МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное автономное образовательное

учреждение высшего образования «Южный федеральный университет»

(ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Архитектура, программирование и проектирование**

**систем на кристалле**

Ростов-на-Дону – Таганрог 2020

**СОДЕРЖАНИЕ**

[I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ 4](#_Toc44160511)

[II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ 4](#_Toc44160512)

[III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ 6](#_Toc44160513)

[IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ 10](#_Toc44160514)

[4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам 10](#_Toc44160515)

[4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине 11](#_Toc44160516)

[4.3 Содержание учебного материала 12](#_Toc44160517)

[V. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 15](#_Toc44160518)

[VI. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 17](#_Toc44160519)

[6.1. Основная литература 17](#_Toc44160520)

[6.2. Дополнительная литература 17](#_Toc44160521)

[6.3. Учебные пособия и учебно-методические разработки 18](#_Toc44160522)

[6.4. Периодические издания 19](#_Toc44160523)

[6.5. Перечень ресурсов сети Интернет 19](#_Toc44160524)

[VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 20](#_Toc44160525)

[7.1. Учебно-лабораторное оборудование 20](#_Toc44160526)

[7.2. Программные средства 20](#_Toc44160527)

[7.3. Технические и электронные средства 20](#_Toc44160528)

[VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ 21](#_Toc44160529)

[IX. УЧЕБНАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ 24](#_Toc44160530)

[X. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ 25](#_Toc44160531)

[10.1 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине 25](#_Toc44160532)

[10.2. Контрольные вопросы для собеседования, рекомендуемые критерии оценки 25](#_Toc44160533)

[10.3. Комплект заданий для входного контроля и самоконтроля 28](#_Toc44160534)

[10.4. Рекомендуемый комплект заданий для индивидуальной контрольной работы 35](#_Toc44160535)

[10.5. Лабораторные работы 38](#_Toc44160536)

[10.6. Практические занятия 41](#_Toc44160537)

# ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** **освоения дисциплины** «Архитектура, программирование и проектирование систем на кристалле» заключается в изучении студентами основ построения, функционирования, программирования и проектирования высокопроизводительных ARM-микросистем (ARM МС), как с использованием современных однокристальных ARM-микропроцессоров, созданных по технологии «Система на кристалле (СнК)», так и в базисе ПЛИС с применением сложно-функциональных блоков, создаваемых по технологии «Система на программируемом кристалле» (реконфигурируемые СнК).

**Задачи освоения дисциплины:**

* изучить структурную и функциональную организацию высокопроизводительных ARM-микросистем на примере типовых архитектур ARM МС зарубежного и отечественного производства;
* изучить на типовом примере современную типовую элементную базу, используемую при построении ARM МС, а также ее основные параметры и характеристики;
* сформировать практические навыки проектирования ARM МС на примере СнК на основе сложно-функциональных блоков c применением программного пакета САПР;
* изучить методики и получить практические навыки функциональной и функционально-временной верификации элементов и узлов (сложно-функциональных блоков) ARM МС с использованием средств САПР в базисе ПЛИС;
* получить представление о способах и средствах программирования и основах применения высокопроизводительных ARM-микросистем, в том числе, сформировать практические навыки программного управления базовыми подсистемами ARM МС, необходимые при решении задач цифровой обработки данных, поступающих от различных цифровых и аналоговых источников;
* приобрести знания, умения и навыки, способствующие общему вкладу в успешное профессиональное образование по направлению 09.04.01 Информатика и вычислительная техника (магистерская программа «Высокопроизводительные вычислительные системы и квантовая обработка информации»).

Успешное изучение магистрантами кафедры учебной дисциплины «Архитектура, программирование и проектирование систем на кристалле» должно способствовать созданию у них в рамках магистерской подготовки квалификационной платформы знаний, навыков и умений, необходимых для успешного продолжения образования с целью получения диплома магистра по направлению 090401 Информатика и вычислительная техника (образовательная программа «Высокопроизводительные вычислительные системы и квантовая обработка информации»), и направлено на удовлетворение потребностей общества в квалифицированных кадрах с учетом действующих профессиональных стандартов.

# МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебная дисциплина «Архитектура, программирование и проектирование систем на кристалле» относится к модулю обязательных профессиональных дисциплин блока Б1 Дисциплины (модули) учебного плана по направлению 09.04.01 Информатика и вычислительная техника (образовательная программа высшего образования «Высокопроизводительные вычислительные системы и квантовая обработка информации» (далее ОП ВО)). Дисциплина читается в третьем семестре учебного плана ОП ВО.

2.2. Дисциплина «Архитектура, программирование и проектирование систем на кристалле» опирается на базовые знания, умения и практические навыки, формируемые у студентов при получении ими предыдущего уровня подготовки, включая знания по информационно-логическим, алгоритмическим основам цифровой обработки, преобразования и хранения информации; базовые знания по системотехническим и схемотехническим основам построения высокопроизводительной вычислительной техники; умения и практические навыки программирования на языках высокого уровня прикладных задач с применением современных программных сред разработки и отладки компьютерного программного обеспечения.

Для успешного освоения учебного календарного плана дисциплины также необходимы знания, умения и практические навыки, приобретенные студентами в процессе изучения таких учебных дисциплин магистерской программы, как

| Наименование  дисциплины (модуля), практики | Требуемые знания, умения, навыки |
| --- | --- |
| «Высокопроизводительные вычислительные системы» | Знания:   * в области архитектуры высокопроизводительных вычислительных систем |
| Умения:   * применять на практике преимущества высокопроизводительных вычислительных систем при решении прикладных задач проблемной области |
| Навыки:   * в организации программного управления высокопроизводительными системами с целью решении на них прикладных задач проблемной области с учетом имеющихся технических ограничений |
| «Схемотехническая организация высокопроизводительных ВС» | Знания:   * основ схемотехнической организации высокопроизводительных вычислительных систем |
| Умения:   * применять на практике базовые технологии и маршрут автоматизированного проектирования ЦУ с применением современных средств автоматизированного проектирования |
| Навыки:   * разработки и верификации проектов цифровых устройств с применением современных средств автоматизированного проектирования |
| «Операционные системы реального времени и современные технологии кроссплатформенного программного обеспечения» | Знания:   * базовых принципов построения операционных систем реального времени и типовых технологий кроссплатформенного программирования |
| Умения:   * применять на практике типовые современные технологии разработки кроссплатформенного программного обеспечения как системного, так и прикладного уровней |
| Навыки:   * разработки кроссплатформенного программного обеспечения как системного, так и прикладного уровней |
| «Программное и аппаратное обеспечение информационных систем» | Знания:   * общих принципов системотехнической организации программного и аппаратного обеспечения современных информационно-вычислительных систем общего назначения |
| Навыки:   * совместного применения программного и аппаратного обеспечения информационно-вычислительных систем с целью повышения эффективности их эксплуатации |

После изучения предмета у студента должно сложиться целостное впечатление об архитектуре высокопроизводительных ARM-микросистем разных классов; о методах и средствах их системного и прикладного программирования; о типовом маршруте проектирования таких систем, сложно-функциональных блоков в их составе на примере технологии проектирования реконфигурируемых СнК; о составе, назначении применяемых при этом средств проектирования и функционально-временной верификации проектов ARM МС и их компонентов; о методах автоматизированной оценки основных технических характеристик ARM МС; об основах применения, о перспективах и тенденциях развития современных проблемно-ориентированных платформ ARM МС как зарубежного, так и отечественного производства.

2.3. Результаты обучения по дисциплине будут востребованы магистрантами в процессе выполнения научно-исследовательской работы по соответствующей тематике, при прохождении преддипломной практики, а также при подготовке выпускной квалификационной работы – магистерской диссертации.

# 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**  **компетенций** | **Результаты обучения** |
| --- | --- | --- |
| **ПК-2.** Способен разрабатывать и применять аппаратное и программное обеспечение в области высокопроизводительных и распределенных вычислительных систем | **ПК-2.2** Разрабатывает техническое задание на проектирование, функциональное описание и архитектуру системы на кристалле (СнК) | **Знать:**  - типовые архитектуры СнК, маршрут проектирования СнК в базисе реконфигурируемого (программируемого) кристалла СБИС;  - методику разработки технических заданий на проектирование сложно-функциональных блоков (СФ-блоков) и СнК в целом;  - особенности разработки СФ-блоков, их функционального описания и методы интеграции СФ-блоков в СнК;  - методы верификации СФ-блоков на этапе их разработки;  - методику верификации как СФ-блоков в составе СнК, так и всей системы в целом.  **Уметь:**  - разрабатывать технические задания на проектирование СФ-блоков и СнК, в целом;  - разрабатывать СФ-блоки СБИС, выполняющие заданные функции;  - верифицировать разрабатываемые СФ-блоки на соответствие значениям их прогнозируемых характеристик техническому заданию с использованием как локальных тестов, так и в составе проектируемой системы;  - разрабатывать с применением СФ-блоков и верифицировать архитектуру СнК, опираясь на основные положения технического задания и априори заданные наборы тестов.  **Владеть:**  - методологией автоматизированного синтеза СнК в базисе реконфигурируемых кристаллов интегральных микросхем (ПЛИС) в соответствии с типовым маршрутом проектирования;  - навыками разбора и анализа основных положений технического задания;  - навыками составления функционального описания СнК;  - навыками автоматизированного HDL-синтеза СФ-блоков и СнК, в целом, в базисе ПЛИС с применением САПР;  - навыками разработки и отладки программного обеспечения СнК начального уровня;  - навыками функциональной и временной верификации с применением средств спроектированной архитектуры СнК, опираясь на основные положения технического задания и маршрут проектирования, используемый в САПР. |
|  | **ПК-2.3** Разрабатывает синтез-пригодные HDL-описания уровня регистровых передач цифровых устройств и выполняет их верификацию | **Знать:**  - современные тенденции развития цифровой вычислительной техники;  - элементную базу и компьютерные технологии, используемые при проектировании цифровых устройств ВВС;  - современные средства автоматизации проектирования на примере САПР Quartus-II (или аналогичной) и языки описания цифровой аппаратуры на примере языка VHDL;  - основные принципы функционально-логического моделирования электрических схем цифровых устройств.  **Уметь:**  - 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.  **Владеть:**  - навыками автоматизированного проектирования и анализа электрических схем цифровых устройств ВВС с использованием средств САПР, навыками составления формального описания на уровне регистровых передач цифровых устройств средствами языка VHDL,  - навыками функционально-логического моделирования электрических схем цифровых устройств с использованием средств САПР. |

# СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

**Трудоемкость дисциплины составляет \_\_5\_\_\_ зачетных единиц, \_180\_часов.**

**Форма отчетности: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**дифференцированный зачет**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

*(экзамен, зачет, дифференцированный зачет)*

## 4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам

| № п/п | Раздел дисциплины/темы | Семестр | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость  (в часах) | | | | Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)* |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Контактная работа преподавателя с обучающимися | | | Самостоятельная работа |
| Лекции | Семинарские (практические занятия) | Лабораторные занятия |
| 1 | Основы построения и проектирования реконфигурируемых СнК. Базовые системные технологии. | 3 | - | 2 | - | 4 | Входной контроль.  Письменный опрос |
| 3 | 10 | 8 | 16 | 40 | Собеседование – защита результатов выполнения лабораторных работ |
| 2 | СнК с жесткой структурой: основы построения, программирования и применения. | 3 | 8 | 6 | 20 | 44 | Собеседование – защита результатов выполнения лабораторных работ |
|  |  | 3 | - | 2 | - | 20 | Рубежный контроль  (Подготовка и защита ИР). |
| Итого часов | |  | 18 | 18 | 36 | 108 |  |

## 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

| Семестр | Название раздела, темы | Самостоятельная работа обучающихся | | | Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид самостоятельной работы | Сроки выполнения (нед.) | Затраты времени (час.) |  |
|  |  | Подготовка к входному контролю | 1-2 | 4 | [7], [12],[17],[25], [27,28] |
| 3 | Раздел 1. Основы построения и проектирования реконфигурируемых СнК. Базовые системные технологии. | Подготовка к лекциям, практическим занятиям и лабораторным работам | 1-8 | 40 | [1-4],[8-18],  [24],  [26-32] |
| 3 | Раздел 2. СнК с жесткой структурой: основы построения, программирования и применения. | Подготовка к лекциям, практическим занятиям и лабораторным работам | 9-18 | 44 | [5-7], [19-23],  [33] |
|  |  | Подготовка к рубежному контролю | 14-18 | 20 | [1-33]\*) |
| Общая трудоемкость самостоятельной работы по дисциплине (час) | | | | **108** |  |
| Бюджет времени самостоятельной работы, предусмотренный учебным планом для данной дисциплины, включая подготовку к экзамену (час) | | | | **108** |  |

*\*)Конкретный список источников зависит от выбранной студентом тематики ИР и уточняется в процессе ее выполнения.*

## 4.3 Содержание учебного материала

***Модуль 1.*** *Основы построения и проектирования реконфигурируемых СнК. Базовые системные технологии.* Включает такие темы, как:

1. Введение в ARM МС. Обзор по базовым технологиям построения.
2. Процессы и маршруты проектирования ASIC, ARM МС в базисе ПЛИС (на примере реконфигурируемых кристаллов FPGA). Понятие сквозного проектирования ARM МС: от системного уровня до вентильного уровня (СБИС).
3. Структура типовой ARM МС. Типовая архитектура ARM МС (на примере Nios II и «фабрики» Avalon (Intel/Altera), или аналогичных им).
4. Современные средства проектирования ARM МС на примере САПР Quartus II/ Quartus Prime: обзор по утилитам поддержки процесса проектирования, верификации и оценки характеристик проекта (SOPC Builder, Altera ModelSim, Nios II Software Build Tools for Eclipse, Power Estimator или аналогичные им).
5. Обзор по принципам построения и методике автоматизированного синтеза проблемно-ориентированных ARM МС: от постановки задачи до конкретной реализации СФ-блока в составе СнК реконфигурируемого типа. Механизм “Custom instruction” и особенности его применения с целью функционального расширения системы команд CPU с применением СФ-блоков.
6. Методы и средства верификации СФ-блоков.
7. Примеры построения и программной настройки архитектуры типовой вычислительной системы с применением технологии СнК, разработки ее программного обеспечения в базисе и средствами учебных платформ DE0-nano и/или DE2-115 (Terasic, США).

***Модуль 2.*** *СнК с жесткой структурой: основы построения, программирования и применения на примере Cortex-совместимых ARM-микросистем.* Включает такие темы, как:

1. Обзор архитектурных особенностей построения современных систем на кристалле на примере современных 32-разрядных микрочипов отечественных и зарубежных производителей. Сравнение характеристик.
2. Обзор по архитектуре ARM-микроконтроллера (МК) на примере 32-битного ядра Cortex-M4F (STM32F4xx или аналогичном), состав и назначение блоков, встроенных в МК, обзор по его системе команд, режимам адресации.
3. Арифметический сопроцессор (FPU) из состава МК в сравнении с i80x87: архитектура, вопросы программирования и применения FPU для обработки вещественных чисел, представленных в формате с плавающей точкой с одинарной и двойной точностью (стандарт IEEE 754 2008).
4. DSP-операции микропроцессорного ядра семейства Cortex.
5. Особенности системотехнической организации (на функциональном уровне), функционирования, программирования и применения основных блоков из состава МК, включая подсистему памяти, ввода/вывода.
6. Обзор по составу и особенностям программирования основных встроенных аналоговых и цифровых интерфейсов МК (на примере STM32F4xx).
7. Вопросы применения типовой инструментальной программной среды (на примере MDK Keil или аналогичной) для низкоуровневой и высокоуровневой отладки программного кода.
8. Примеры создания и отладки прикладных тестовых проектов в базисе учебной демонстрационной платы (Stm32f4Discovery или аналогичной) при решении на ней типовых функциональных задач приема, цифровой обработки и передачи данных.
9. Состояние и перспективы развития отечественных СнК. Вопросы применения СнК при проектировании встроенных микроконтроллерных систем различного назначения.

Перечень тем практических занятий

| №  п/п | Тема практического занятия | Количество часов |
| --- | --- | --- |
| **Модуль 1.** *Основы построения и проектирования реконфигурируемых СнК. Базовые системные технологии* | | |
| 1 | Входной контроль. Письменный опрос. Разбор примеров функционального HDL-описания СФ-блоков аппаратной части СнК. | 2 |
| 2 | Разработка и программно-аппаратная реализация алгоритма вычисления заданной математической функции (СФ-блоков) с применением САПР Quartus II или аналогичного пакета | 2 |
| 3 | Разбор на практическом примере методики создания и верификации специализированной ARM МС числовой обработки в базисе ПЛИС. | 4 |
| **Модуль 2.** *СнК с жесткой структурой: основы построения, программирования и применения на примере Cortex-совместимых ARM-микросистем* | | |
| 4 | Изучение архитектуры математического сопроцессора i80x87. Исследование ее возможностей при решении прикладных задач обработки вещественных чисел. *Выдача индивидуальных заданий на ИР (реферативно-практическая часть* | 2 |
| 5 | Изучение архитектуры ARM МС с ядром Cortex M. Исследование системы команд и режимов адресации на примере решения прикладных задач целочисленной обработки данных*).* | 2 |
| 6 | Изучение архитектуры ARM МС с ядром Cortex M. Сравнение с архитектурой i80x87. Исследование системы команд и режимов адресации на примере решения прикладных задач обработки вещественных чисел | 2 |
| 7 | Подсистемы памяти, прерывания и блок таймеров ARM МС с ядром Cortex M. ШИМ-режим таймера: основы программирования и особенности применения для управления индикацией | 2 |
| 8 | Изучение архитектуры ARM МС с ядром Cortex M: вопросы подключения, программирования и применения цифровых и аналоговых интерфейсов | 2 |
| **Всего часов** | | **18** |

Перечень лабораторных работ

| №  п/п | Название лабораторной работы | Количество часов |
| --- | --- | --- |
| **Модуль 1.** *Основы построения и проектирования реконфигурируемых СнК. Базовые системные технологии* | | |
| 1 | Разработка специализированного СФ-блока числовой обработки в базисе ПЛИС: подготовка и отладка проекта в САПР | 8 |
| 2 | Разработка специализированного СФ-блока числовой обработки в базисе ПЛИС: функционально-временное моделирование проекта средствами ModelSim | 4 |
| 3 | Разработка специализированной ARM МС числовой обработки в базисе учебно-лабораторного стенда | 4 |
| **Модуль 2.** *СнК с жесткой структурой: основы построения, программирования и применения на примере Cortex-совместимых ARM-микросистем* | | |
| 5 | Исследование архитектуры, способов программирования и особенностей применения математического сопроцессора i80x87 фирмы Intel. | 4 |
| 6 | Исследование архитектуры ARM-микроконтроллера с ядром Cortex-M4F на примере семейства STM32F4xx: решение прикладных задач матричной обработки целочисленных данных | 4 |
| 7 | Исследование архитектуры ARM-микроконтроллера с ядром Cortex-M4F на примере семейства STM32F4xx: решение прикладных задач обработки вещественных данных | 4 |
| 8 | Исследование архитектуры ARM-микроконтроллера с ядром Cortex-M4F на примере семейства STM32F4xx: обработка прерываний от таймеров при управлении цифровой индикацией | 4 |
| 9 | Исследование архитектуры ARM-микроконтроллеров STM32 с применением платформы STM32F4Discovery: работа с LCD-дисплеем и с аналоговыми интерфейсами | 4 |
| **Всего часов** | | **36** |

Замечание

Перечисленные выше тематики лекционных, практических и лабораторных занятий имеют рекомендательный характер. Порядок и глубина их изложения могут быть изменены по усмотрению лектора.

# ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации различных видов учебной работы (лекционный курс, практические и лабораторные занятия) используется принцип сочетания аудиторных и электронных форм преподавания. В 3-м семестре учебного плана магистерской программы по дисциплине «Архитектура, программирование и проектирование систем на кристалле» студентам:

* читаются обзорные и информационные лекции, посвященные основам построения и современным технологиям создания высокопроизводительных ARM МС в базисе реконфигурируемых СнК. Лекции читаются с применением электронного презентационного материала с учетом технического оснащения конкретной лекционной аудитории. В качестве презентационного оборудования, как правило, применяются ноутбук, стационарный или переносной проектор, экран для проектора или электронная доска;
* регламентированные учебным планом практические занятия проводятся под руководством преподавателя. В качестве вспомогательного инструментария для закрепления изучаемого материала используются, как правило, однотипные автоматизированные рабочие места, укомплектованные учебно-лабораторным оборудованием и компьютерами;
* по дисциплине при проведении лабораторных занятий организуются бригады, как правило, не более чем из двух студентов. Каждая бригада заблаговременно получает проектное задание на очередное занятие в лаборатории. Работы по выполнению заданий проводятся фронтально в соответствии с утвержденным учебным графиком. По результатам каждого из занятий студентами оформляется отчет, где фиксируются с необходимыми пояснениями основные результаты, полученные в ходе выполнения задания. Защита результатов перед преподавателем, ведущим занятие, осуществляется каждым студентом в индивидуальном порядке. Интерактивная форма текущего контроля - собеседование с демонстрацией студентов основных результатов с применением технических средств из состава автоматизированных рабочих мест;
* в электронном виде имеются справочные учебные материалы по инструментальному программному обеспечению, используемому студентами в процессе выполнения заданий по курсу;
* в локальной сети кафедры ВТ на сайте кафедры ([\\VT\Students\Учебные](file:///\\VT\Students\Учебные)\_курсы\ ARM\_MC\) систематизирована представленная в электронном виде учебная и справочная литература, техническая документация на изучаемые программно-аппаратные средства их проектирования и отладки. Допускается размещение такой информации в сети Интернет с предоставлением студентам соответствующих прав доступа;
* используемое лицензионное и демонстрационное программное обеспечение студент имеет возможность скачать с сервера кафедры;
* для контроля успеваемости полученных студентом за отчетный период знаний используется устное собеседование по результатам выполнения лабораторных работ, индивидуальной контрольной работы (рубежный контроль) по контрольным вопросам, список которых оговаривается заранее;
* в качестве промежуточной аттестации по дисциплине предусмотрен экзамен. Экзамен проводится в форме интерактивной беседы со студентом по результату его предварительной письменной подготовки по билету, как правило, содержащему два теоретико-практических вопроса по изученным разделам. К экзамену допускаются студенты, набравшие в процессе обучения в семестре не менее 38 баллов;
* самостоятельная работа предполагает изучение теоретического материала по технической литературе, выполнение индивидуальных контрольных работ, подготовку заданий к лабораторным и практическим занятиям, оформление отчетов о проделанной работе, а также подготовку к экзамену. Выполнение студентом индивидуальной контрольной работы по требуемой тематике предполагает изучение им теоретического материала по литературе, подготовку краткого отчета с соответствующими выводами по разделам, иллюстрацию материала практическими примерами применения (если необходимо), соответствующее оформление полученных результатов;
* контроль самостоятельной работы осуществляется со стороны лектора, преподавателей, ведущих лабораторные и практические занятия.

Основными методами контроля являются собеседование, выполнение и защита лабораторных работ, рубежный контроль, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Основными используемыми информационными системами являются электронная библиотека ЮФУ, электронные базы учебно-методических ресурсов такие как [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru), электронные издания ЭБС «Лань» и др., включая кафедральные электронные ресурсы.

**Наименование тем занятий с использованием активных форм обучения:**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Тема занятия | Вид  занятия | Форма / Методы интерактивного обучения | Кол-во часов |
| 1 | Темы лекций разделов № 1-2 | лекции | лекции-презентационный материал/визуализация демонстрационных экспериментов | 14 |
| 2 | Темы лабораторных работ разделов № 1-2 | лабораторные | Интерактивное общение, имитационное моделирование, макетирование в базисе учебно-лабораторных стендов с элементами мастер-класса | 8 |
| 3 | Темы практических занятий разделов № 1-2 | практ. | Интерактивное общение, имитационное и др. моделирование (при необходимости), проработка элементов лабораторных работ | 8 |
| Итого часов | | | | 30 |

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

## 6.1. Основная литература

1. Плаксиенко, Владимир Сергеевич. Базовые системные технологии проектирования систем на кристалле [Текст] / ЮФУ, ТТИ, РТФ, Каф. РПрУ и ТВ - Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2013. - 32 с. [50 экз]
2. Шеболков В. В. Проектирование цифровых устройств на ПЛИС в САПР MAX+plus II [Текст]: учеб.пособие / ТТИ ЮФУ, РТФ, Каф. РТС - Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2007. - 60 с. [30 экз].
3. Немудров В., Мартин Г. Системы-на-кристалле. Проектирование и развитие. – М.: Техносфера. 2004 – 216 с.: ил. [Электронный ресурс] URL: <http://bookre.org/reader?file=599394>. Режим доступа: свободный.
4. Сперанский Д. В. Моделирование, тестирование и диагностика цифровых устройств / Д.В. Сперанский; Ю.А. Скобцов; В.Ю. Скобцов - 2-е изд., и спр. - Москва: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 535 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page>= book&id=429075.
5. Торгаев С. Н. Практическое руководство по программированию STM-микроконтроллеров / С.Н. Торгаев; М.В. Тригуб; И.С. Мусоров; Д.С. Чертихина - Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2015. - 111 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page>= book&id=442811.
6. Лабораторный практикум для изучения микроконтроллеров архитектуры ARM Cortex-M4 на базе отладочного модуля STM32F4 Discovery / Бугаев В.И., Мусиенко М.П., Крайнык Я.М. – Москва-Николаев: МФТИ-ЧГУ, 2013. – 71 с. [Электронный ресурс] URL: <http://programma.x-pdf.ru/16fizika/173281-1-laboratorniy-praktikum-izucheniyu-mikrokontrollerov-arhitekturi-arm-cortex-m4-baze-otladochnogo-modulya-stm32f4-discove.php>. Режим доступа: свободный.
7. Оппенгейм А. Цифровая обработка сигналов / А. Оппенгейм; Р. Шафер - 3-е изд. испр. - Москва: Техносфера, 2012. - 1048 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page>= book&id=233730.

## 6.2. Дополнительная литература

1. Бочаров Ю. И. Проектирование БИС класса «система на кристалле» / Ю.И. Бочаров; А.С. Гуменюк; А.Б. Симаков; П.А. Шевченко - Москва: МИФИ, 2008. - 188 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=231556>
2. Основы моделирования устройств в HDL-симуляторах [Текст]: у чеб. пособие / ЮФУ, ТТИ, ФАВТ, Каф. ВТ - Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2012. - 66 с [20 экз]
3. Поленов М. Ю. Моделирование на языке VHDL [Текст]: учеб. пособие : [для студ. и аспирантов спец. 22.01, 22.04, 22.06 всех форм обуч.] /ТРТУ, ФАВТ, Каф. ВТ - Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1997. - 54 с. [52 экз.]
4. 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.]
5. Амосов В. В. Схемотехника и средства проектирования цифровых устройств [Текст]: учеб. пособие для студ. вузов - СПб.: БХВ-Петербург, 2007. - 542 с. [14 экз.]
6. Поляков А. К. Языки VHDL и VERILOG в проектировании цифровой аппаратуры [Текст] - М.: СОЛОН-Пресс, 2003. - 313 с. [83 экз.]
7. Суворова Е. А., Шейнин Ю.Е. Проектирование цифровых систем на VHDL [Текст] - СПб.: БХВ-Петербург, 2003. - 576 с [9 экз.]; [Электронный ресурс] URL: http://bookre.org/reader?file=481479
8. Соловьев В. В. Проектирование цифровых систем на основе программируемых логических интегральных схем [Текст] - 2-е изд., стереотип. - М.: Горячая линия-Телеком, 2007. - 636 с. [18 экз]
9. Грушвицкий Р. И. Проектирование систем на микросхемах с программируемой структурой [Текст]: [учеб. пособие] - 2-е изд. - СПб.: БХВ-Петербург, 2006. - 736 с. [11 экз]; [электронный ресурс] URL: [http://bookre.org/reader?file=636500].
10. Литюк В. И. Методы расчета и проектирование цифровых многопроцессорных устройств обработки радиосигналов [Текст]: учеб. пособие: [для студ. спец. 2301, 2302, 2307, 2308]. Ч. 1 / ТРТУ, РТФ, Каф. РПрУ и ТВ - Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1994. - 87 с. [123 экз.]
11. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – СПб.: Питер 2002.–608 с.: ил. [http://bookre.org/reader?file=477836]
12. Программирование ARM-контроллеров STM32 на ядре Cortex-M3. Часть 1. Установка MDK, создание проекта, основы KeiluVision. [Электронный ресурс] URL://http://www.radiohlam.ru/teory/stm32\_1.htm. [http://radiohlam.ru/?p=1345]
13. The Insider’s Guide to the STM32 ARM Based Microcontroller [Электронный ресурс] URL://http://easyelectronics.ru/img/ARM\_kurs/CMSIS/stm32.pdf.
14. Вальпа О. Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: прямой доступ к памяти// Современная электроника. № 4, 2015. – С.: 36-43.
15. STM32 32-bit ARM Cortex MCUs [Электронный ресурс] <URL://http:/> /www.st.com/en/microcontrollers/stm32-32-bit-arm-cortex-mcus.html?querycriteria=productId= SC1169.
16. ARM Cortex-M4 вычислительные возможности (DSP, MAC,FPU, SIMD) [Электронный ресурс] URL:// electroprog.ru/arm\_cortex\_m4\_dsp\_fpu/.
17. А. Бухтеев Методы и средства проектирования систем на кристалле [Электронный ресурс] URL: <http://www.chipinfo.ru/literature/chipnews/200304/1.html>.
18. Хоровиц П. Искусство схемотехники [Текст]: в 2 т. Т. 1 / пер. с англ. под ред. М. В. Гальперина - М.: Мир, 1983. - 600 с [8 экз]

## 6.3. Учебные пособия и учебно-методические разработки

1. Пьявченко А.О. Основы функционального и топологического проектирования ASIC с применением библиотек стандартных ячеек. Ч.1.: Разработка и функциональна верификации HDL-проектов цифровых устройств. Монография. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2013. – 233  с.: ил.
2. Пьявченко А.О., Поленов М.Ю., Черный С.А. Проектирование и отладка цифровых устройств с применением САПР: учебное пособие. ; Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного феде­рального университета, 2017. – 194 с.
3. Пуховский В.Н. Схемотехника высокопроизводительных вычислительных систем: учебное пособие / В.Н. Пуховский, А.О. Пьявченко, С.А. Черный ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2019. – 229 с.
4. Гузик В.Ф., Пьявченко А.О. Сборник лабораторных работ по курсу «Микропроцессорные системы». Ч.1. ( №4442) – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. – 102 с.
5. Гузик В.Ф., Пьявченко А.О. Сборник лабораторных работ по курсу «Микропроцессорные системы». Ч.2. (№ 4442-2)– Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. – 131 с.: ил.
6. 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.
7. Гузик В.Ф., Пьявченко А.О. Сборник лабораторных работ по курсу «Микропроцессорные системы». Ч.4. (№4442-4) – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2015. – 156 с.
8. Гузик В.Ф., Каляев В.А., Пьявченко А.О., Щеглова Л.В. Математический сопроцессор i80x87: архитектура, программирование и применение. Методическое пособие – Таганрог: ТТИ ЮФУ, 2007 – 80с.

**Примечание**

Электронные версии методических разработок, пособий, учебников размещены в локальной сети кафедры ВТ по адресу [\\VT\Students\Учебные](file:///\\VT\Students\Учебные)\_курсы\ ARM\_MC\ и могут быть записаны на DVD-диск студента (в случае необходимости).

## 6.4. Периодические издания

Журналы – Открытые системы, Электронные компоненты, Схемотехника, СТА и др.

## 6.5. Перечень ресурсов сети Интернет

1. Научно-Техническая Библиотека ТТИ ЮФУ, http://ntb.tti.sfedu.ru.
2. Электронная библиотечная система ЮФУ, <http://library.sfedu.ru>.
3. Электронная библиотечная система [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru).
4. [www.microsoft.com](http://www.microsoft.com).
5. НОУ ИНТУИТ, [http://www.intuit.ru](http://www.intuit.ru/).
6. Quartus II Handbook // http://www.altera.com.
7. Quartus II Settings File Reference Manual // http://www.altera.com.
8. <http://marsohod.org/11-blog/213-signaltap>.
9. <http://we.easyelectronics.ru/plis/otladka-v-quartus-ii-s-pomoschyu-jtag.html>.
10. <http://www.coocox.org/CooCox_CoIDE.htm>.
11. Попов Р. Лабораторные работы STM32F4. Отладочная плата STM32F4Discovery,

<http://www.compel.ru/wordpress/wp-content/uploads/2011/12/Labs.pdf>.

1. <https://github.com/Leonidov/STM32-Labs>.
2. Электронная библиотека рунета, http://bookre.org

# МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Подробная информация о материально-техническом обеспечении дисциплины представлена в Приложении №7 к образовательной программе.

## 7.1. Учебно-лабораторное оборудование

Для проведения лабораторных и практических занятий по курсу «Архитектура, программирование и проектирование систем на кристалле» используются учебные лаборатории кафедры ВТ ИКТИБ, оснащенные необходимым учебным лабораторным оборудованием, мультимедиапроектором, интерактивной электронной доской Smart Board или моторизованным экраном.

В качестве специализированного учебно-лабораторного базиса используются учебно-лабораторные стенды DE0-nano и/или DE2-115 (имп.), STM32F4Discovery (имп.).

## 7.2. Программные средства

Для выполнения лабораторных работ и индивидуальных домашних заданий следует использовать

* Операционные системы: Windows 7+ SP1 (32/64 bit). В отдельных случаях допускается применение Windows XP+ SP3/Vista.
* Рекомендуемая среда профессиональной подготовки текстовой и схемотехнической документации на проектируемые устройства MicroSoftVisio 2007+, MicroSoftOffice 2007+.
* Среда профессионального автоматизированного проектирования, моделирования и разводки схемотехнических проектов в базисе ПЛИС фирмы Altera: САПР Quartus II WE (v.9.1SP2+), NIOSII IDE совместимой версии (Eval. Edition), Altera ModelSim (Eval. (Start) Edition);
* Программные среды математического моделирования: Matlab (Student Edition), MathCAD, или совместимое с вышеуказанными программными продуктами ПО, имеющееся в Интернет сети в открытом доступе – математический пакет SciLab и т.п.;
* Бесплатные программные среды программирования ARM микроконтроллеров: Программная среда CoIDE (Version: 1.7.6+); GNU Tools for ARM Embedded Processors (С/С++ компилятор, библиотеки) совместимой версии;
* Программные среды условно бесплатные (бесплатная среда при размере программного кода не более 32КБайт): MDK Keil v.5+ со встроенным С/С++ компилятором, интерактивным отладчиком и программатором; программная среда генерации и управления проектами STM32CubeMX; библиотека программной поддержки 32-разрядных ARM-микроконтроллеров семейства Cortex M4F – STM32CubeF4.

## 7.3. Технические и электронные средства

* моторизованный экран с проектором или электронная доска Smart Board;
* ноутбук для проведения лекционных занятий с предустановленным системным и прикладным программным обеспечением;
* информационное обеспечение в электронном виде в локальной сети;
* доступ к глобальной сети Интернет (по запросу).

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Архитектура, программирование и проектирование систем на кристалле» читается в 3-м семестре обучения по магистерской программе «Высокопроизводительные вычислительные системы и квантовая обработка информации» по направлению 09.04.01.

Учебный процесс включает аудиторные занятия (лекции, практические и лабораторные занятия) и самостоятельную работу. Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. 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.

**Проведение лекционных и практических занятий** осуществляется с постановкой задач, допускающих возникновение дискуссий, что предполагает активное включение магистрантов в образовательный процесс с одновременным ведением краткого конспекта. Целесообразно кратко записывать основную мысль, излагаемую лектором. Удобно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебники, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом. Кроме того, к конспекту прилагается иллюстративный раздаточный материал, заблаговременно выдаваемый студентам в электронном виде. Всем студентам рекомендуется иметь на занятиях раздаточный материал в твердой копии. Для хранения таких копий каждому из студентов следует завести папку-скоросшиватель.

К каждой лекции студент обязан готовиться по предварительно объявленной лектором тематике.

**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. 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 удовлетворительного качества предъявленного материала, завершается собеседованием по теме работы.

**Выполнение индивидуальной контрольной работы.** Всего календарным планом предусмотрено выполнения обучающимся одной индивидуальной (контрольной) работы (ИР), предназначенной для закрепления им теоретико-практического материала, а также для расширения кругозора студента.

Типовая ИР выполняется в соответствии с индивидуальными вариантами, выдаваемых лектором заранее. Студент предоставляет оформленную в соответствии с требованиями ИР на проверку преподавателю для оценивания правильности выполненных заданий и защищает полученные результаты на специально выделенном для этого лабораторно-практическом занятии.

Основным ориентиром при защите задания по ИР могут служить вопросы для собеседования, приведенные в фонде оценочных средств. Оценивание индивидуального задания осуществляется в соответствии с обозначенными в фонде оценочных средств критериями. Требования к оформлению пояснительной записки о выполнении индивидуального задания соответствуют ГОСТ 7.32 последней редакции.

**Рекомендации по работе с литературой.** Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов (документации) и примеров системотехнических реализаций, в которых могут содержаться ответы на основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения.

В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала.

Если в литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать отдельно.

Таким образом, 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 сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
* работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
* пользоваться реферативными, справочными материалами, технической документацией;
* контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
* обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам.
* пользоваться словарями различного типа (специализированными толковыми, иностранных слов и терминов и т.п.).

**Подготовка к промежуточной аттестации.**

В качестве промежуточной аттестации предусмотрен дифференцированный зачет. Итоговый балл (итоговая оценка) по дисциплине выставляется в соответствии со шкалой, утвержденной внутренними нормативными документами ВУЗа (см. ниже). При подведении итогов учитываются результаты текущего, входного и рубежного контроля, поэтому важно регулярно посещать занятия и вовремя выполнять все задания. Магистранты, которые по уважительной причине не смогли набрать необходимое число баллов, могут по согласованию с преподавателем ликвидировать задолженности специально отводимой для этой цели консультации, проводимой лектором в установленные сроки.

Минимальное количество баллов, необходимое для получения зачета – 60 баллов, максимальное – 100 баллов. Студент, набравший за семестр менее 60 баллов, считается неуспевающим по дисциплине, и должен ликвидировать задолженность в установленном порядке.

В случае дифференцированного зачета студенту выставляется оценка в соответствии со шкалой, утвержденной внутренними *нормативными документами ЮФУ*

# УЧЕБНАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

**Курс 2, семестр 3, очная форма обучения**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Виды контрольных мероприятий  (наименования оценочных средств) | Количество баллов | |
| Текущий контроль | Рубежный контроль |
|  | **Модуль 1. Основы построения и проектирования реконфигурируемых СнК. Базовые системные технологии** | | |
| 1. | Входной контроль  (письменный опрос) | 5 |  |
| 2. | Работа на лекционных и практических занятиях | 8 |  |
| 3. | Лабораторные работы первого модуля | 27 |  |
|  | **Модуль 2. СнК с жесткой структурой: основы построения, программирования и применения** | | |
| 4. | Лабораторные работы второго модуля | 25 |  |
| 5. | Работа на лекционных и практических занятиях | 10 |  |
| 6. | Рубежный контроль (индивидуальная (контрольная) работа) | - | 25 |
|  | Всего | **75** | **25** |
|  | Бонусные баллы | **до 10 баллов**  Бонусные баллы предоставляются студентам за активность на аудиторных занятиях (посещение лекций, качественное ведение конспекта, стремление решить задачу на практических занятиях, сдача в срок лабораторных работ) и сдача в срок индивидуального задания | |
|  | **Промежуточная аттестация: в форме дифференцированного зачета** | Процедура зачета как отдельное контрольное мероприятие не проводится, оценивание знаний обучающегося происходит по сумме результатов всех видов контроля:   * 85–100 баллов – оценка «отлично»; * 71–84 балла – оценка «хорошо»; * 60–70 баллов – оценка «удовлетворительно»; * менее 60 баллов – оценка «неудовлетворительно» | |

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## 10.1 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

|  |  |
| --- | --- |
| **Код  компетенции** | **Формулировка компетенции** |
| **ПК** | **ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ** |
| ПК-2 | Способен разрабатывать и применять аппаратное и программное обеспечение в области высокопроизводительных и распределенных вычислительных систем |

| № п/п | Индикатор достижения компетенции | Наименование оценочного средства |
| --- | --- | --- |
| 1 | **ПК-2.2** Разрабатывает техническое задание на проектирование, функциональное описание и архитектуру системы на кристалле (СнК) | Собеседование, отчеты по лабораторным работам |
| 2 | **ПК-2.3** Разрабатывает синтез-пригодные HDL-описания уровня регистровых передач цифровых устройств и выполняет их верификацию | Собеседование, отчеты по лабораторным работам, рубежный контроль (индивидуальная (контрольная) работа) |

## 10.2. Контрольные вопросы для собеседования, рекомендуемые критерии оценки

Ниже приведен примерный список вопросов, рекомендуемый для контроля знаний студентов, и разбитый по разделам (модулям).

**Раздел (модуль)1.**

1. Что понимается под ARM микросистемой и дайте обзор по значениям ее основных характеристик.
2. Какие базовые технологии, процессы и маршрут проектирования ARM МС в базисе ПЛИС (на примере реконфигурируемых кристаллов FPGA) Вам известны? Свой ответ поясните на примере технологии, реализуемой Altera (Intel).
3. Какие базовые технологии, процессы и маршрут проектирования СнК на примере ASIC Вам известны? Разработка технического задания. Свой ответ поясните на примере технологии, реализуемой Mentor Graphics.
4. Что такое сквозное проектирование ARM МС: от системного уровня до уровня RTL (СБИС)? Приведите пример последовательности процессов проектирования, поддерживаемой Altera (Intel).
5. Приведите пример структуры типовой ARM МС, поясните состав и назначение ее СФ-блоков.
6. Какие современные средства проектирования ARM МС Вам известны? Дайте обзор по утилитам поддержки процесса проектирования, верификации и оценки характеристик проекта из состава САПР Quartus II.
7. Какая типовая архитектура ARM МС с реконфигурируемой структурой Вам известна? Поясните на примере принципы ее системной организации.
8. Дайте обзор по системе команд CPU ARM МС, типовым режимам адресации. Приведите примеры их применения.
9. Поясните на примере фабрики Avalon принципы организация системной магистрали ARM МС. Какие основные режимы ее работы Вам известны?
10. Как подключить встроенные и внешние модули статической оперативной и постоянной памяти к CPU ARM МС?
11. Приведите пример подключения и настройки параллельных портов/ввода вывода.
12. Поясните на примере методику построения простейшей ARM МС средствами SOPC Builder или Qsys (Altera) (на примере CPU Nios II (Altera)).
13. Основы построения и функционирования системы прерывания в составе ARM МС.
14. Базовые библиотеки IP-блоков и основы их применения (дайте краткий обзор по назначению и принципам подключения таких СФ-блоков).
15. Поясните на примере методику применения IP-блоков в процессе компоновочного проектирования типовой ARM МС на примере платформы SOPC Builder (Altera) или аналогичной ей.
16. В чем состоит методика программирования ARM МС на ЯВУ? Приведите обзор инструментальных средств проектирования ПО ARM МС. В чем особенности применения NiosII IDE при разработке?
17. Какие методы и программно-аппаратные средства отладки проекта ARM МС в базисе ПЛИС Вам известны? Приведите пример их использования.
18. Приведите пример построения и программной настройки типовой вычислительной системы ЦОС с применением технологии SOPC.
19. Охарактеризуйте состав, функциональные возможности стартовой платформы DE0-nano (имп.) или аналогичной ей.
20. Дайте обзор по принципам построения проблемно-ориентированных ARM МС с применением ПЛИС-технологий.
21. Раскройте на примере методику разработки блоков функционального расширения SOPC (СФ-блоков), предназначенных для цифровой обработки сигналов.
22. Поясните на примере известную Вам методику верификации как СФ-блоков в составе СнК, так и всей системы в целом

**Раздел (модуль) 2.**

1. Приведите обзор архитектурных особенностей построения современных систем на кристалле на примере современных 32-разрядных микрочипов отечественных и зарубежных производителей.
2. Дайте обзор по архитектуре АRМ-микроконтроллера (МК) на примере 32-битного ядра Cortex (STM32F4хх): состав и назначение блоков, встроенных в МК, краткий обзор по его системе команд, режимам адресации.
3. Раскройте на примере возможности системы команд, режимов адресации 32-битного ядра Cortex (STM32F4хх) при решении на нем прикладных задач целочисленной обработки данных (DSP-обработка не рассматривается).
4. Раскройте на примере возможности системы команд, режимов адресации 32-битного ядра Cortex (STM32F4хх) при решении на нем прикладных задач цифровой обработки сигналов (DSP-обработка).
5. Раскройте на примере возможности системы команд, режимов адресации 32-битного ядра Cortex (STM32F4хх) при решении на нем прикладных задач обработки чисел с плавающей запятой.
6. Поясните организацию системы прерывания и службы реального времени в ARM МС на примере ядра Cortex-M4.
7. Поясните на примерах особенности системотехнической организации блока таймеров в ARM МС. ШИМ режим работы таймера и примеры его прикладного применения.
8. Какие особенности системотехнической организации (на функциональном уровне) и функционирования STM32F4xx Вы знаете? Приведите пример настройки блока синхронизации МК.
9. Как логически организована подсистема памяти микроконтроллере STM32? Раскройте на примере распределение адресного пространства, правила доступа к ячейкам памяти в микроконтроллере STM32.
10. Поясните на примере методику программирования и применения основных блоков из состава МК STM32F4хх, порты ввода/вывода.
11. Дайте обзор по составу и особенностям программирования основных встроенных цифровых интерфейсов МК с ядром Cortex (на примере SPI).
12. Дайте обзор по составу и системотехнической организации встроенных цифровых интерфейсов МК (на примере платформы STM32F4хх).
13. Дайте обзор по составу и особенностям программирования встроенного блока АЦП при решении задачи цифровой обработки аналогового сигнала (на примере АЦП из состава STM32F4хх).
14. Дайте обзор по составу и особенностям программирования встроенного блока ЦАП при решении задачи формирования аналогового сигнала (на примере ЦАП из состава STM32F4хх).
15. Приведите пример типовой структуры ARM МС, расскажите о составе и назначении ее компонентов. В чем, на Ваш взгляд, главные особенности функционирования ARM МС на примере STM32f4discovery.
16. Поясните методики и приведите примеры программирования платформы STM32f4discovery с применением встроенных АЦП и ЦАП.
17. Опишите состояние и перспективы развития отечественных ARM МС.
18. Приведите обзор по стандарту IEEE754-1985 и представлению данных с одинарной и двойной точностью.
19. Расскажите о назначении, архитектуре, функционировании и программировании универсального асинхронного последовательного приемо-передатчика UART из состава STM32. Какие особенности применения приемо-передатчика Вам известны?
20. Расскажите о назначении, архитектуре, функционировании и программировании цифрового акселерометра. Приведите пример применения датчика в составе ARM МС.

**Рекомендуемые критерии оценки:**

Итоговый балл (итоговая оценка) по дисциплине выставляется по сумме результатов входного, текущего и рубежного контроля в соответствии со шкалой, учебной картой дисциплины.

## 

## 10.3. Комплект заданий для входного контроля и самоконтроля

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 (балл), влияющий на итоговую оценку по дисциплине. Ниже приводятся примеры вариантов входного контроля (применительно к техническому обеспечению). Аналогично могут быть составлены вопросы по знанию основ алгоритмизации и программирования, основ HDL-проектирования и моделирования цифровых электронных компонентов высокопроизводительных вычислительных систем (см. ниже).

Первый вариант.

1. Дайте определение электронного прибора и приведите его УГО, ВАХ, область применения

1) Обычный диод

2) Туннельный диод

3) Стабилитрон

4) Варикап

5) Светодиод и Фотодиод

6) Тиристор

7) Оптопара (Фотогальванический элемент)

8) Семистор

Дайте понятие трансформатора. Что такое коэффициент трансформации?

2. Дайте определение электронного прибора и приведите его УГО, ВАХ

1) полевой транзистор с встроенным n(p) –каналом

2) n-p-n - биполярный транзистор

3) n(p) –канальный полевой транзистор с изолированным затвором

4) p-n-p - биполярный транзистор

В чем основная разница между полевым (МОП) транзистором и биполярным транзистором?

Приведите схему включения оговоренного в задании транзистора, поясните ее работу.

3. Дайте определение и назначение электронного прибора и приведите его структуру, ВАХ

1) Электронный ключ с общим эмиттером

2) Эмиттерный повторитель

3) Транзисторный усилитель с общей базой

4) Комплементарная пара МОП-транзисторов (КМОП инвертор)

4. Приведите электрическую принципиальную схему фильтра и его область применения

1). Пассивный RC-фильтр низких частот

2). Пассивный LC-фильтр верхних частот (Т- и П- образный фильтр )

3). Пассивный RC-фильтр верхних частот

4). Пассивный LC-фильтр нижних частот (Т- и П- образный фильтр )

Зная частоту среза как выбрать параметры фильтра? Что такое режекторный фильтр? Как определяется полоса пропускания? Что такое полосовой фильтр.

5.Приведите расчетную формулу

1) децибела для мощностей

2) децибела для токов

3) децибела для напряжений

4) волнового сопротивления двухпроводной линии

Зачем применяется эта мера измерения?

6. Приведите понятие операционного усилителя постоянного тока и его применение. Укажите основную формулу для расчета выходного напряжения:

1) Инвертирующий и суммирующий усилители

2) Дифференцирующий усилитель

3) Интегрирующий усилитель

4) Дифференциальный усилитель

7. Модуляция сигнала. Свой ответ проиллюстривруйте примерами временных диаграмм работы.

1) Амплитудная

2) Импульсно-кодовая

3) Частотная

4) Амплитудно-импульсная

Дайте понятие спектра гармонического сигнала .

8. Преобразователи, определение, структура, основной принцип действия

1) аналого-цифровой преобразователь последовательного приближения

2) аналого-цифровой преобразователь интегрирующего типа

3) цифро-аналоговый преобразователь

4) аналого-цифровой преобразователь следящего типа

Что такое динамический диапазон, как выбрать частоту квантования сигнала?

9. Законы Булевой алгебры

- Поглощение

- Аннулирование

- Ассоциативный

- Коммутативный

- Дополнение

- Правило де-Моргана

- Дистрибутивный

- Тождественность

- Тавтология

10. Нарисуйте электрическую схему

1) триггера шмитта на операционном усилителе и на элементе 1533 ЛН1.

2) одноразрядного трехвходового сумматора на элементах 1533ЛН2

3) (внутренняя типовая) входа и выхода ТТЛ-элемента 1533 серии.

4) (внутренняя типовая) К-МОП-элемента типа 564ЛН1, ЛИ1 и ЛЕ1.

Какие основные параметры схемы Вам известны?

11. Синтезировать схему К-ичного счетчика и разработать временную диаграмму его работы.

1) суммирующий с предустановкой в 2, К = 11, используя микросхемы 1533ТМ2.

2) вычитающий с предустановкой в 1, К =12, используя микросхемы 1533ТМ2.

3) реверсивный от 0 до 14.

4) двоично-десятичный суммирующий на 2 двоично-десятичных разряда.

12. Используя кварцевый резонатор и элементы 1533(1554, 1594) серии разработать схему генератора прямоугольных импульсов, погрешность не более 5%.

1). Fгенер = 10МГц , Tимп = 50нс

2). Fгенер = 8МГц , Tимп = 25нс

3). Fгенер = 20МГц , Tимп = 15нс

4). Fгенер = 12МГц , Tимп = 25нс

13. Дано два целых числа в десятичной форме. Выполнить перевод числа из дес. представления в дополнительный код двоичного числа со знаком. Значения чисел выбирать из п.15. Знаки брать в сочетании: ++, +–, –+, – –.

14. Выполнить операцию суммирования и вычитания над двумя n-разрядными двоичными целыми числами , представленными в дополнительном коде. Определить признаки результата (SF,CF,AF,PF,ZF,OF). Знаки брать в сочетании: ++, +–, –+, – –.

1) 33, 44

2) 53, 47

3) 13, 88

4) 77, 23

15. Выполнить операцию умножения над двумя n-разрядными двоичными целыми числами , представленными в дополнительном коде. Варианты см. в. п.16. Знаки брать в сочетании: ++, +–, –+, – –.

16. Выполнить операцию деления над двумя 4-х разрядными двоичными целыми числами , представленными в дополнительном коде. Варианты см. в. п.16. Знаки брать в сочетании: ++, +–, –+, – –.

17. Представить УГО и описать на VHDL:

1) D-триггер типа защелка?

2) DE-триггер синхронного типа (запись по отрицательному фронту импульса синхронизации)?

3) RSC-триггер синхронного типа (запись по положительному фронту импульса синхронизации)?

4) JK-триггер синхронного типа (запись по отрицательному фронту импульса синхронизации)?

18. Что такое машина состояния (МС)?

1) Приведите пример поведенческого описания на vhdl МС типа Мура.

2) Приведите пример поведенческого описания на vhdl МС типа Мили.

3) Приведите пример структурного описания на vhdl МС типа Мили. (без минимизации ДНФ).

4) Приведите пример структурного описания на vhdl МС типа Мура. (без минимизации ДНФ).

19. Как на VHDL описать сдвигатель, реализующие операцию **многоразрядного** сдвига:

1) Арифметический сдвиг на n-разрядов, где n = .

2) Логический сдвиг на n-разрядов, где n = , с занесением ‘0’ в освобождаемые разряды.

3) Циклический сдвиг на n-разрядов, где n = 

4) Циклический сдвиг на n-разрядов через внешний триггер, где n = 

Направление сдвига задается параметром SH = 0 или 1. При 1 – правый сдвиг, иначе левый.

20. Представьте вещественное число в формате для разных режимов округления: (например, -456, 6666..)

1) КВ – короткий вещественный, 32 разряда,

2) ДВ – длинный вещественный, 64 разряда.

В чем отличие от представления числа в 80-разрядном и 128-разрядном форматах.

**Критерии оценки:**

Вопросы с 1-10 оцениваются в 0,2 балла.

Вопросы с 11-20 оцениваются в 0,5 баллов.

*Задание формируется преподавателем на основании представленных выше вопросов или аналогичных им.* Полностью правильное выполнение всего задания оценивается в 5 баллов. Задание, выполненное со значительными ошибками, не набравшее 3 баллов, или его отсутствие никак не оценивается.

Второй вариант (проверка знаний, умений и навыков по основам HDL-проектирования и моделирования цифровых электронных компонентов высокопроизводительных вычислительных систем):

1. ПЛИС:

– что, какие причины привели к появлению технологии ПЛИС?

– как следует понимать термин «микросхема с программируемой структурой» (ПЛИС)?

– какие задачи поставлены перед технологией ПЛИС?

– кратко пояснить типовую структуру ПЛИС;

– какие технологии проектирования цифровых систем существовали до появления технологии ПЛИС? В чем заключались их достоинства и недостатки?

– в чем принципиальное отличие технологии ПЛИС от ранее существовавших технологий разработки цифровых устройств?

– зачем и каким образом в БИС-СБИС реализуется концепция программирования структур?

– какие способы конфигурирования ПЛИС Вам известны, дайте необходимые пояснения по каждому из них.

– какие ограничения в технологии проектирования существуют в технологии ПЛИС?

– какие преимущества в технологии проектирования цифровых систем появились с появлением технологии ПЛИС?

1. Технология проектирования цифровых систем:

– назвать известные технологии проектирования цифровых систем;

– почему возникла потребность в САПР цифровых систем?

– каким образом изменилась концепция проектирования цифровых систем после активного внедрения САПР?

– назвать основные тенденции развития технологии проектирования цифровых систем;

– назвать основные причины появления новых технологий проектирования цифровых систем;

– в чем причина появления специальных языков описания аппаратуры, используемых в настоящее время при проектировании цифровых устройств?

– в связи с чем появилась необходимость автоматизации процесса проектирования цифровых систем?

– какие задачи в технологии схемотехнического проектирования цифровых систем решаются с помощью средств автоматизации?

– что такое программная и что такое аппаратная реализация задачи проектирования цифрового устройства?

– с какой целью в ПЛИС реализуется концепция программирования структур?

1. Языки проектирования цифровых устройств (аппаратуры):

– назвать основные причины, которые привели к появлению языков проектирования цифровых устройств;

– что такое программная и что такое аппаратная реализация поставленной задачи?

– основные цели и задачи, которые были сформулированы при создании языков проектирования цифровых устройств;

– перечислить основные особенности языков проектирования цифровых устройств на примерах поддерживаемых типов структур использованных данных;

– перечислить основные особенности языков проектирования цифровых устройств на примерах операторов последовательного типа;

– перечислить основные особенности языков проектирования цифровых устройств на примерах операторов параллельного типа;

– чем язык программирования решения задачи отличается от языка описания аппаратуры, предназначенной для решения той же самой задачи?

– пояснить, что такое описание цифрового устройства на уровне его поведения?

– пояснить, что такое описание цифрового устройства на уровне его структуры?

– пояснить, чем описание цифрового устройства на уровне его поведения отличается от описания цифрового устройства на уровне его структуры;

1. Язык проектирования VHDL:

– дать определение языку проектирования цифровых устройств VHDL;

– перечислить основные задачи, для решения которых был создан язык VHDL;

– перечислить основные отличия языка VHDL от остальных языков HDL;

– перечислить основные достоинства и недостатки языка VHDL;

– привести и пояснить структуру программы, написанной на языке VHDL;

– пояснить, как следует понимать, что язык VHDL– это язык параллельного программирования;

– пояснить понятия семантики языка VHDL;

– пояснить понятия синтаксиса языка VHDL;

– пояснить основные базовые конструкции языка VHDL;

– перечислить и дать определения стилям описания цифровых устройств в языке VHDL;

– перечислить и дать определения основным этапам проектирования цифровых устройств на языке VHDL;

1. Среда функционального проектирования ModelSim:

– Пояснить, в каком направлении развиваются современные средства верификации цифровых устройств?

– приведите методику создания проекта в среде ModelSim: что и как необходимо настроить.

– что такое тест-бенч и для чего он применяется? Свой ответ проиллюстрировать примерами на ПК.

– какие виды верификации поддерживает ModelSim?

1. Применение ПЛИС для проектирования цифровых систем:

– что при проектирования цифровых систем следует понимать под термином «стратегия проектирования»?

– что при проектировании цифровых систем следует понимать под термином «функциональная декомпозиция»?

– как понимать фразу, что синтез – это переход от функции к структуре? Почему процедура синтеза является неоднозначной?

1. ПЛИС типа CPLD и FPGA – обобщенная архитектура и проблемы применения:

– пояснить структуру ПЛИС типа CPLD;

– пояснить проблемы применения ПЛИС типа CPLD;

– пояснить структуру ПЛИС типа FPGA;

– пояснить проблемы применения ПЛИС типа FPGA;

– приведите примеры типовых структур макроячеек на примере FPGA семейства Cyclone производства altera.

– какие средства анализа технических параметров вновь синтезируемого ЦУ в базисе FPGA Вам известны?

– дать характеристику временным параметрам ПЛИС на примере FPGA модулей;

– пояснить функциональные особенности использования ПЛИС на примере FPGA модулей;

– пояснить имеющиеся преимущества использования ПЛИС на примере FPGA модулей;

– пояснить имеющиеся ограничения в использовании ПЛИС на примере FPGA модулей;

1. Компонентное HDL-проектирование цифровых систем

В чем заключается методика компонентного HDL-проектирования цифровых систем?

1. Учебно-лабораторный комплект: основы построения и применения:

– пояснить структуру учебно-лабораторного комплекта;

– пояснить функциональное назначение элементов структуры учебно-лабораторного комплекта;

– перечислить и пояснить комплекс задач, для решения которых предназначен учебно-лабораторный комплект;

– перечислить функциональные ограничения, которыми обладает учебно-лабораторный комплект;

– какие имеются способы верификации схемотехнического проекта в базисе учебно-лабораторного комплекта Вам известны?

– перечислите этапы маршрута проектирования и верификации цифровых устройств в базисе стенда? Дайте необходимые пояснения.

1. Особенности автоматизированной разработки и отладки схемотехнического проекта цифрового устройства (системы) в базисе FPGA модуля:

– опишите состав и назначение основных структурных компонентов схемотехнического проекта цифрового устройства (системы) в базисе FPGA модуля?

– в чем заключаются особенности и методика автоматизированной разработки схемотехнического проекта цифрового устройства (системы) в базисе FPGA модуля?

– в чем заключаются особенности отладки схемотехнического проекта цифрового устройства (системы) в базисе FPGA модуля?

– какие достоинства имеет проектирование схемотехнического проекта цифрового устройства (системы) в базисе FPGA модуля?

1. Методы и средства внутрисхемной отладки проектов

– что следует понимать под термином «внутрисхемная отладка проектов»?

– какие методы существуют внутрисхемной отладки проектов?

– какие средства используются для внутрисхемной отладки проектов?

– какими преимуществами обладают методы внутрисхемной отладки проектов?

– какие функциональные ограничения имеются у методов внутрисхемной отладки проектов;

1. Методика и примеры применения логического анализатора для внутрисхемной отладки проекта цифрового устройства (системы)

– кратко пояснить методику применения логического анализатора для внутрисхемной отладки проекта цифрового устройства (системы);

– перечислить основные особенности методики применения логического анализатора для внутрисхемной отладки проекта цифрового устройства (системы);

– привести и пояснить примеры применения логического анализатора для внутрисхемной отладки проекта цифрового устройства (системы);

1. САПР Altera Quartus II WE:

– пояснить назначение САПР Altera Quartus II WE;

– какие утилиты из состава САПР Вам известны и какое их предназначение?

– перечислить и кратко пояснить основные режимы работы САПР Altera Quartus II WE;

– кратко пояснить порядок работы в САПР Altera Quartus II WE;

– кратко пояснить функциональные возможности САПР Altera Quartus II WE;

– пояснить функциональное назначение понятия «Проект» в САПР Altera Quartus II WE;

– пояснить существующие в САПР Altera Quartus II WE способы ввода исходной информации;

– в каких формах в САПР Altera Quartus II WE может быть выведены полученные результаты?

– с какой целью в САПР Altera Quartus II WE реализованы различные методы ввода исходной информации?

– какие этапы проектирования поддерживает САПР и как их активировать?

## 10.4. Рекомендуемый комплект заданий для индивидуальной контрольной работы

**Постановка задачи (практическая часть).**

Тематика (Вариант 1): Проектирование специализированного вычислительного модуля из состава реконфигурируемой СнК.

Разработать на структурном, функциональном схемотехническом уровнях проект СФ-блока реконфигурируемой СнК, вычисляющего требуемую функционально-математическую зависимость в соответствии с вариантом задания (см. 10.5, варианты А или Б).

Первоначально значения аргумента X заданной ФМЗ представлены в формате с плавающей запятой (стандарт IEEE 754 – 2008)

Разработку проекта СФ-блока выполнить или с применением ПЛИС FPGA производства Altera (Intel) (тип семейства оговаривается вариантом задания, см. ниже) средствами соответствующей САПР. Эталонные значения предварительно рассчитать в программе MathCad.

В процессе работы над проектом выполнить необходимые схемотехнические расчеты (быстродействия и потребляемой мощности), используя методику, рекомендованную фирмой Altera (an074.pdf) или с применением средств автоматизированного расчета. Для этого разрешается использовать соответствующие Tools (PowerEstimate) из состава САПР.

Тематика (Вариант 2) Решение прикладных задач приближенного вычисления математических функций вещественного аргумента на ARM MC с жесткой структурой

Отчетные материалы подготовить автоматизированным способом и оформить в соответствии с ГОСТ.

**Рекомендуемые задания ко второй части ИР (реферативно-практическая часть).** ***Здесь вынесены вопросы, отведенные под самостоятельную работу****.*

* + - 1. Механизм “Custom instruction” и особенности его применения с целью функционального расширения системы команд CPU NIOS II. Привести демонстрационный пример.
      2. Обзор архитектурных особенностей построения современных систем на кристалле на примере современных микрочипов отечественных производителей (для сравнения достаточно 2-3 варианта чипов от разных производителей). Привести равнение характеристик. Привести с использованием системы команд каждого из МК примеры описания одного и того же фрагмента алгоритма. Пояснения обязательны.
      3. Обзор архитектурных особенностей построения современных систем на кристалле на примере 32-разрядных современных микрочипов зарубежных производителей (TI, Philips, Atmel и STMicroelectronics). Привести сравнение характеристик. Привести с использованием системы команд каждого из МК примеры описания одного и того же фрагмента алгоритма. Пояснения обязательны.
      4. Сравнительный обзор по современным отладочным средствам (Development kit, программное обеспечение), обеспечивающим разработку, отладку и верификацию СиПК (SOPC) (на примере Altera или Terasic)
      5. Модельно-ориентированное проектирование: принципы и методика, примеры реализации функциональных блоков в базисе АРМ МС с реконфигурируемой структурой. Демонстрационная задача с применением программного пакета MatLab (или аналогичного) – Altera DK (DE0\_nano) согласовывается с лектором.
      6. Модельно-ориентированное проектирование: принципы и методика, примеры реализации функциональных блоков в базисе АРМ МС с реконфигурируемой структурой. Демонстрационная задача с применением программного пакета MatLab (или аналогичного) – Altera DK (DE2\_115) согласовывается с лектором.
      7. Модельно-ориентированное проектирование: принципы и методика, примеры функциональных блоков в базисе АРМ МС с жесткой структурой. Демонстрационная задача с применением MatLab (или аналогичной системы)- STMicroelectronics Development kit (на примере STM32F4Discovery) или аналогичной согласовывается с лектором.
      8. Архитектура центрального целочисленного ядра MIPS32, система команд и режимы адресации, примеры применения команд целочисленной арифметики на примере отечественных микропроцессоров (СнК).
      9. Семейство ARM-микропроцессоров 1892ВМххх как пример отечественной реализации специализированных многопроцессорных ARM МС на одном кристалле: обзор по их системной организации, составу и назначению их встроенных блоков.
      10. Основы целочисленной обработки данных на ARM-микропроцессоре 1892ВМххх: форматы представления данных система команд и режимы адресации, примеры применения команд целочисленной арифметики.
      11. Основы обработки вещественных данных на ARM-микропроцессоре 1892ВМххх: форматы представления данных система команд и режимы адресации, примеры применения команд арифметики над вещественными числами.
      12. Семейство ARM-микропроцессоров 1986ВEхх как пример отечественной реализации специализированных многопроцессорных ARM МС на одном кристалле: обзор по их системной организации, составу и назначению их встроенных блоков.
      13. Основы целочисленной обработки данных на ARM-микропроцессоре 1986ВEхх: форматы представления данных система команд и режимы адресации, примеры применения команд целочисленной арифметики.
      14. Основы обработки вещественных данных на ARM-микропроцессоре 1986ВEхх: форматы представления данных система команд и режимы адресации, примеры применения команд арифметики над вещественными числами.
      15. Семейство ARM-микропроцессоров 1892ВМххх как пример отечественной реализации специализированных многопроцессорных ARM МС на одном кристалле: Основы построения многоядерного DSP-кластера DELcore-30М: структурная организация, основные характеристики, принципы функционирования и взаимодействия с центральным процессором.
      16. Программная модель DSP–ядра ELcore-30М и примеры ее применения, включая отладочные режимы и векторные операции.
      17. Основы структурной и логической организации Ethernet MAC уровня, структура и вопросы формирования кадра MAC и порядок обработки запроса на его прием и передачу (в составе STM32F4). Примеры программных вызовов.
      18. Основы структурной и логической организации адаптера CAN-интерфейса, структура и вопросы формирования кадра согласно спецификации интерфейса и описанию адаптера, порядок обработки запроса на его прием и передачу (в составе STM32Fххх). Примеры программных вызовов.
      19. Основы структурной и логической организации адаптера USB-интерфейса, структура и вопросы формирования кадра согласно спецификации интерфейса и описанию адаптера, порядок обработки запроса на его прием и передачу (в составе STM32Fххх). Примеры программных вызовов.
      20. Основы структурной и логической организации адаптера I2С-интерфейса, структура и вопросы формирования кадра согласно спецификации интерфейса и описанию адаптера, порядок обработки запроса на его прием и передачу (в составе STM32Fххх). Примеры программных вызовов.
      21. Основы структурной и логической организации адаптера I2S-интерфейса, структура и вопросы формирования кадра согласно спецификации интерфейса и описанию адаптера, порядок обработки запроса на его прием и передачу (в составе STM32Fххх). Примеры программных вызовов.
      22. Основы структурной и логической организации адаптера USART-интерфейса, структура и вопросы формирования кадра согласно спецификации интерфейса и описанию адаптера, порядок обработки запроса на его прием и передачу (в составе STM32Fххх). Примеры программных вызовов.
      23. Организация доступа ARM-микропроцессора к внешним ресурсам памяти различных типов, к портам ввода/вывода. Особенности структурной и функциональной организации, конфигурирования и применения многофункционального буферизированного последовательного порта в режимах I2S, SPI, порт общего назначения и др. на примере 1892ВМххх или аналогичном (например, STM32F4xx). Примеры программного управления портом и соответствующие настраиваемому режиму временные диаграммы работы.
      24. Обзор по операционной системе реального времени, совместимой с платформой STM32F4 (например, RTOS): логическая организация, перечень и назначение основных команд управления, примеры особенностей работы в операционной системе.

Замечание. Уровень выполнения реферативной части согласуется с преподавателем, ведущим лекционные занятия.

**Выполнение индивидуальной контрольной работы.**

Типовая контрольная работа выполняется в соответствии с индивидуальными вариантами, указанными в методических указаниях к ее выполнению. Студент сдает ИР на проверку преподавателю для оценивания правильности выполненных заданий и защищает полученные результаты с применением ПК на специально выделенном для этого практическом занятии.

Основным ориентиром при защите задания по ИР могут служить вопросы для собеседования, приведенные в фонде оценочных средств. Оценивание индивидуального задания по ИР осуществляется в соответствии с обозначенными в фонде оценочных средств критериями. Требования к оформлению ИР соответствуют ГОСТ 7.32 последней редакции.

**Критерии оценки:**

Правильное выполнение ИР оценивается до 25 баллов при условии успешной защиты полученных при этом результатов.

ИР является рубежным контролем уровня знаний и считается выполненной, если студент в сумме за ее выполнение наберет 15 и более баллов.

Полностью неверно выполненное задание или его отсутствие никак не оцениваются. *Рубежный контроль при этом считается не пройденным.*

## 10.5. Лабораторные работы

### 10.5.1. Тематика лабораторных работ по разделам и темам

**Раздел 1. (16 час.)**

*Занятия 1-2.* Разработка специализированной ARM МС числовой обработки в базисе ПЛИС. Часть 1: подготовка и отладка проекта аппаратуры системы средствами САПР (8 часов).

Разработка и отладка средствами САПР Quartus II блока вычисления функции аппроксимации заданной функциональной математической зависимости. Функционально-временная верификация проекта, используя симулятор Altera Quartus II и/или Altera ModelSim.

Ключевые слова: числовой формат IEEE754, мегафункции с плавающей запятой, мегафункции перевода форматов, операции умножения и деления с накоплением, прочие операции над вещественными числами, вычисление аппроксимационной функции. Оценка эффективности реализации в САПР Quartus II.

*Занятия 3-4.* Разработка специализированной ARM МС числовой обработки в базисе ПЛИС. Часть 2: подготовка и отладка проекта в базисе учебно-лабораторного стенда (8 часов)*)*

Разработка и отладка средствами САПР Quartus II специализированной ARM МС числовой обработки в базисе FPGA из состава УЛС. Разработка интерфейсной части проекта. Встраивание СФ-блока в состав ARM МС и его внутрисистемная верификация. Проведение эксперимента.

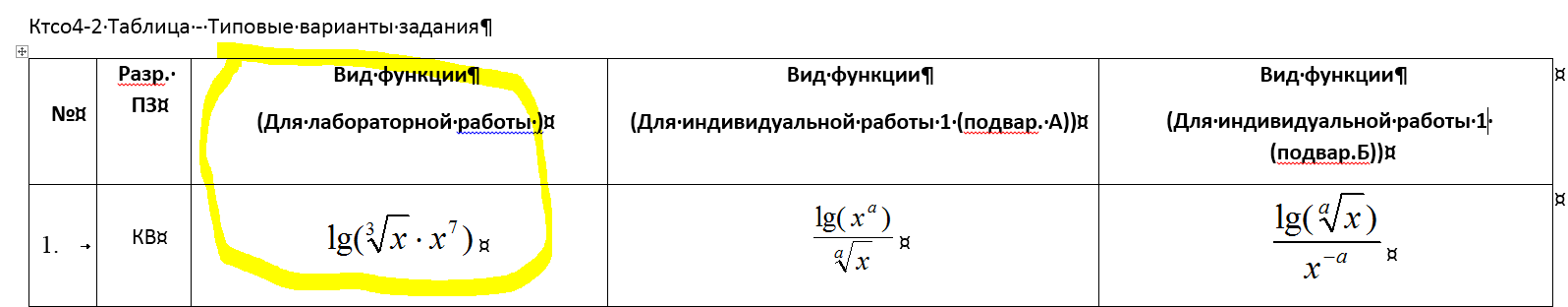
Ключевые слова: CPU NiosII, встроенные модули ППЗУ и ОЗУ допустимого объема, шина Avalon, порты ввода/вывода, движковые переключатели, светодиодные индикаторы, программная среда NiosIDE, язык программирования NiosII C, отладка SOPC в базисе стенда на тестах, формат IEEE754, внешняя удаленная аппаратно-реализованная процедура (или аппаратный блок) обработки чисел с плавающей запятой, команда NIOSII, определяемая пользователем (custom instruction (CI) или внешний HDL-блок), магистраль SOPC Avalon. Устройства сопряжения с магистралью. правила подключения внешних устройств к Avalon, программа на SOPC выполнения операций, используя внешний вычислительный блок. Оценка эффективности реализации с использованием средств встроенного логического анализатора.

Типовой УЛС: DE0-Nano илиDE2-115.

**Раздел 2. (20 час.)**

*Занятие №1 (5)* Исследование архитектуры, способов программирования и особенностей применения математического сопроцессора i80x87 фирмы Intel.

Задание на бригаду из списка (выдается через старосту), например,



Постановка задачи: исследовать возможности архитектуры математического сопроцессора из состава центрального процессора персональной микроЭВМ при решении на нем прикладных задач вычислительного характера. Описание архитектуры математического сопроцессора приведено в соответствующем методическом пособии. Здесь же можно почерпнуть сведения по основам функционирования МСП в составе центрального  
процессора микроЭВМ, по правилам программирования и по проблемам  
обработки исключительных ситуаций.

Ключевые слова: Стандарт IEEE 754-85. Форматы представления данных КВ, ДВ, ВВ (знак, мантисса, характеристика и порядок). Методы округления. Математический сопроцессор. Структура МСП. Слова состояния и управления. Регистровый стек. Тег регистра. ПЗУ констант. Указатели на ошибки. Исключения OE, UE, ZE, PE, IE, DE, FE. Окружение сопроцессора. Команды математических операций. Административные команды. Математические функции (тригонометрические, логарифмические, степенные и др.). Загрузка и выгрузка данных. Обработка исключений. Область определения математических функций.

*Занятия 2(6) – 5(9)*

*Типовые требования*

Ознакомление с документацией и проверка работоспособности УЛС из состава МТО дисциплины на тестах.

Изучение возможностей программной среды CoIDE/MDK KEIL/STM32CubeMx и методики программирования микроконтроллеров семейства STM32F4 на ЯВУ C/C++. Особенности отладки проектов с применением программной среды CoIDE/MDK KEIL, используя средства мониторного управления и интерфейса JTAG.

Постановка и отладка прикладной задачи, ориентированной, например, на использование матричных операций над массивами данных. Проведение эксперимента.

Ключевые слова: 32-разрядный АРМ-микроконтроллер STM32F407 (ядроCortex-M4), система команд, режимы адресации, УЛС STM32F4Discovery, светодиодная индикация, кнопочная клавиатура, программный терминал, мониторинг, последовательная передача, USB2.0, задача вывода заданной последовательности данных из УЛС на экран ПК.

Типовой УЛС: STM32F4Discovery.

*Примерные тематики занятий*

№2 (6) Исследование архитектуры ARM-микроконтроллера с ядром Cortex-M4F на примере семейства STM32F4xx: решение прикладных задач матричной обработки целочисленных данных. Задание на бригаду из списка (выдается через старосту).

№3 (7) Исследование архитектуры ARM-микроконтроллера с ядром Cortex-M4F на примере семейства STM32F4xx: решение прикладных задач обработки вещественных данных и работа со светодиодной индикацией и клавиатурой. Задание на бригаду из списка (выдается через старосту).

№4 (8) Исследование архитектуры ARM-микроконтроллера с ядром Cortex-M4F на примере семейства STM32F4xx:  обработка прерываний от таймеров при управлении цифровой индикацией. Задание на бригаду из списка (выдается через старосту).

№ 5 (9) Исследование архитектуры ARM-микроконтроллеров STM32 с применением платформы STM32F4Discovery: работа с LCD-дисплеем и с аналоговыми интерфейсами. Задание на бригаду из списка (выдается через старосту).

### 10.5.2. Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ

**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. 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 удовлетворительного качества предъявленного материала, завершается собеседованием по теме работы.

**Порядок выполнения лабораторных работ по разделу 1**

1. При подготовке к лабораторной работе (дома или в лаборатории) изучить необходимую программную и техническую документацию на устройство, построить ожидаемую (теоретическую) временную диаграмму его работы.
2. Запустить САПР Quartus II на персональном компьютере в лаборатории.
3. Создать проект.
4. Набрать схему в САПР Quartus II и откомпилировать проект.
5. Задать необходимые параметры сигналов.
6. Выполнить функциональную и временную симуляцию (верификацию) схемы.
7. Сопоставить исходную и полученные временные диаграммы работы, сделать необходимые выводы.
8. Продемонстрировать преподавателю работу спроектированного устройства для различных наборов входных сигналов.
9. Импортировать схемы и диаграммы в отчет по лабораторной работе и подготовить отчет в соответствии с установленными требованиями.
10. Закрыть интерфейсное окно САПР Quartus II.
11. Выключить персональный компьютер.

**Порядок выполнения лабораторных работ по разделу 2**

1. При подготовке к лабораторной работе (дома или в лаборатории) изучить необходимую программную и техническую документацию на устройство (микроконтроллер, УЛС),
2. Выбрать метод решения задачи и разработать алгоритм и программу его реализации.
3. Запустить программную инструментальную отладочную среду на персональном компьютере в лаборатории, предварительно подключив УЛС к соответствующему порту ПК, используя кабель из комплекта стенда.
4. Создать проект, набрать программный код, откомпилировать, загрузить и отладить проект с применением УЛС.
5. При необходимости, используя внешнее измерительное оборудование, снять ВАХ результатов работы стенда
6. Продемонстрировать преподавателю работу УЛС под действием разработанного ПО.
7. Проанализировать полученные результаты и составить отчет в соответствии с установленными требованиями.
8. Закрыть интерфейсное окно инструментальной среды.
9. Выключить персональный компьютер и отключить УЛС от ПК.

**Содержание отчетов по лабораторным работам**

Отчеты по лабораторным работам должны содержать:

* титульный лист;
* тему лабораторной работы;
* цель лабораторной работы;
* техническое задание;
* описание всех этапов выполнения задания;
* результаты выполнения задания с необходимыми пояснениями и подтверждающими расчетами, при необходимости, оформленные в соответствии с требованиями ГОСТ и ЕСПД;
* выводы (заключение) по проделанной работе.

**Базовые критерии оценки лабораторных работ**

Оценка за выполнение одной лабораторной работы устанавливается в баллах согласно приведенной в РПД учебной карты дисциплины. Максимальное количество баллов, которое можно набрать по итогам выполнения всех лабораторных работ равно 65.

Оценка «зачтено» выставляется магистранту за весь цикл лабораторных работ, если он самостоятельно или в составе подгруппы выполнил лабораторные работы, составил отчеты по ним и защитил полученные результаты: дал необходимые ответы на предложенные преподавателем контрольные вопросы с *демонстрацией в лаборатории* практических результатов на компьютерном и/или другом учебном оборудовании, в совокупности набрав при этом не менее 60% баллов от установленного количества (см. УКД). Состав лабораторных работ, обязательный к выполнению, регламентируется лектором.

Оценка «не зачтено» выставляется магистранту за весь цикл лабораторных работ, если по итогам работы в семестре он не набрал 60% баллов от установленного количества

## 10.6. Практические занятия

### 10.6.1. Рекомендуемая тематика практических занятий по разделам и темам

**Раздел 1.**

Занятие 1. Входной контроль. Письменный опрос. Разбор примеров функционального HDL-описания аппаратной части СнК.

Занятие 2. Разработка и программно-аппаратная реализация алгоритма вычисления заданной математической функции с применением САПР Quartus II или аналогичного пакета.

Занятие 3. Разбор на практическом примере методики создания и верификации специализированной ARM МС числовой обработки в базисе ПЛИС. Часть 1.

Занятие 4. Разбор на практическом примере методики создания и верификации специализированной ARM МС числовой обработки в базисе ПЛИС. Часть 2.

**Раздел 2.**

Занятие 5. Изучение архитектуры ARM МС с ядром Cortex M(1). Исследование системы команд и режимов адресации на примере решения прикладных задач целочисленной обработки данных. *Выдача индивидуальных заданий на ИР (реферативно-практическая часть).*

Занятие 6. Изучение архитектуры ARM МС с ядром Cortex M(2). Исследование системы команд и режимов адресации на примере решения прикладных задач обработки вещественных чисел.

Занятие 7. Изучение архитектуры ARM МС с ядром Cortex M(3). Подсистемы памяти, прерывания и блок таймеров. ШИМ-режим таймера: основы программирования и особенности применения.

Занятие 8. Изучение архитектуры ARM МС с ядром Cortex M(4). Вопросы подключения, программирования и применения цифровых и аналоговых интерфейсов.

Занятие 9. Рубежный контроль. Защита индивидуальной контрольной работы (реферата).

### 10.6.2. Типовая методика проведения практических занятий

**Проведение практических занятий** осуществляется с постановкой задачи, освещения целей и плана проведения занятия. При этом допускается возникновение дискуссий, что предполагает активное включение магистрантов в образовательный процесс с обязательной предварительной домашней подготовкой. К каждому занятию студент обязан готовиться по предварительно объявленной тематике (см. выше), используя раздаточный материал, рекомендованную техническую и учебно-методическую литературу, интернет-источники.

Длительность занятия – 2 академических часа.

Как правило, основной задачей каждого из занятий, является детальная проработка заранее объявленной тематики, в том числе и с целью подготовки к очередным лабораторным занятиям и при необходимости, с демонстрацией преподавателем, ведущим занятие, практических примеров на стендовом оборудовании.

Всем студентам рекомендуется иметь на занятиях раздаточный материал в твердой копии. Для хранения таких копий каждому из студентов следует завести папку-скоросшиватель.