

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)

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор  
по образовательной деятельности

А.А. Пандилов

« 30 » 0 20 19 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Схемотехническое проектирование электронных средств»**

Направление подготовки:

12.04.04 – "Биотехнические системы и технологии"

Профиль/программа подготовки: «Биомедицинская инженерия»

Уровень высшего образования: **магистратура**

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоём- кость зач. ед, /час	Лекций, час.	Практ. за- нятий, час.	Лабор. работ, час.	СРС, час.	Форма проме- жуточной атте- стации (экза- мен/зачёт/зачет с оценкой)
2	5/180	18	18	-	108	Экзамен (36), КР
<b>Итого:</b>	5/180	18	18	-	108	Экзамен (36), КР

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: формирование представлений в области современных методов описания и разработки схемотехники электронных средств биотехнического назначения.

Задачи: 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 дисциплинам по выбору.

Перспективы дисциплины: дисциплина опирается на знания предметов основной образовательной программы бакалавриата высшего образования.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
ПК-4	частичное	<p>Знать: новые способы и принципы функционирования биотехнических систем и медицинских изделий.</p> <p>Уметь: Осуществлять поиск технологий получения и обработки биомедицинской информации для проведения биомедицинских исследований и решения задач практического здравоохранения.</p> <p>Владеть: сравнительным анализом функциональных возможностей и характеристик изделий-аналогов. Выявлять новые способы получения и обработки биомедицинской информации для повышения эффективности медико-биологических исследований и решения задач практического здравоохранения.</p>

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачётных единиц, 180 часов.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)			Объём учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	СРС		
1.1	Микропроцессоры. Архитектура микропроцессоров и их основные узлы	2	1	2		12	1,0 / 50 %	
1.2	Программируемые логические интегральные схемы	2	2		2	12	1,0 / 50 %	
1.3	Системы на кристалле	2	3-4	2	2	12	2,0 / 50 %	
2.1	Основы языка VHDL, создание модулей	2	5-6	2	2	12	2,0 / 50 %	рейтинг-контроль №1
2.2	Маршрут проектирования. Структура проекта в ПЛИС	2	7-8	2	2	12	2,0 / 50 %	
2.3	Базовые проекты. Процессор как конечный автомат	2	9-10	2	2	12	2,0 / 50 %	
3.1	Языки высокого уровня в описании аппаратуры	2	11-12	2		12	1,0 / 50 %	рейтинг-контроль №2
3.2	Основные принципы разработки ассемблера	2	13-16		2	12	1,0 / 50 %	
3.3	Рекомендации по применению программируемых процессоров	2	17-18	2	2	12	2,0 / 50 %	рейтинг-контроль №3
Всего за 2 семестр:				18	18	108	18 / 50 %	экзамен (36), КР
Итого по дисциплине:				18	18	108	<b>18 / 50 %</b>	

#### Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1 Элементно-компонентная база электронных средств

Тема 1.1 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.

Тема 1.2 Программируемые логические интегральные схемы

Принципы работы ПЛИС, структура логической ячейки и ее возможности. Особенности современных серий ПЛИС, выделенные ресурсы на кристалле.

Тема 1.3 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. Мас-

штабирование систем.

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

Тема 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.

Тема 2.2 Маршрут проектирования. Структура проекта в ПЛИС

Основные сведения о ПЛИС Xilinx, особенности проектирования на VHDL в среде ISE. САПР ISE.

Тема 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

Тема 3.1 Языки высокого уровня в описании аппаратуры (Handel-C).

Принципы совместного проектирования аппаратуры и программного обеспечения.

Тема 3.2 Основные принципы разработки ассемблера

Особенности разработки ассемблера для программируемых процессоров.

Тема 3.3 Рекомендации по применению программируемых процессоров

Номенклатура программируемых процессоров. Достоинства и недостатки отдельных типов. Рекомендации по применению.

Заключение.

#### Содержание практических занятий по дисциплине

Тема 1. Создание базового проекта в САПР ISE (2 ч.).

Тема 2. Проектирование цифровых устройств с использованием языка описания аппаратуры VHDL. Цифровые узлы (2 ч.).

Тема 3. Проектирование цифровых устройств с использованием языка описания аппаратуры VHDL. (2 ч.).

Тема 4. Управляющие автоматы и микроконтроллеры (2 ч.).

Тема 5. Программирование ПЛИС Xilinx (2 ч.).

Тема 6. Проектирование цифровых устройств с использованием микросхем CPLD (2 ч.).

Тема 7. Проектирование цифровых устройств с использованием микросхем FPGA (2 ч.).

Тема 8. Функциональное моделирование проектируемых устройств (2 ч.).

Тема 9. Оптимизация процесса синтеза ПЛИС (2 ч.).

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Схемотехническое проектирование электронных средств» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- Интерактивная лекция (тема № 1..2);
- Групповая дискуссия (тема №2.1, 2.3);
- Разбор конкретных ситуаций (тема №3).

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

### **Рейтинг-контроль 1**

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.

### **Рейтинг-контроль 2**

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.

### **Рейтинг-контроль 3**

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 студентов***

Самостоятельная работа студентов включает закрепление теоретического материала и подготовку к выполнению лабораторных работ. Основа самостоятельной работы - изучение литературы и работа с конспектом лекций. Повышению эффективности самостоятельной работы способствует систематическое проведение консультаций по лекционному курсу и курсовому проектированию и различные виды текущего контроля знаний.

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

### **Перечень тем курсовых работ по дисциплине**

1. Схемотехническое проектирование и программная реализация схемы управления роботом-пылесосом.
2. Схемотехническое проектирование и программная реализация схемы управления устрой-

- ством жизнеобеспечения аквариумных рыбок.
3. Схемотехническое проектирование и программная реализация схемы управления устройством жизнеобеспечения комнатных растений.
  4. Схемотехническое проектирование и программная реализация схемы управления устройством «Умный дом».
  5. Схемотехническое проектирование и программная реализация схемы управления устройством «Велокомпьютер».
  6. Схемотехническое проектирование и программная реализация схемы управления устройством преобразования сигналов.
  7. Схемотехническое проектирование и программная реализация схемы управления устройством электронного тестирования компонентов.
  8. Схемотехническое проектирование и программная реализация схемы управления устройством разбраковки компонентов.
  9. Схемотехническое проектирование и программная реализация схемы управления устройством «Электронный кодовый замок».
  10. Схемотехническое проектирование и программная реализация схемы управления устройством «Сигнализатор поклевки».

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

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. FPNA - программируемый пользователем массив узлов.
9. Технология picoArray компании picoChip.
10. Технология адаптивных вычислительных машин компании QuickSilver.

**Вопросы для подготовки 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. FPNА - программируемый пользователем массив узлов.
34. Технология рiсоАgгау компании рiсоСhір.
35. Технология адаптивных вычислительных машин компании QuickSilver.
36. Перспективы развития ПЛИС.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине «Схемотехническое проектирование электронных средств» оформляется отдельным документом.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год из- дания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экзем- пляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	<u>Наличие в электронной библио- теке ВлГУ</u>
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. Тараринов, Е.П. Угрюмов, И.И. Шагурин; Под общ. ред. Д. В. Пузанкова. - СПб. : Политехника	2012		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5732505164.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5732505164.html</a>
2. Космическая электроника. В 2-х книгах. Книга 1 [Электронный ресурс] / Белоус А.И., Солодуха В.А., Шведов С.В. - М. : Техносфера.	2015		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363981.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363981.html</a>
3. Электронные устройства, управляемые компьютерами, и не только [Электронный ресурс] / Кашкаров А.П. - М. : ДМК Пресс	2013		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940749585.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940749585.html</a>
Дополнительная литература			
1. Электроника [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Соколов С.В., Титов Е.В. - М. : Горячая линия - Телеком.	2013		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991203449.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991203449.html</a>
2. Радиолобительские конструкции на PIC-микроконтроллерах. Книга 3 [Электронный ресурс] / Заец Н.И. - М. : СОЛОН-ПРЕСС.	2011		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5980032509.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5980032509.html</a>
3. Самоучитель по микропроцессорной технике [Электронный ресурс] / А. В. Белов. - 2-е изд, перераб. и доп. - СПб. : Наука и техника.	2007		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785943871900.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785943871900.html</a>

### 7.2. 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)

### **7.3. 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**

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, курсового проектирования.

Практические занятия проводятся в аудитории 330-3.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения и специализированного оборудования: рабочие станции, универсальные макеты Xilinx и соответствующее программное обеспечение Xilinx IDE. Лабораторный практикум обеспечен методическими указаниями, представленными на электронных носителях.

Рабочую программу составил: доцент В.В. Евграфов 

Рецензент:

И.о. директора государственного унитарного предприятия

Владимирской области «Медтехника», Г.С. Кузин 

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БЭСТ  
Протокол № 1 от 30.08.2019 года

Заведующий кафедрой Л.Т. Сушкова 

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 11.03.03 – "Конструирование и технология электронных средств"  
Протокол № 1 от 30.08.2019 года

Председатель комиссии  Л.Т. Сушкова

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

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 \_\_\_\_\_

---

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 \_\_\_\_\_

---

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ  
в рабочую программу дисциплины  
СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

образовательной программы направления подготовки: 11.04.04 – «Биотехнические системы и технологии»; профиль – «Биомедицинская инженерия»; уровень высшего образования: магистратура

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

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

*Подпись*

*ФИО*