратура**

Форма обучения – **Очная**

Семестр	Трудоем- кость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз./зачет)
2	5 / 180	18	-	36	90	Экзамен (36 часов)
Итого	5 / 180	18	-	36	90	Экзамен (36 часов)

12

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина "Схемотехническое проектирование электронных средств" обеспечивает подготовку магистрантов в области современных методов описания и разработки электронных средств.

Целями освоения дисциплины "Схемотехническое проектирование электронных средств" являются:

- Изучение языков описания аппаратуры.
- Освоение методов ускоренной разработки и верификации сложных схем и проектов.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Дисциплина "Схемотехническое проектирование электронных средств" относится к базовой части дисциплин.

Курс "Схемотехническое проектирование электронных средств" базируется на знании основ проектирования электронных средств, включая схемотехнические аспекты, и используемого программного обеспечения. Полученные знания могут быть использованы при выполнении научно-исследовательских работ и магистерской диссертации.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями в части базовых знаний, необходимых в дальнейшем для понимания современного состояния, проблем и тенденций развития технологии электронных средств в интересах конкретных работодателей:

ОК-3 - готовностью к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности;

ОПК-2 - способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры;

ОПК-3 - способностью демонстрировать навыки работы в коллективе, порождать новые идеи;

ПК-2 - способностью выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ;

ПК-3 - готовностью использовать современные языки программирования для построения эффективных алгоритмов решения сформулированных задач;

ПК-4 - способностью планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты;

ПК-8 - способностью проектировать модули, блоки, системы и комплексы электронных средств с учетом заданных требований.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) Знать:

- языки описания аппаратуры.

2) Уметь:

- проектировать схемы с использованием языков описания аппаратуры;

- моделировать работу схем в специализированных программных средствах.

3) Владеть:

- навыками схемотехнического проектирования электронных средств.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часа.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Консультации	Семинары	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы,	СРС			КП / КР
1.1	Микропроцессоры. Архитектура микропроцессоров и их основные узлы	2	1-2	2				4		10		2,0 / 33 %	
1.2	Программируемые логические интегральные схемы		3-4	2				4		10		2,0 / 33 %	
1.3	Системы на кристалле		5-6	2				4		10		2,0 / 33 %	Рейтинг-контроль №1
2.1	Основы языка VHDL, создание модулей		7-8	2				4		10		2,0 / 33 %	
2.2	Маршрут проектирования. Структура проекта в ПЛИС		9-10	2				4		10		2,0 / 33 %	
2.3	Базовые проекты. Процессор как конечный автомат		11-12	2				4		10		2,0 / 33 %	Рейтинг-контроль №2
3.1	Языки высокого уровня в описании аппаратуры		13-14	2				4		10		2,0 / 33 %	
3.2	Основные принципы разработки ассемблера		15-16	2				4		10		2,0 / 33 %	
3.3	Рекомендации по применению программируемых процессоров		17-18	2				4		10		2,0 / 33 %	Рейтинг-контроль №3
<b>Всего</b>					<b>18</b>			<b>36</b>		<b>90</b>		<b>18 / 33 %</b>	<b>Экзамен (36 часов)</b>

#### СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Элементно-компонентная база электронных средств

1.1. Введение. Цели и задачи курса.

1.2. Микропроцессоры. Архитектура микропроцессоров и их основные узлы. Классическая и Гарвардская архитектуры. Преимущества разделения адресных пространств кода и данных. Элементы микропроцессора. Переменные состояния. Регистры, арифметико-логическое устройство, интерфейсы памяти, декодирование команд.

1.3. Программируемые логические интегральные схемы. Принципы работы ПЛИС, структура логической ячейки и ее возможности. Особенности современных серий ПЛИС, выделенные ресурсы на кристалле.

1.4. Системы на кристалле. Специализация процессора. Использование специализированных ресурсов ПЛИС. Понятие систем на кристалле (SoC - System-On-Chip). Преимущества SoC-подхода. Использование выделенных ресурсов ПЛИС для реализации

узлов системы на кристалле. Адресация устройств на кристалле, выбор карты памяти и УВВ. Аппаратная реализация вспомогательных устройств. Комбинирование технических решений с целью наиболее полного использования ресурсов ПЛИС. Масштабирование систем.

1.5. Аналоговые и цифроаналоговые элементы электронных средств.

Раздел 2. Схемотехническое проектирование электронных средств на основе языков описания аппаратуры

2.1. Основы языка VHDL, создание модулей. Задание топологических и временных ограничений. Реализация на VHDL основных узлов микропроцессорного устройства. Понятие о синхронных и асинхронных схемах. Классификация ресурсов ПЛИС. Временные диаграммы работы основных цифровых узлов. Создание асинхронных устройств. Создание регистров. Комплексное проектирование - разработка простейшего АЛУ.

2.2. Маршрут проектирования. Структура проекта в ПЛИС. Основные сведения о ПЛИС Xilinx, особенности проектирования на VHDL в среде ISE. САПР ISE.

2.3. Базовые проекты. Процессор как конечный автомат. Выбор регистровой модели. Основные переменные состояния. Оценка требуемых ресурсов на основе анализа выбранных переменных состояния. Цикл работы процессора с асинхронной памятью команд. Процессор на основе синхронных ресурсов. Многотактное выполнение команд. Конвейеризация. Вопросы использования синхронной памяти для хранения кода. Разделение команды на такты: выборка, декодирование, исполнение. Основные задачи, решаемые при создании конвейеризованного процессора. Управляющий автомат. Логика переходов и стек возвратов. Сильное и слабое кодирование.

Раздел 3. Основы совместной разработки аппаратного и программного обеспечения электронных средств

3.1. Языки высокого уровня в описании аппаратуры (Handel-C). Принципы совместного проектирования аппаратуры и программного обеспечения.

3.2. Основные принципы разработки ассемблера. Особенности разработки ассемблера для программируемых процессоров.

3.3. Рекомендации по применению программируемых процессоров.

### **Лабораторный практикум**

Лабораторный практикум является групповой аудиторной работой в малых группах. Целью лабораторного практикума является:

- подтверждение теоретического материала, полученного на лекционных занятиях, путем проведение небольших по объему экспериментальных исследований по изучаемой теме в условиях научно-исследовательских лабораторий вуза или машиностроительного предприятий;

- приобретение практических навыков и инструментальных компетенций в области постановки и проведения экспериментов по профилю профессиональной деятельности.

Перед проведением лабораторных занятий студенты должны освоить требуемый теоретический материал и процедуры выполнения лабораторной работы по выданным им предварительно учебным и методическим материалам.

### **Перечень лабораторных работ**

1. Создание базового проекта в САПР ISE (4 ч.).
2. Проектирование цифровых устройств с использованием языка описания аппаратуры VHDL. Цифровые узлы (4 ч.).
3. Проектирование цифровых устройств с использованием языка описания аппаратуры VHDL. Управляющие автоматы и микроконтроллеры (4 ч.).
4. Программирование ПЛИС Xilinx (4 ч.).
5. Проектирование цифровых устройств с использованием микросхем CPLD (4 ч.).

6. Проектирование цифровых устройств с использованием микросхем FPGA (4 ч).
7. Функциональное моделирование проектируемых устройств (4 ч.).
8. Оптимизация процесса синтеза ПЛИС (4 ч).

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

### **5.1. Активные и интерактивные формы обучения**

С целью формирования и развития общепрофессиональных и профессиональных компетенций студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий (проблемное изложение учебного материала, деловые и ролевые игры, разбор конкретных ситуаций из деятельности профильных предприятий и организаций) в сочетании с внеаудиторной работой.

### **5.2. Мультимедийные технологии обучения**

- Лекционные занятия проводятся в мультимедийной аудитории с использованием компьютерного видеопроектора и аудиосистемы.

- Студентам через ИНТРАНЕТ-сайт кафедры доступны конспект лекций и методические указания к СРС в электронном виде, учебные видеофильмы и рекламно-информационные материалы профильных предприятий и организаций.

В рамках дисциплины возможны вебинары и видеоконференции с участием известных ученых, преподавателей российских и зарубежных университетов, ведущих специалистов и руководителей промышленных предприятий и организаций различных форм собственности, в том числе выпускников ВлГУ.

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

Рейтинг-контроль проводится трижды за семестр согласно графику учебного процесса, рекомендованного учебно-методическим управлением. Он предполагает расчет суммарных баллов за активную работу на лекциях и лабораторных работах. Текущий контроль знаний осуществляется на консультациях по курсу, по итогам защиты лабораторных работ, а также в периоды рейтинговых мероприятий. При выполнении студентом графика учебного процесса ему начисляется бонусный балл.

Вопросы для рейтинг-контроля и экзамена приведены ниже.

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЯ**

#### **1 рейтинг-контроль**

1. Классификация микросхем. Классификация СБИС. Задачи проектирования микросхем с использованием современных технологий.
2. Базовые матричные кристаллы. Классификация. Параметры.
3. Особенности проектирования БИС. Классификация методов проектирования.
4. Этапы проектирования БИС: схемотехнический, функционально логический, физико-топологический.
5. Основные алгоритмы начального размещения БИС: последовательного размещения по связности, дихотомического деления (метод минимальных сечений).
6. Основные методы автоматической трассировки МаБИС.
7. Технологии восходящего и нисходящего проектирования.

#### **2 рейтинг-контроль**

8. Проектирование ПЛИС на основе языков описания аппаратных средств.
9. Типы и краткая характеристика языков HDL.
10. Основы языка VHDL.

11. Программные средства фирмы Xilinx для проектирования ПЛИС.
12. Обобщенный маршрут проектирования ПЛИС фирмы Xilinx.
13. Создание модулей исходного описания проектируемого устройства в САПР WebPACK ISE.
14. Синтез проектов в САПР WebPACK ISE.
15. Размещение и трассировка проектов в САПР WebPACK ISE.
16. Моделирование цифровых устройств в САПР WebPACK ISE.
17. Программирование ПЛИС в САПР WebPACK ISE.

### **3 рейтинг-контроль**

18. Проектирование на основе C/C++ и других языков.
19. Проектирование устройств со встроенными аппаратными микропроцессорными ядрами.
20. Проектирование устройств с программными микропроцессорными ядрами.
21. Отслеживание состояния внутренних точек схемы в ПЛИС.
22. Области применения заказных микросхем и ПЛИС.
23. Средства моделирования ПЛИС.
24. Средства логического и физического синтеза ПЛИС.
25. Средства верификации ПЛИС.

### **Самостоятельная работа студента.**

Цель самостоятельной работы - формирование личности студента, развитие его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня. Самостоятельная работа студентов включает закрепление теоретического материала, подготовку к рейтинговым мероприятиям. Основа самостоятельной работы - изучение рекомендуемой литературы, работа с конспектом лекций и в Интернете.

Повышению эффективности самостоятельной работы способствуют систематические консультации. Текущий контроль освоения материала и самостоятельной работы проводится на консультациях и в форме рейтинг-контроля.

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ СРС**

1. Структура базовых ячеек ПЛИС.
2. Классификация ПЛИС.
3. Системы на кристалле.
4. Общая характеристика ПЛИС фирмы Xilinx.
5. Основные семейства ПЛИС CPLD фирмы Xilinx.
6. Основные семейства ПЛИС FPGA фирмы Xilinx.
7. Динамически реконфигурируемые системы.
8. FPNА - программируемый пользователем массив узлов.
9. Технология picoAggaу компании picoChip.
10. Технология адаптивных вычислительных машин компании QuickSilver.

### **Вопросы к экзамену**

1. Классификация микросхем. Классификация СБИС. Задачи проектирования микросхем с использованием современных технологий.
2. Базовые матричные кристаллы. Классификация. Параметры.
3. Особенности проектирования БИС. Классификация методов проектирования.
4. Этапы проектирования БИС: схемотехнический, функционально логический, физико-топологический.
5. Основные алгоритмы начального размещения БИС: последовательного размещения по связности, дихотомического деления (метод минимальных сечений).
6. Основные методы автоматической трассировки МаБИС.

7. Технологии восходящего и нисходящего проектирования.
8. Структура базовых ячеек ПЛИС.
9. Классификация ПЛИС.
10. Системы на кристалле.
11. Проектирование ПЛИС на основе языков описания аппаратных средств.
12. Типы и краткая характеристика языков HDL.
13. Основы языка VHDL.
14. Общая характеристика ПЛИС фирмы Xilinx.
15. Основные семейства ПЛИС CPLD фирмы Xilinx.
16. Основные семейства ПЛИС FPGA фирмы Xilinx.
17. Программные средства фирмы Xilinx для проектирования ПЛИС.
18. Обобщенный маршрут проектирования ПЛИС фирмы Xilinx.
19. Создание модулей исходного описания проектируемого устройства в САПР WebPACK ISE.
20. Синтез проектов в САПР WebPACK ISE.
21. Размещение и трассировка проектов в САПР WebPACK ISE.
22. Моделирование цифровых устройств в САПР WebPACK ISE.
23. Программирование ПЛИС в САПР WebPACK ISE.
24. Проектирование на основе C/C++ и других языков.
25. Проектирование устройств со встроенными аппаратными микропроцессорными ядрами.
26. Проектирование устройств с программными микропроцессорными ядрами.
27. Отслеживание состояния внутренних точек схемы в ПЛИС.
28. Области применения заказных микросхем и ПЛИС.
29. Средства моделирования ПЛИС.
30. Средства логического и физического синтеза ПЛИС.
31. Средства верификации ПЛИС.
32. Динамически реконфигурируемые системы.
33. FPNA - программируемый пользователем массив узлов.
34. Технология picoAqua компании picoChip.
35. Технология адаптивных вычислительных машин компании QuickSilver.
36. Перспективы развития ПЛИС.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **а) основная литература:**

1. Микропроцессорные системы [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов/ Е.К. Александров, Р.И. Грушвицкий, М.С. Куприянов, О.Е. Мартынов, Д.И. Панфилов, Т.В. Ремизевич, Ю.С. Татаринов, Е.П. Угрюмов, И.И. Шагурин; Под общ. ред. Д. В. Пузанкова. - СПб. : Политехника, 2012. –  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5732505164.html>
2. Космическая электроника. В 2-х книгах. Книга 1 [Электронный ресурс] / Белоус А.И., Солодуха В.А., Шведов С.В. - М. : Техносфера, 2015. –  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363981.html>
3. Электронные устройства, управляемые компьютерами, и не только [Электронный ресурс] / Кашкаров А.П. - М. : ДМК Пресс, 2013. –  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940749585.html>

### **б) дополнительная литература**

4. Электроника [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Соколов С.В., Титов Е.В. - М. : Горячая линия - Телеком, 2013. –  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991203449.html>

5. Радиолюбительские конструкции на PIC-микроконтроллерах. Книга 3 [Электронный ресурс] / Заец Н.И. - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2011. – <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5980032509.html>
6. Кечиев, Л.Н. Проектирование печатных плат для цифровой быстродействующей аппаратуры / Л. Н. Кечиев. – М.: Группа ИДТ, 2007 г. – ISBN 978-5-94833-024-2.
7. Самоучитель по микропроцессорной технике [Электронный ресурс] / А. В. Белов. - 2-е изд, перераб. и доп. - СПб. : Наука и техника, 2007. – <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785943871900.html>

**в) периодические издания:**

1. Научно-практический журнал «Вектор высоких технологий», учредитель ООО предприятие Остек, г. Москва. Бесплатная подписка на сайте [www.ostec-press.ru](http://www.ostec-press.ru)
2. Производственно-практический журнал «Современная электроника», Изд-во «СТА-Пресс», г. Москва. Бесплатная подписка для специалистов на [www.soel.ru](http://www.soel.ru)
3. Поверхностный монтаж. Информационный бюллетень. ЗАО предприятие Остек, г. Москва. Бесплатная подписка на сайте [www.ostec-press.ru](http://www.ostec-press.ru)
4. Информационно-технический журнал «Новости электроники». Учредитель ООО «КОМПЭЛ», г. Москва, Электронная подписка на [www.compeljournal.ru](http://www.compeljournal.ru)
5. Производственно-практический журнал «Современные технологии автоматизации», 4 выпуска в год, Издательство «СТА-Пресс», г. Москва. Содержания выпусков и подписка доступны по адресу: [www.cta.ru](http://www.cta.ru)

**г) интернет-ресурсы:**

1. Информационно-аналитический центр современной электроники (с подпиской на новости) <http://www.sovel.org/>
2. Новостной и аналитический портал «Время электроники» (с подпиской на новости) <http://www.russianelectronics.ru/leader-r/>
3. Федеральный портал: Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Образование в области техники и технологий. [http://window.edu.ru/catalog/?p\\_rubr=2.2.75](http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75)

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- кафедральные мультимедийные средства (ауд. 331-3, 333-3, 324-3);
- электронные записи лекций (мультимедиа-презентации);
- оборудование для проведения лабораторных работ;
- оборудование компьютерного класса 330-3;
- ИНТРАNET-сервер локальной сети кафедры с Wi-Fi – роутером беспроводного доступа на территории помещений кафедры.



Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств

Рабочую программу составил доц. каф. БЭСТ В.В. Евграфов 

Рецензент главный конструктор

ООО завод «Промприбор»



Е.В. Дончевский

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БЭСТ  
протокол № 6 от 12.02.2015 г.,

Зав. кафедрой



Л.Т.Сушкова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 11.04.03 – "Конструирование и технология электронных средств"  
протокол № 6 от 12.02.2015 г.,

Председатель комиссии



Л.Т.Сушкова

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_