МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное автономное образовательное

учреждение высшего образования «Южный федеральный университет»

(ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Схемотехническая организация высокопроизводительных

вычислительных систем

Ростов-на-Дону – Таганрог 2020

Содержание

[I. Цели и задачи освоения дисциплины 4](#_Toc48256189)

[II. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4](#_Toc48256190)

[III. Требования к результатам освоения дисциплины 5](#_Toc48256191)

[IV. Содержание и структура дисциплины 6](#_Toc48256192)

[4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам 6](#_Toc48256193)

[4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы 7](#_Toc48256194)

[4.3. Содержание учебного материала 9](#_Toc48256195)

[V. Образовательные технологии 10](#_Toc48256196)

[VI. Учебно-методическое обеспечение дисциплины 11](#_Toc48256197)

[6.1. Основная литература 11](#_Toc48256198)

[6.2. Дополнительная литература 12](#_Toc48256199)

[6.3. Периодические издания 12](#_Toc48256200)

[6.4. Перечень ресурсов сети Интернет 12](#_Toc48256201)

[VII. Материально-техническое обеспечение дисциплины 13](#_Toc48256202)

[VIII. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 13](#_Toc48256203)

[IX. Учебная карта дисциплины 15](#_Toc48256204)

[X. Фонд оценочных средств 16](#_Toc48256205)

[10.1. Паспорт фонда оценочных средств 16](#_Toc48256206)

[10.2. Контрольная работа № 1 (Входной контроль) 16](#_Toc48256207)

[10.3. Контрольная работа № 2 (Рубежный контроль) 17](#_Toc48256208)

[10.4. Лабораторные работы №№ 1–4 (выполнение, подготовка отчёта, защита отчёта) 18](#_Toc48256209)

# Цели и задачи освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины:

* приобретение знаний в области структурной и функциональной организации основных и вспомогательных цифровых элементов и узлов современных ЭВМ и систем;
* ознакомление с элементной базой, используемой при построении современных ЭВМ и систем;
* ознакомление с основами проектирования высокопроизводительных вычислительных систем с использованием средств САПР;
* формирование у магистрантов компетенций в использовании информационных технологий, необходимых для решения профессиональных задач.

Задачи освоения дисциплины:

* изучить структурную и функциональную организацию основных и вспомогательных цифровых элементов и узлов ВВС;
* изучить современную элементную базу, используемую при построении элементов и узлов ВВС, а также ее основные параметры и характеристики;
* сформировать практические навыки проектирования элементов и узлов ВВС с использованием средств САПР;
* приобрести знания, умения и навыки, способствующие общему вкладу в успешное профессиональное образование по направлению Информатика и вычислительная техника;
* удовлетворение потребностей личности в интеллектуальном развитии.

# Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к факультативным дисциплинам образовательной программы и изучается во втором семестре первого курса.

Данная дисциплина опирается на базовые знания, умения и навыки, формируемые при получении предшествующего уровня образования и на знания, умения и навыки, формируемые предшествующими элементами образовательной программы:

| Наименование  дисциплины (модуля), практики | Требуемые знания, умения, навыки |
| --- | --- |
| Высокопроизводительные вычислительные системы | Знания:   * структурной и функциональной организации высокопроизводительных вычислительных систем |
| Навыки:   * проведения научных исследований в области высокопроизводительных вычислительных систем |
| Программное и аппаратное обеспечение информационных систем | Знания:  - аппаратного обеспечения информационных систем |
| Умения:  - выбирать необходимые аппаратные средства для создания информационной системы |
| Навыки:   * проектирования информационных систем |

Знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной, потребуются при освоении следующих элементов образовательной программы:

* Архитектура, программирование и проектирование систем на кристалле;
* Производственная практика (НИР).

# Требования к результатам освоения дисциплины

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций в соответствии с образовательным стандартом и образовательной программой:

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с индикаторами достижения компетенций

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Результаты обучения |
| --- | --- | --- |
| **ПК-2.** Способен разрабатывать и применять аппаратное и программное обеспечение в области высокопроизводительных и распределенных вычислительных систем | **ПК-2.3** *Разрабатывает синтез-пригодные HDL-описания уровня регистровых передач цифровых устройств и выполняет их верификацию* | Знания:   * элементной базы и компьютерных технологий, используемых при проектировании цифровых устройств ВВС; * современных средств автоматизации проектирования на примере САПР Quartus-II (или аналогичной) и языков описания цифровой аппаратуры на примере языка HDL; * основных принципов функционально-логического моделирования электрических схем цифровых устройств. |
| Умения:   * применять компьютерную технику, современное специализированное программное обеспечение для проектирования и верификации электрических схем цифровых устройств ВВС в базисе кристалла ПЛИС; * использовать САПР для функционально-логического моделирования электрических схем цифровых устройств. |
| Навыки:   * автоматизированного проектирования и анализа электрических схем цифровых устройств ВВС с использованием средств САПР; * составления формального описания на уровне регистровых передач цифровых устройств средствами языка VHDL; * функционально-логического моделирования электрических схем цифровых устройств с использованием средств САПР. |

# Содержание и структура дисциплины

Трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачётных единиц, 180 часов,

Форма промежуточной аттестации: зачёт

## Содержание дисциплины, структурированное по темам

| № п/п | Темы дисциплины | Семестр | Виды учебной работы и их трудоёмкость, часы  (в том числе с использованием онлайн-курсов) | | | | Наименования оценочных средств |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Контактная работа | | | Самостоя­тельная работа |
| Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия |
| 1 | Тема 1. Введение. Введение. Архитектурные принципы организации ЭВМ. Форматы представления чисел с плавающей запятой. IEEE 754. Правила перевода из десятичного представления в формат IEEE | 2 | 2 | 2 | - | 24 | Контрольная работа №1 |
| 2 | Тема 2. Структурная и функциональная организация основных и вспомогательных цифровых элементов и узлов ВВС. Основы HDL-проектирования цифровых элементов и узлов ВВС с использованием средств САПР. | 2 | 6 | 6 | 8 | 36 | Лабораторная работа №1;  Лабораторная работа №2 |
| 3 | Тема 3. Структурная и функциональная организация БИС/СБИС с программируемой структурой (SPLD (Simple Programmable Logic Devices), PLD (Programmable Logic Devices), CPLD (Complex Programmable Logic Devices), оперативно перестраиваемые FPGA (Field Gate Array), SOPC (System On Programmable Chip) и др. | 2 | 6 | 4 | 4 | 36 | Лабораторная работа №3 |
| 4 | Тема 4. Введение в спецификацию VHSIC (Very high speed integrated circuits) Hardware Description Language (VHDL) — язык описания аппаратуры высокоскоростных интегральных схем. | 2 | 2 | 4 | 4 | 36 | Лабораторная работа №4;  Контрольная работа №2 |
| **Итого часов** | | **2** | **16** | **16** | **16** | **132** | **–** |

## План внеаудиторной самостоятельной работы

| № п/п | Темы дисциплины | Семестр | Вид самостоятельной работы | Сроки выполнения (нед.) | Затраты времени (часы) | Учебно-методическое обеспечение |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Тема 1. Введение. Введение. Архитектурные принципы организации ЭВМ. Форматы представления чисел с плавающей запятой. IEEE 754. Правила перевода из десятичного представления в формат IEEE | 2 | * проработка и повторение материала лекционных занятий; * подготовка к практическим занятиям 1, 8; * подготовка к контрольной работе 1 | 1, 6 | 24 | [1] – [7],  [13] |
| 2 | Тема 2. Структурная и функциональная организация основных и вспомогательных цифровых элементов и узлов ВВС. Основы HDL-проектирования цифровых элементов и узлов ВВС с использованием средств САПР. | 2 | * проработка и повторение материала лекционных занятий; * подготовка к практическим занятиям 2-5; * подготовка к лабораторным работам, подготовка отчётов о выполнении лабораторных работ, подготовка к защите отчётов о выполнении лабораторных работ 1, 2 | 2–4,  6-15 | 40 | [1] – [12],  [15] |
| 3 | Тема 3. Структурная и функциональная организация БИС/СБИС с программируемой структурой (SPLD (Simple Programmable Logic Devices), PLD (Programmable Logic Devices), CPLD (Complex Programmable Logic Devices), оперативно перестраиваемые FPGA (Field Gate Array), SOPC (System On Programmable Chip) и др. | 2 | * проработка и повторение материала лекционных занятий; * подготовка к практическим занятиям 1, 8; * подготовка к лабораторным работам, подготовка отчётов о выполнении лабораторных работ, подготовка к защите отчётов о выполнении лабораторной работы 3 | 5,6  7-15 | 34 | [2], [12], [15] |
| 4 | Тема 4. Введение в спецификацию VHSIC (Very high speed integrated circuits) Hardware Description Language (VHDL) — язык описания аппаратуры высокоскоростных интегральных схем. | 2 | * проработка и повторение материала лекционных занятий; * подготовка к практическим занятиям 1, 8; * подготовка к лабораторным работам, подготовка отчётов о выполнении лабораторных работ, подготовка к защите отчётов о выполнении лабораторной работы 4; * подготовка к контрольной работе 2. | 7, 8-15 | 34 | [1], [2], [5], [7], [8] - [12] |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **Общая трудоёмкость самостоятельной работы по дисциплине** | | | | | **132** | **–** |

## Содержание учебного материала

Тема 1. Введение. Архитектурные принципы фон-Неймана. Особенности структурного построения ЭВМ с Гарвардской архитектурой и с VLIW-архитектурой. Типовая структура ЭВМ на основе этих базовых принципов. Форматы представления чисел с плавающей запятой. IEEE 754. Правила перевода из десятичного представления в формат IEEE 754

Тема 2. Базовые цифровые узлы ВВС комбинационного и последовательностного типов. Характеристика элементной базы. Современные средства проектирования узлов ВВС.

Тема 3. Специальные цифровые элементы и узлы ВВС (буферные элементы, пороговые устройства, формирователи импульсов, элементы задержки, распределители импульсов, генераторы импульсов, преобразователи уровней, и др.).

Тема 4. Запоминающие устройства (ЗУ). Основные параметры и классификация, структуры ЗУ; структурные методы повышения быстродействия памяти; постоянные запоминающие устройства (ROM, PROM, EPROM, EEPROM, FLASH-память); статические (RAM), и динамические оперативные ЗУ (DRAM, EDO DRAM, BEDO DRAM, SDRAM, CDRAM и др.), регистровые (многопортовые) оперативные ЗУ).

Тема 5. Структурная и функциональная организация БИС/СБИС с программируемой структурой. Простые программируемые логические устройства с программируемой структурой SPLD (Simple Programmable Logic Devices), PLD (Programmable Logic Devices)

Тема 6. Сложные программируе логические устройства CPLD (Complex Programmable Logic Devices). Программируемые пользователями вентильные матрицы FPGA (Field Programmable Gate Arrays)

Тема 7. Программируемые пользователями вентильные матрицы FPGA (Field Programmable Gate Arrays). Программируемые системы на кристалле SOPC (System On Programmable Chip). Полузаказные БИС (вентильные матрицы), программируемые с участием изготовителя. Базовые матричные кристаллы.

Тема 8. Язык VHDL как программная поддержка работы в САПР QUARTUS II. Задачи и функциональные возможности языка VHDL. Структура и основные характеристики языка VHDL.

Перечень тем практических занятий

| №  п/п | Тема практического занятия | Количество часов |
| --- | --- | --- |
| 1 | Представление двоичных чисел с фиксированной и плавающей запятой. Базовые форматы и основные операции над этими числами. | 2 |
| 2 | Методика работы в системе САПР QUARTUS II на примере синтеза одного из базовых цифровых узлов комбинационного типа. | 2 |
| 3 | Структурный, поведенческий и иерархический методы синтеза цифровых комбинационных схем с использованием средств САПР | 2 |
| 4 | Структурный, поведенческий и иерархический методы синтеза цифровых триггерных схем с использованием средств САПР | 2 |
| 5 | Основы HDL-проектирования цифровых устройств. Создание новых проектов на основе ввода исходной информации в форме HDL-кода описания проекта. | 2 |
| 6 | Метод иерархии при формировании HDL-описаний создаваемых проектов цифровых устройств. | 2 |
| 7 | Понятие цифрового автомата. Задание и описание цифрового автомата в виде граф схемы алгоритма (ГСА). Способы структурного и поведенческого синтеза конечного цифрового автомата. | 2 |
| 8 | Общие рекомендации при HDL-проектировании цифровых устройств. | 2 |
| **Всего часов** | | **16** |

Перечень лабораторных работ

| №  п/п | Название лабораторной работы | Количество часов |
| --- | --- | --- |
| 1 | Знакомство с САПР Quartus-II Web Edition. Анализ и синтез простейших комбинационных схем. | 4 |
| 2 | Анализ и синтез цифровых триггерных устройств средствами САПР Quartus-II Web Edition (структурный метод синтеза) | 4 |
| 3 | Синтез и анализ работы базовых узлов ВВС средствами САПР Quartus-II Web Edition (поведенческий метод синтеза) | 4 |
| 4 | Синтез и анализ работы цифрового автомата с конечным количеством состояний (поведенческий метод синтеза). | 4 |
| Всего часов | | **16** |

# Образовательные технологии

По дисциплине предусмотрены следующие методы обучения и интерактивные формы проведения занятий:

* объяснительно-иллюстративные;
* визуализации учебного материала;
* контекстные (разбор конкретных заданий с элементами мастер-класса);
* исследовательские;
* имитационно-моделирующие;
* групповой работы и др.

Наименование тем занятий с использованием активных форм обучения:

| № | Тема занятия | Вид занятия | Форма / Методы интерактивного обучения | Кол-во часов |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Тема 1. Введение. Архитектурные принципы фон-Неймана. Особенности структурного построения ЭВМ с Гарвардской архитектурой и с VLIW-архитектурой. Типовая структура ЭВМ на основе этих базовых принципов. Представление информации в информационных системах. Форматы представления чисел с плавающей запятой. IEEE 754. Правила перевода из десятичного представления в формат IEEE 754 | Лекционные, практические | Контекстные,  групповой работы | 2 |
| 2 | Тема 2. Структурная и функциональная организация основных и вспомогательных цифровых элементов и узлов ВВС. Основы HDL-проектирования цифровых элементов и узлов ВВС с использованием средств САПР. | Лекционные, практические и лабораторные занятия | Контекстные,  Исследовательские,  Групповой работы | 14 |
| 3 | Тема 3. Структурная и функциональная организация БИС/СБИС с программируемой структурой (SPLD (Simple Programmable Logic Devices), PLD (Programmable Logic Devices), CPLD (Complex Programmable Logic Devices), оперативно перестраиваемые FPGA (Field Gate Array), SOPC (System On Programmable Chip) и др. | Лекционные, практические и лабораторные занятия | Контекстные,  Исследовательские,  Групповой работы | 4 |
| 4 | Тема 4. Введение в спецификацию VHSIC (Very high speed integrated circuits) Hardware Description Language (VHDL) — язык описания аппаратуры высокоскоростных интегральных схем. | Лекционные, практические и лабораторные занятия | Контекстные,  Исследовательские,  Групповой работы | 8 |
| Итого часов | | | | 28 |

Наряду с традиционными образовательными технологиями, для реализации дисциплины могут использоваться технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологий в электронной информационно-образовательной среде Южного федерального университета. Лекционные занятия и другие формы контактной работы обучающихся с преподавателем могут проводиться с использованием платформ Microsoft Teams, Cisco, Moodle (BigBlueButton) и др., что позволяет обеспечить онлайн и офлайн взаимодействие преподавателя с обучающимися в рамках дисциплины.

Основными методами текущего контроля являются электронный учёт и контроль учебных достижений студентов (использование средств сервиса балльно-рейтинговой системы; ведение электронного журнала успеваемости, проведение электронного тестирования и применение других средств контроля с использованием системы электронного обучения).

# Учебно-методическое обеспечение дисциплины

## Основная литература

1. Пуховский В.Н., Пьявченко А.О., Черный С.А. Схемотехника высокопроизводительных вычислительных систем: учебное пособие. Южный федеральный университет. – Ростов-на- Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2019. – 229с. [Электронный ресурс]. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42546683>
2. Гузик В.Ф., Пуховский В.Н., Мунтян Е.Р.Учебное пособие по курсу «Схемотехника ЭВМ и систем»: учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2015. – 170 с. [Электронный ресурс]. - URL: <https://hub.lib.sfedu.ru/repository/material/800757327/>
3. Пьявченко А.О., Поленов М.Ю., Черный С.А. Учебное пособие «Проектирование и отладка цифровых устройств с применением САПР» Ростов-на-Дону – Таганрог, Изд-во ЮФУ, 2017. – 194 с. <https://hub.lib.sfedu.ru/repository/material/800820747/>
4. Пуховский В.Н., Поленов М.Ю.Электротехника, электроника и схемотехника. Модуль «Цифровая схемотехника»: учебное пособие. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2018. – 182 с. [Электронный ресурс]. - URL: <http://hub.lib.sfedu.ru/repository/material/800819902/>.
5. Пьявченко А.О. Основы проектирования цифровых устройств: Учебное пособие. Часть 1. - Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2008. - 70с.
6. Пьявченко А.О. Основы функционального и топологического проектирования ASIC с применением библиотек стандартных ячеек. Ч.1.: Разработка и функциональная верификация HDL-проектов цифровых устройств – Таганрог: Издательство ЮФУ, 2013. – 233 с.
7. Поленов М. Ю. Моделирование на языке VHDL [Текст]: учеб. пособие : - Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1997. - 54 с. [52 экз.]
8. Гузик В.Ф., Пьявченко А.О. Сборник лабораторных работ по курсу «Микропроцессорные системы». Ч.1.( №4442) – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. – 102 с.
9. Гузик В.Ф., Пьявченко А.О. Сборник лабораторных работ по курсу «Микропроцессорные системы». Ч.2. (№4442-2) – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. – 131с.
10. Гузик В.Ф., Пьявченко А.О. Сборник лабораторных работ по курсу «Микропроцессорные системы». Ч.3. (№4442-3) – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2014. – 156 с.: ил.
11. Гузик В.Ф., Пьявченко А.О. Сборник лабораторных работ по курсу «Микропроцессорные системы». Ч.4. (№4442-4) – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2015. – 156 с.: ил..

## Дополнительная литература

1. Основы моделирования устройств в HDL-симуляторах [Текст]: у чеб. пособие / ЮФУ, ТТИ, ФАВТ, Каф. ВТ - Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2012. - 66 с [20 экз]
2. Ивченко В. Г. Применение языка VHDL при проектировании специализированных СБИС [Текст]: учеб. пособие / ТРТУ, ФЭП, Каф. КЭС - Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1999. - 80 с. [100 экз.]
3. Поляков А. К. Языки VHDL и VERILOG в проектировании цифровой аппаратуры [Текст] - М.: СОЛОН-Пресс, 2003. - 313 с. [83 экз.]
4. Суворова Е. А., Шейнин Ю.Е. Проектирование цифровых систем на VHDL [Текст] - СПб.: БХВ-Петербург, 2003. - 576 с. [Электронный ресурс] URL: http://bookre.org/reader?file=481479
5. Грушвицкий Р. И. Проектирование систем на микросхемах с программируемой структурой [Текст]: [учеб. пособие] - 2-е изд. - СПб.: БХВ-Петербург, 2006. - 736 с. [электронный ресурс] URL: [http://bookre.org/reader?file=636500].
6. Жмакин А.П. Архитектура ЭВМ. – СПб.:БХВ-Петербург, 2006.-320с.:ил.
7. Грушвицкий Р.И., Мурсаев А.Х., Угрюмов Е.П. Проектирование систем на микросхемах с программируемой структурой. – 2-е изд., перераб. и доп. – Спб.: БХВ-Петербург, 2006. – 736 с.:ил.
8. Бибило П. Н., Авдеев Н. А. VHDL. Эффективное использование при проектировании цифровых систем. М.: СОЛОН-ПРБСС, 2006. – 344 с: ил. –(Серия «Системы проектирования»).
9. Соловьев В.В. Проектирование цифровых систем на основе программируемых логических интегральных схем. – 2-е изд., стереотип. – М.: Горячая линия–Телеком, 2007. – 636 с. ил.

## Периодические издания

Периодические издания не используются.

## Перечень ресурсов сети Интернет

* Научно-Техническая Библиотека ТТИ ЮФУ, <http://ntb.tti.sfedu.ru>.
* Зональная электронная библиотечная система ЮФУ, <http://library.sfedu.ru>.
* Электронная библиотечная система <http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red> .
* Система электронного обучения ИКТИБ ЮФУ <http://lms.sfedu.ru/>
* Электронная коллекция научной, технической, медицинской и библиографической информации ScienceDirect

# Материально-техническое обеспечение дисциплины

При реализации дисциплины используются следующие помещения, оборудование и программное обеспечение:

1. Общеинститутские аудитории лекционного (семинарского) типа в корпусах «Г» и «Д»:

* Доска интерактивная – 1 шт.

(или моторизованный экран с мультимедиапроектором);

* Ноутбук преподавателя – 1 шт.;
* Microsoft Windows, Microsoft Office.

1. Компьютерный класс (Г-410), основное оборудование:

* Доска интерактивная;
* Моторизованный экран – 1шт.;
* Мультимедиапроектор – 1 шт.;
* Персональный компьютер – 10 шт. (CPU AMD Duron, ЖК-монитор 19");
* Сетевое оборудование – 1 комплект;
* Microsoft Windows, Microsoft Office»
* САПР Quartus II WE (Web Edition) – система моделирования и проектирования высокопроизводительных устройств на кристалле и др.

1. Компьютерный класс (Д-509), основное оборудование:

* Моторизованный экран – 1 шт.;
* Мультимедиапроектор – 1 шт.;
* Персональный компьютер – 14 шт. (Case ATX 450W/CPU Core 2 Duo E8400, ЖК-монитор 19");
* Аппаратно-программный комплекс «NI ELVIS II+» – 14 шт;
* Интерактивный планшет 15” 1024\*768 – 1 шт.;
* Копировальный аппарат ч/б ф.А3 – 2 шт.;
* Сетевое оборудование – 1 комплект и др.;
* Microsoft Windows, Microsoft Office»;
* NI LabVIEW – среда разработки и платформа для выполнения программ, созданных на графическом языке программирования «G» фирмы National Instruments и др.

# Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Занятия по дисциплине «Схемотехническая организация ВВС» проводятся во втором семестре. Учебный процесс включает аудиторные занятия (лекции, практические и лабораторные занятия) и самостоятельную работу. Итоговый контроль по дисциплине проводится в форме зачета. Осуществляется также текущий контроль посещения всех видов аудиторных занятий.

Программа обучения направлена на рациональное сочетание аудиторных учебных занятий и самостоятельной внеаудиторной и аудиторной работы, каждая из которых обладает определенной спецификой.

**Лекционные занятия** проводятся с обязательным использованием презентаций *(*объяснительно-иллюстративный метод и метод визуализации учебного материала). Презентации размещаются в электронном пространстве (электронная система обучения lms.sfedu.ru) и доступны студентам.

**Проведение практических занятий** осуществляется с постановкой задач, решение которых предполагает возникновение дискуссий (контекстный и групповой методы), что предполагает активное включение магистрантов в образовательный процесс.

**Подготовка к лабораторным занятиям** должна начинаться с ознакомления с методическими рекомендациями по выполнению лабораторной работы и сопутствующими материалами лекционных и практических занятий. Затем необходимо проанализировать полученный вариант задания и построить требуемую схему заданным способом. Непосредственно на занятии самостоятельно или в режиме мастер-класса магистрант выполняет лабораторную работу. По итогам ее выполнения составляется отчет.

Защита лабораторной работы начинается с предъявления преподавателю результата выполнения работы и отчета, и, в случае надлежащего качества предъявленного материала, завершается собеседованием (контрольными вопросами по теме и итогам выполнения работы).

**Работу с литературой** целесообразно начать с повторения лекционного материала, а затем переходить к учебникам и учебным пособиям. Для более углубленного изучения темы рекомендуется знакомиться с монографиями и статьями, доступными в электронных ресурсах университета. При работе с источниками и литературой важно уметь:

* сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
* обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
* фиксировать основное содержание, составлять план, формулировать тезисы;
* работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
* пользоваться реферативными и справочными материалами;
* контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
* обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам.

**Подготовка к промежуточной аттестации.** Промежуточная аттестация в форме зачета осуществляется на последнем занятии путем пересчета набранных баллов в дифференцированную оценку в соответствии с утвержденной в ЮФУ шкалой. Студент, набравший за семестр менее 60 баллов, считается неуспевающим по дисциплине и должен ликвидировать задолженность в установленном порядке.

Итоговый балл по дисциплине выставляется по сумме результатов текущего и рубежного контроля: 60-100 – «зачтено», менее 60 – «не зачтено».

# Учебная карта дисциплины

Курс 1, семестр 2, очная форма обучения

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Виды контрольных мероприятий  (наименования оценочных средств) | Количество баллов | |
| Текущий контроль | Рубежный контроль |
| 1 | Контрольная работа 1 (входной контроль) | 8 |  |
| 2 | Активность на лекционных занятиях  (2 балла/1занят.) | 16  (8 лекций × 2 балла) |  |
| 3 | Работа на практических занятиях  (2 балла/1 занят.) | 16  (8 практик × 2 балла) |  |
| 4 | Выполнение и защита лабораторных работ 1-4 (10 баллов/1занят.) | 10\*4=40  (4 лабораторные × 10 баллов) |  |
| 5 | Контрольная работа 2 (рубежный контроль). | - | 20 |
|  |  |  |  |
| **Всего** | | **80** | **20** |
| Бонусные баллы | | **до 10 баллов**  За проявленные творческий подход, умение самостоятельно находить неординарные решения при выполнении поставленных задач, умение сплотить вокруг себя коллектив*.* | |
| Промежуточная аттестация  в форме зачёта | | Оценка по дисциплине выставляется по сумме баллов за текущий контроль и рубежный контроль.  Для получения оценки «зачтено» необходимо набрать не менее 60 баллов | |

# Фонд оценочных средств

## Паспорт фонда оценочных средств

| № п/п | Индикатор достижения компетенции | Наименование оценочного средства |
| --- | --- | --- |
| 1 | **ПК-2.3** Разрабатывает синтез-пригодные HDL-описания уровня регистровых передач цифровых устройств и выполняет их верификацию | * Лабораторные работы №№1-4; * Практические занятия №№3-8 * Контрольная работа №2 |

## Контрольная работа № 1 (Входной контроль)

Входной контроль проводится с целью определения остаточных знаний студентов по дисциплинам схемотехнической подготовки на предшествующем уровне обучения. По результатам входного контроля студенты получают стартовый рейтинг, влияющий на итоговый балл по дисциплине. Ниже приводятся примеры вариантов входного контроля.

**Вариант 1**

1. Построить временную диаграмму работы триггера.



1. Принципиальная схема параллельного 8-разрядного двоичного комбинационного сумматора с последовательным переносом.
2. Принципиальная схема формирователя контрольного разряда для 32-разрядного двоичного кода (контрольный 33 разряд равен единице, если сумма единиц в коде нечетная).
3. Принципиальная схема двоичного суммирующего счетчика с модулем счета М=128 на основе ИМС 555 ИЕ5.

**Вариант 2**

1. Построить временную диаграмму работы комбинационной схемы.



1. Принципиальная схема 8-разрядного параллельно-последовательного регистра.
2. Принципиальная схема мультиплексора 32 \* 1 на основе ИМС 1533 КП7
3. Принципиальная схема двоичного суммирующего счетчика М=256 на основе ИМС 1533 ИЕ7.

**Критерии оценки:**

Правильное выполнение любого задания оценивается в 2 балла. Максимальное количество баллов, которое можно набрать по итогам входного контроля, равно 8. За частично выполненное задание может быть выставлен 1 балл. Задание, выполненное со значительными ошибками, или его отсутствие никак не оценивается.

## Контрольная работа № 2 (Рубежный контроль)

Студентам предлагается в течение двух академических часов письменно подготовить ответы на три вопроса из числа приведенных ниже.

Примеры контрольных вопросов:

1. Логические элементы. Общие вопросы анализа и синтеза комбинационных схем на логических элементах.
2. Дешифраторы, мультиплексоры (Определение, назначение, классификация, условное графическое обозначение, примеры схем, реализация логических функций).
3. Демультиплексоры, приоритетные шифраторы (Определение, назначение, классификация, условное графическое обозначение, примеры схем).
4. Двоичные сумматоры, компараторы, схемы контроля по модулю 2. (Определение, назначение, условное графическое обозначение, примеры схем)
5. Асинхронные двоичные счетчики. Принципы построения, условное графическое обозначение, примеры схем.
6. Синхронные двоичные счетчики. Принципы построения, условное графическое обозначение, примеры схем.
7. Двоично-кодированные счетчики с произвольным модулем счета (К-счетчики). Классификация, назначение, принципы построения на основе ИМС двоичных счетчиков.
8. Счетчики с недвоичным кодированием.
9. Специальные элементы и узлы цифровых устройств (буферные элементы, пороговые устройства, формирователи импульсов, элементы задержки, распределители импульсов, генераторы импульсов, преобразователи уровней, и др.).
10. Постоянные ЗУ. Назначение, классификация, структура, алгоритм построения на примере.
11. Статические оперативные ЗУ. Назначение, структура, алгоритм построения на примере.
12. Динамические оперативные ЗУ. Назначение, структура, пример построения.
13. Программируемые логические устройства PLA и PAL (PLD). Структура, сравнительная оценка, пример реализации логической функции.
14. Структурная и функциональная организация микросхем PAL16L8 (1556ХЛ8), PAL16R4 (1556ХП4).
15. ПМЛ (PAL) с расширенными функциональными возможностями на примере ПМЛ (PAL) PALC22V10D. Внутренняя структура макроячейки.
16. Вентильные матрицы ВМ (GA, Gate Array) – базовые матричные кристаллы БМК. Общие понятия, принципы построения.
17. Поясните типовую структуру ЭВМ, разработанную на основе Гарвардской архитектуры.
18. Поясните типовую структуру ЭВМ, разработанную на основе принципов Фон-Неймана.
19. Поясните особенности структурного построения процессоров с VLIW-архитектурой.
20. Представление двоичных чисел с фиксированной и плавающей запятой. Базовые форматы и основные операции над этими числами.
21. Поясните короткий вещественный – 32-разрядный формат представления чисел с плавающей запятой IEEE 754-85, -2008. Правила перевода из десятичного представления в указанный формат.
22. Приведите общую характеристику пакета САПР QUARTUS II.
23. Что следует понимать под терминами «проект», «файл проекта», «компиляция проекта», «симуляция проекта», чем отличаются режимы моделирования «Functional» и «Timing» в САПР QUARTUS II?
24. Поясните методику работы в системе САПР QUARTUS II на примере синтеза одного из базовых цифровых узлов комбинационного типа.
25. Структурный, поведенческий и иерархический методы синтеза цифровых комбинационных схем с использованием средств САПР.
26. Структурный, поведенческий и иерархический методы синтеза цифровых устройств последовательностного типа с использованием средств САПР.
27. Основы HDL-проектирования цифровых устройств. Создание новых проектов на основе ввода исходной информации в форме HDL-кода описания проекта.
28. Поясните метод иерархии при формировании HDL-описаний создаваемых проектов на примере синтеза одного из базовых цифровых узлов комбинационного типа.
29. Поясните метод иерархии при формировании HDL-описаний создаваемых проектов на примере синтеза триггерных устройств.
30. Поясните метод иерархии при формировании HDL-описаний создаваемых проектов на примере синтеза цифровых автоматов с конечным числом состояний
31. Чем язык описания аппаратуры (например, VHDL) отличается от языка программирования высокого уровня (например, Паскаль)?
32. Сформулируйте общие рекомендации при HDL-проектировании цифровых устройств

**Критерии оценки:**

Правильный ответ на каждый вопрос оценивается в 10 баллов. Максимальное количество баллов, которое можно набрать по итогам первого рубежного контроля равно 30. За частичное выполнение задания преподаватель выставляет баллы от 6 до 9 в зависимости от серьезности допущенных ошибок. Неверно выполненное задание или его отсутствие оценивается как ноль баллов.

Контрольная работа считается выполненной, если студент в сумме наберет 18 и более баллов.

Вторая рубежная контрольная работа считается не выполненной, если студент в сумме наберет менее 18 баллов.

## Лабораторные работы №№ 1–4 (выполнение, подготовка отчёта, защита отчёта)

**Лабораторная работа 1. Знакомство с САПР Quartus-II Web Edition. Анализ и синтез простейших комбинационных схем (4 часа).**

Студенты сначала изучают инструкцию для пользователя САПР Quartus-II, в части графического проектирования (построения) цифровых схем с последующим их функциональным и временным моделированием. Затем им предлагается выполнить лабораторную работу «Анализ и синтез простейших комбинационных схем» на примере двоичного дешифратора или мультиплексора в соответствии с одним из вариантов. По ходу выполнения лабораторной работы студенты должны:

* Познакомиться с правилами создания проекта, меню и панелью инструментов в САПР Quartus-II Web Edition.
* Выполнить следующие этапы лабораторной работы, кратко характеризуя полученные результаты:
* создать рабочий проект;
* разработать схему двоичного дешифратора или мультиплексора структурным способом на библиотечных логических элементах САПР;
* выполнить процедуру верификации созданного проекта средствами САПР  
  Quartus-II Web Edition.
* исследовать работу схемы средствами САПР Quartus-II Web Edition с помощью временных диаграмм в режимах Functional и Timing;
* вывести таблицу с временными параметрами схемы;
* получить изображение схемы, созданное средствами САПР Quartus-II Web Edition;
* сформировать VHDL-код для полученной схемы средствами САПР Quartus-II Web Edition,
* создать УГО разработанного дешифратора или мультиплексора (библиотечный элемент) средствами САПР Quartus-II Web Edition.
* Разработать средствами САПР Quartus-II Web Edition схему двоичного дешифратора или мультиплексора большей размерности иерархическим способом на основе созданного УГО и дополнительных логических элементов. Исследовать работу схемы.
* Подготовить заключение (выводы по проделанной работе)

**Лабораторная работа 2. Анализ и синтез цифровых триггерных устройств средствами САПР Quartus-II Web Edition (структурный метод синтеза) (4 часа).**

Лабораторная работа включает задачу синтеза и моделирования средствами САПР Quartus-II простейших асинхронных и синхронных триггеров. При выполнении задания используются результаты, полученные на практическом занятии в процессе подготовки к данной лабораторной работе. Студенты должны выполнить следующие этапы лабораторной работы, кратко характеризуя полученные результаты:

* создать соответствующий проект;
* разработать в соответствии с заданием схему триггера структурным способом на библиотечных логических элементах САПР Quartus-II Web Edition;
* исследовать средствами САПР Quartus-II Web Edition работу схемы с помощью временных диаграмм в режимах Functional и Timing;
* вывести таблицу с временными параметрами схемы;
* получить изображение схемы, созданное средствами САПР Quartus-II Web Edition;
* сформировать средствами САПР Quartus-II Web Edition VHDL-код для полученной схемы;
* создать средствами САПР Quartus-II Web Edition УГО разработанного триггера (библиотечный элемент);
* На основе полученного УГО триггера разработать средствами САПР Quartus-II Web Edition схему синхронного двухступенчатого триггера или n-разрядного регистра иерархическим способом. Исследовать работу схемы.
* Подготовить заключение (выводы по проделанной работе)

**Лабораторная работа 3. Синтез и анализ работы базовых узлов ВВС средствами** **САПР Quartus-II Web Edition (поведенческий метод синтеза) (4 часа).**

Лабораторная работа включает задачу синтеза средствами САПР Quartus-II базового узла ВВСв соответствии с заданием методом описания работы устройства на языке VHDL. При выполнении задания используются результаты, полученные на практическом занятии в процессе подготовки к данной лабораторной работе.

Задача лабораторной работы, во-первых, ввести в САПР Quartus-II программу на языке VHDL, описывающую алгоритм работы устройства (подготовлена заранее во время проведения практического занятия), во-вторых, выполнить компиляцию программы, исправить возможные ошибки, затем получить аппаратную структуру устройства и, далее, провести симуляцию работы (моделирование) полученной аппаратной структуры. В заключение выполнить функциональный и временной анализ работы полученного устройства и сформулировать соответствующие выводы по работе.

**Лабораторная работа 4. Синтез и анализ работы цифрового автомата с конечным количеством состояний (поведенческий метод синтеза) (4 часа).**

Лабораторная работа включает задачу синтеза средствами САПР Quartus-II цифрового автомата (МИЛИ или МУРА) в соответствии с заданием методом описания работы цифрового автомата на языке VHDL. При выполнении задания используются результаты, полученные на практическом занятии в процессе подготовки к данной лабораторной работе.

Задача лабораторной работы, во-первых, ввести в САПР Quartus-II программу на языке VHDL, описывающую структуру цифрового автомата (подготовлена заранее во время проведения практического занятия), во-вторых,

Выполнить компиляцию программы, исправить возможные ошибки, затем получить аппаратную структуру цифрового автомата и, далее, провести симуляцию работы (моделирование) полученной аппаратной структуры. В заключение выполнить функциональный и временной анализ работы полученного цифрового автомата и сформулировать соответствующие выводы по работе.

**Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ**

**Порядок выполнения лабораторных работ.**

* При подготовке к лабораторной работе (дома или в лаборатории) необходимо разработать схему электрическую принципиальную (функциональную) синтезируемого устройства (при структурном методе синтеза), построить ожидаемую (теоретическую) временную диаграмму его работы. При поведенческом методе синтеза цифрового устройства необходимо формализовать алгоритм его работы и представить этот алгоритм в виде программы на языке VHDL.
* Запустить САПР Quartus II на персональном компьютере в лаборатории.
* Создать проект.
* Набрать схему (или загрузить программу на языке VHDL) в САПР Quartus II.
* Выполнить компиляцию проекта, исправить возможные ошибки.
* Выполнить функциональную и временную симуляцию проекта.
* Сопоставить исходную и полученные временные диаграммы работы, сделать необходимые выводы.
* Продемонстрировать преподавателю работу спроектированного устройства для различных наборов входных сигналов.
* Импортировать схемы и диаграммы в отчет по лабораторной работе и подготовить отчет в соответствии с установленными требованиями.
* Закрыть интерфейсное окно САПР Quartus II.
* Выключить персональный компьютер.

**Содержание отчетов по лабораторным работам.**

Отчеты по лабораторным работам должны содержать:

* титульный лист;
* тему лабораторной работы;
* цель лабораторной работы;
* техническое задание;
* описание всех этапов синтеза заданного устройства (если необходимо);
* схему электрическую принципиальную (функциональную) синтезируемого устройства и ее временную диаграмму работы, построенные при подготовке к выполнению лабораторной работы (при структурном методе синтеза устройства);
* программу на языке VHDL синтеза аппаратной структуры проектируемого устройства и его временную диаграмму работы, построенные при подготовке к выполнению лабораторной работы (при поведенческом методе синтеза устройства);
* схему электрическую принципиальную (функциональную) синтезируемого устройства, построенную в САПР Quartus II;
* результаты функционального моделирования схемы в Quartus II в виде временной диаграммы с пояснениями;
* результаты временного моделирования схемы в Quartus II в виде временной диаграммы с пояснениями;
* результаты дополнительных исследований (измерений) схемы в Quartus II с пояснениями (если необходимо);
* выводы (заключение) по проделанной работе.

**Критерии оценки.**

Максимальная оценка за выполнение одной лабораторной работы устанавливается в размере 10 баллов. Для этого лабораторная работа должна быть выполнена в полном объеме в установленные графиком сроки и защищена. Выполнение и защита лабораторной работы оцениваются по 5 баллов. Баллы снижаются за несвоевременное или некачественное выполнение и (или) защиту лабораторной работы. Оценка «зачтено» выставляется магистранту за лабораторную работу, если и за выполнение, и за защиту лабораторной работы он получил от 3 до 5 баллов, т. е. в сумме от 6 до 10 баллов.

Оценка «зачтено» выставляется магистранту за весь цикл лабораторных работ, если он самостоятельно или в составе подгруппы выполнил и защитил все лабораторные работы.

Оценка «не зачтено» выставляется магистранту за весь цикл лабораторных работ, если по итогам семестра он не выполнил хотя бы одну лабораторную работу или выполнил все лабораторные работы, но не защитил более двух из них.