**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____П.В. Сенченко
«23» _____12_____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# ПРОГРАММИРОВАНИЕ ЛОГИЧЕСКИХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы беспроводной связи и "Интернета вещей"**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 6 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 28 | 28 | часов |
| Практические занятия | 14 | 14 | часов |
| Лабораторные занятия | 20 | 20 | часов |
| Самостоятельная работа | 46 | 46 | часов |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 144 | 144 | часов |
| | 4 | 4 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Экзамен | 6 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 23.12.2020
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 64136

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Изучение архитектуры и схемотехники современных программируемых логических интегральных схем, принципов проектирования цифровых схем с использованием ПЛИС, методов и средств отладки таких схем, языка проектирования цифровых устройств Verilog HDL.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Приобретение студентами знаний в области проектирования цифровых схем с использованием ПЛИС.
2. Приобретение умений проектировать телекоммуникационные системы на ПЛИС с использованием языка описания цифровых устройств Verilog HDL.
3. Овладение практическими навыками в области разработки и отладки описаний цифровых устройств на языке Verilog HDL на основе программного обеспечения зарубежных фирм н отладочных модулей с использованием ПЛИС.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.02.11.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| **Универсальные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Профессиональные компетенции** | | |

Согласована на портале № 64136

| | | |
|---|---|---|
| ПКР-1. Способен к развитию коммутационных подсистем и сетевых платформ, сетей передачи данных, транспортных сетей и сетей радиодоступа, спутниковых систем связи | ПКР-1.1. Знает принципы построения и работы сетей связи и протоколов сигнализации, стандарты качества передачи данных, голоса и видео, применяемых в организации сети связи; законодательство Российской Федерации в области связи, принципы работы и архитектура различных геоинформационных систем. | Способен описать на языке Verilog HDL простые цифровые устройства (счётчики, мультиплексоры, машины конечных состояний, цифровые фильтры и т.д.). |
| | ПКР-1.2. Умеет анализировать статистические параметры трафика, проводить расчет интерфейсов внутренних направлений сети, вырабатывать решения по оперативному переконфигурированию сети, изменению параметров коммутационной подсистемы, сетевых платформ и оборудования новых технологий; изменять параметры коммутационной подсистемы, маршрутизации трафика, прописки кодов маршрутизации, организации новых и расширении имеющихся направлений связи. | Способен провести моделирование работы цифрового устройства в среде ModelSim |
| | ПКР-1.3. Умеет анализировать статистику основных показателей эффективности радиосистем и систем передачи данных, разрабатывать мероприятия по их поддержанию на требуемом уровне, выполнять расчет пропускной способности сетей телекоммуникаций. | Умеет анализировать статистику основных показателей эффективности радиосистем и систем передачи данных, разрабатывать мероприятия по их поддержанию на требуемом уровне, выполнять расчет пропускной способности сетей телекоммуникаций. |
| | ПКР-1.4. Владеет навыками разработки схемы организации связи и интеграции новых сетевых элементов, построения и расширения коммутационной подсистемы и сетевых платформ, работы на коммутационном оборудовании по обеспечению реализации услуг, развертыванию оборудования сервисных платформ, оборудования новых технологий на сети, выполнению планов по расширению существующего оборудования сетевых платформ и новых технологий. | Владеет навыками разработки схемы организации связи и интеграции новых сетевых элементов, построения и расширения коммутационной подсистемы и сетевых платформ, работы на коммутационном оборудовании по обеспечению реализации услуг, развертыванию оборудования сервисных платформ, оборудования новых технологий на сети, выполнению планов по расширению существующего оборудования сетевых платформ и новых технологий. |
| | ПКР-1.5. Владеет навыками сопровождения геоинформационных баз данных по сети радиодоступа, информационной поддержки расчетов радиопокрытия, радиорелейных и спутниковых трасс и частотно-территориального планирования в части использования картографической информации. | Владеет навыками сопровождения геоинформационных баз данных по сети радиодоступа, информационной поддержки расчетов радиопокрытия, радиорелейных и спутниковых трасс и частотно-территориального планирования в части использования картографической информации. |

## 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем

Согласована на портале № 64136

**и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 6 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 62 | 62 |
| Лекционные занятия | 28 | 28 |
| Практические занятия | 14 | 14 |
| Лабораторные занятия | 20 | 20 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 46 | 46 |
| Выполнение практического задания | 11 | 11 |
| Подготовка к тестированию | 21 | 21 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 10 | 10 |
| Подготовка к контрольной работе | 4 | 4 |
| **Подготовка и сдача экзамена** | 36 | 36 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 144 | 144 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 4 | 4 |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | | | | |
| 1 Общие сведения об интегральных схемах с программируемой структурой (ИСПС). | 2 | 2 | - | 7 | 11 | ПКР-1 |
| 2 Методология и маршрут проектирования на ПЛИС. | 2 | - | - | 3 | 5 | ПКР-1 |
| 3 Структура САПР для проектирования на ПЛИС. | 4 | - | 4 | 6 | 14 | ПКР-1 |
| 4 Языки описания цифровых устройств (Hardware Description Languages - HDL). | 10 | 10 | 12 | 14 | 46 | ПКР-1 |
| 5 Функциональная верификация HDL-описаний. | 4 | 2 | 4 | 10 | 20 | ПКР-1 |
| 6 Синтезируемость HDL-описаний. | 2 | - | - | 3 | 5 | ПКР-1 |
| 7 Архитектура и схемотехника ПЛИС. | 4 | - | - | 3 | 7 | ПКР-1 |
| Итого за семестр | 28 | 14 | 20 | 46 | 108 | |
| Итого | 28 | 14 | 20 | 46 | 108 | |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Согласована на портале № 64136

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.
Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | |
| 1 Общие сведения об интегральных схемах с программируемой структурой (ИСПС). | Общие сведения об интегральных схемах с программируемой структурой (ИСПС). Классификация цифровых микросхем. | 2 | ПКР-1 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Методология и маршрут проектирования на ПЛИС. | Методология и маршрут проектирования на ПЛИС. Основные этапы проектирования цифровых устройств на ПЛИС. | 2 | ПКР-1 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Структура САПР для проектирования на ПЛИС. | Структура САПР для проектирования на ПЛИС. Обзор программных средств для проектирования на ПЛИС. | 4 | ПКР-1 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Языки описания цифровых устройств (Hardware Description Languages - HDL). | Языки описания цифровых устройств (Hardware Description Languages - HDL). Язык Verilog. Синтаксис языка Verilog. Реализация элементарных цифровых устройств на языке Verilog. | 10 | ПКР-1 |
| | Итого | 10 | |
| 5 Функциональная верификация HDL-описаний. | Функциональная верификация HDL-описаний. Инструмент моделирования ModelSim. Инструмент SignalTap. | 4 | ПКР-1 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Синтезируемость HDL-описаний. | Синтезируемость HDL-описаний. | 2 | ПКР-1 |
| | Итого | 2 | |
| 7 Архитектура и схемотехника ПЛИС. | Архитектура и схемотехника ПЛИС. Системы с использованием ПЛИС. | 4 | ПКР-1 |
| | Итого | 4 | |
| | Итого за семестр | 28 | |
| | Итого | 28 | |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.
Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | |

Согласована на портале № 64136

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 Общие сведения об интегральных схемах с программируемой структурой (ИСПС). | Цифровые логические схемы. | 2 | ПКР-1 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Языки описания цифровых устройств (Hardware Description Languages - HDL). | Основные элементы и функции языка Verilog. | 2 | ПКР-1 |
| | Операции с триггерами на языке Verilog. | 2 | ПКР-1 |
| | Мультиплексор, демультиплексор, дешифратор. | 2 | ПКР-1 |
| | Сдвиговые регистры. | 2 | ПКР-1 |
| | Работа с памятью. | 2 | ПКР-1 |
| | Итого | 10 | |
| 5 Функциональная верификация HDL-описаний. | Цифровая обработка сигналов. | 2 | ПКР-1 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 14 | |
| Итого | | 14 | |

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | |
| 3 Структура САПР для проектирования на ПЛИС. | Создание проекта в Quartus II. Логические схемы. | 4 | ПКР-1 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Языки описания цифровых устройств (Hardware Description Languages - HDL). | Счетчики и делители частоты. | 4 | ПКР-1 |
| | Машины конечных состояний (FSM). | 4 | ПКР-1 |
| | Реализация широтно-импульсной модуляции на ПЛИС | 4 | ПКР-1 |
| | Итого | 12 | |
| 5 Функциональная верификация HDL-описаний. | Интерфейс SPI. | 4 | ПКР-1 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 20 | |
| Итого | | 20 | |

### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | | |

Согласована на портале № 64136

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 Общие сведения об интегральных схемах с программируемой структурой (ИСПС). | Выполнение практического задания | 4 | ПКР-1 | Практическое задание |
| | Подготовка к тестированию | 3 | ПКР-1 | Тестирование |
| | Итого | 7 | | |
| 2 Методология и маршрут проектирования на ПЛИС. | Подготовка к тестированию | 3 | ПКР-1 | Тестирование |
| | Итого | 3 | | |
| 3 Структура САПР для проектирования на ПЛИС. | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 3 | ПКР-1 | Лабораторная работа |
| | Подготовка к тестированию | 3 | ПКР-1 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| 4 Языки описания цифровых устройств (Hardware Description Languages - HDL). | Подготовка к контрольной работе | 4 | ПКР-1 | Контрольная работа |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 3 | ПКР-1 | Лабораторная работа |
| | Выполнение практического задания | 4 | ПКР-1 | Практическое задание |
| | Подготовка к тестированию | 3 | ПКР-1 | Тестирование |
| | Итого | 14 | | |
| 5 Функциональная верификация HDL-описаний. | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ПКР-1 | Лабораторная работа |
| | Выполнение практического задания | 3 | ПКР-1 | Практическое задание |
| | Подготовка к тестированию | 3 | ПКР-1 | Тестирование |
| | Итого | 10 | | |
| 6 Синтезируемость HDL-описаний. | Подготовка к тестированию | 3 | ПКР-1 | Тестирование |
| | Итого | 3 | | |
| 7 Архитектура и схемотехника ПЛИС. | Подготовка к тестированию | 3 | ПКР-1 | Тестирование |
| | Итого | 3 | | |
| Итого за семестр | | 46 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 82 | | |

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов

Согласована на портале № 64136

занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ПКР-1 | + | + | + | + | Контрольная работа, Лабораторная работа, Практическое задание, Тестирование, Экзамен |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | | |
| Контрольная работа | 7 | 0 | 0 | 7 |
| Лабораторная работа | 7 | 14 | 7 | 28 |
| Практическое задание | 5 | 8 | 6 | 19 |
| Тестирование | 5 | 6 | 5 | 16 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Итого максимум за период | 24 | 28 | 18 | 100 |
| Нарастающим итогом | 24 | 52 | 70 | 100 |

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 2 |

### 6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 – 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 – 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 – 84 | C (хорошо) |
| | 70 – 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 – 69 | |
| | 60 – 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

Согласована на портале № 64136

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Стешенко В.Б. ПЛИС фирмы Altera: элементная база, система проектирования и языки описания аппаратуры. - М.: ДМК Пресс, 2010. - 573 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/60976.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Зотов В. Ю. Проектирование встраиваемых микропроцессорных систем на основе ПЛИС фирмы XILINX®. - М.: Горячая линия-Телеком, 2006. - 519с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 41 экз.).
2. Угрюмов Е. П. Цифровая схемотехника: Учебное пособие для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб.: БХВ-Петербург, 2004. - 782с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.).
3. Программирование логических интегральных схем: Учебное методическое пособие / Покаместов Д. А., Крюков Я. В., Эрдынеев Ж. Т. — 2021. 101 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9628.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Программирование логических интегральных схем: Методические указания к лабораторным работам / Я. В. Крюков, Д. А. Покаместов, Ж. Т. Эрдынеев - 2014. 51 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3898.
2. Программирование логических интегральных схем: Методические указания по проведению практических занятий и организации самостоятельной работы / Я. В. Крюков, Д. А. Покаместов, Ж. Т. Эрдынеев - 2014. 77 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3901.
3. Цифровой акселерометр: Методические указания к лабораторной работе №8 по дисциплине «Программирование логических интегральных схем» / А. А. Евсеев, А. Ю. Абраменко - 2016. 9 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6052.

#### 7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

### 7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

## 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным

Согласована на портале № 64136

количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### 8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория "Цифровая связь": учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 309 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader;
- Altera Quartus Prime Lite Edition;
- Microsoft Office 2010 и ниже;

### 8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная аудитория "Цифровая связь": учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 309 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader;
- Altera Quartus Prime Lite Edition;
- Microsoft Office 2010 и ниже;

### 8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;

Согласована на портале № 64136

- 7-Zip;
- Google Chrome.

### 8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|
| 1 Общие сведения об интегральных схемах с программируемой структурой (ИСПС). | ПКР-1 | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 2 Методология и маршрут проектирования на ПЛИС. | ПКР-1 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 3 Структура САПР для проектирования на ПЛИС. | ПКР-1 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Согласована на портале № 64136

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Языки описания цифровых устройств (Hardware Description Languages - HDL). | ПКР-1 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 5 Функциональная верификация HDL-описаний. | ПКР-1 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 6 Синтезируемость HDL-описаний. | ПКР-1 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 7 Архитектура и схемотехника ПЛИС. | ПКР-1 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка | Баллы за ОМ | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения | | |
|---|---|---|---|---|
| | | знать | уметь | владеть |
| 2 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |

Согласована на портале № 64136

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале<br>или<br>Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. На языке Verilog объявить массив mem из четырех 8-ми разрядных регистров можно с помощью конструкции:
   а) reg [7:0] mem [3:0];
   б) reg  [3:0] mem [7:0];
   в) reg [7:0] [3:0] r;
   г) wire r [7:0] [3:0];
2. В результате выполнения операции d=!(4’b0110*4’b0111+4’b0101), d будет иметь значение:
   а) 1’d1
   б) 1’d0
   в) 4’d0100
   г) 4’d1011
3. Для передачи данных между двумя устройствами (master и slave) по интерфейсу SPI используются шины:
   а) miso, mosi, sclk, en, rst

Согласована на портале № 64136

б) miso, mosi
в) miso, mosi, preset, sclk
г) miso, mosi, sclk, ss

4. Объявлены две переменные: reg a; wire b;
   Присвоить этим переменным значение 1’b1 можно с помощью кода:
   а) assign a=1’b1; always @* b=1’b1;
   б) assign b=1’b1; always @* a=1’b1;
   в) assign a=1’b1; assign b=1’b1;
   г) always @* a=1’b1; always @* b=1’b1;
5. wire [2:0] C; assign C = ~(3’b010+3’b001 + 3’b010);
   Какое значение будет иметь переменная C:
   а) 3’b101
   б) 3’b111
   в) 3’b010
   г) 3’b011
6. Выберите правильный вариант объявления двухмерного массива регистров из 8-ми элементов:
   а) reg [7:0] a;
   б) reg a [2:0];
   в) reg [7:0] a [2:0];
   г) reg [2:0] a [7:0];
7. Число «-5» в прямом и дополнительном коде:
   а) 101; 010
   б) 1101; 1011
   в) 1011; 1101
   г) 010; 101
8. При подаче на RS триггер комбинации (S=0, R=1) происходит:
   а) Установка выходного значения
   б) Сброс выходного значения
   в) Хранение значения
   г) Это запрещенное состояние
9. Комментарии на языке Verilog могут начинаться с символа:
   а) $
   б) ^
   в) //
   г) #
10. При объявлении регистра reg [5:0] a = 7’b1011011;
    Регистр будет иметь значение:
    а) 1011011
    б) 011011
    в) 1101101
    г) 101101
11. Выход модуля может иметь тип:
    а) Может reg, не может wire
    б) Не может reg, может wire
    в) Может только integer
    г) Может и reg и wire
12. Вход модуля может иметь тип:
    а) Может reg, не может wire
    б) Не может reg, может wire
    в) Может только integer
    г) Может и reg и wire
13. На языке Verilog массив памяти rom из десяти восьми битных слов можно объявить с помощью конструкции:
    а) reg [9:0] rom [7:0]
    б) memory [7:0] rom [9:0]
    в) memory [9:0] rom [7:0]

Согласована на портале № 64136

г) reg [7:0] rom [9:0]

14. Константы (параметры) a=5 и b=3 на яыыке Verilog могут быть объявлены:
    а) a=5, b=3; parameter;
    б) parameter a=5, b=3;
    в) constant a=5, b=3;
    г) a=5, b=3 constant;
15. Модуль-testbench в Modelsim содержит код:
    `timescale 1ns/1ps;
    …
    initial
    a=0;
    #10
    a=1;
    end
    Через какое время переменная a примет значение «1»?
    а) 1ps
    б) 1ns
    в) 10ns
    г) 10ps
16. Что реализует конструкция, описанная на языке Verilog.
    always@(posedge clk)
    R <= R >>1;
    а) Сдвиг регистра R на 1 разряд влево
    б) Сдвиг регистра R на 1 разряд вправо
    в) Запись в регистр R значения 1’b’1
    г) Выполнение операции R «Много больше» единицы
17. Какое значение будет иметь переменная W:
    reg [3:0] r = 4’b1010;
    wire [4:0] W;
    assigin W = {r[2:0], 2’b11}
    а) 5’b11010
    б) 5’b11
    в) 5’b101011
    г) 5’b01011
18. Какие операции представлены ниже:
    « * », « ~ », « || »
    а) Указатель, деление, конкатенация
    б) Арифметическое умножение, логическая инверсия, побитовое И
    в) Арифметическое умножение, побитовая инверсия, логическое ИЛИ
    г) Указатель, побитовая инверсия, логическое И
19. На языке Verilog реализована конструкция:
    reg [1:0] k=2’b0;
    always @(posedge clk)
    k<=k+1’b1;
    Какое значение в десятичном виде будет иметь регистр k после появления шести прямоугольных импульсов на линии clk?
    а) 2
    б) 4
    в) 6
    г) 0
20. Какой типовой элемент описывает код:
    module flip_flop (
    input  clk, reset,en,
    input   d,
    output  reg      q
    );
    always @ (posedge clk or posedge reset)

Согласована на портале № 64136

```
if (reset)
 q <= 0;
else if (en)
 q <= d;
endmodule
```

а) Синхронный D-триггер со сбросом и входом разрешения на запись
б) D-триггер с асинхронным сбросом и входом разрешения на запись
в) RS-триггер со сбросом и входом разрешения на запись
г) D-триггер с асинхронным сбросом

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Дайте определение ПЛИС. Назначение и область использования. Назовите основные параметры ПЛИС.
2. Устройство ПЛИС.
3. Базовые логические схемы И, ИЛИ, НЕ, RS- и D-триггер. Обозначение, описание принципов работы, таблицы истинности.
4. Описание ПЛИС фирмы Intel. Семейства ПЛИС, их назначения и типовые характеристики.
5. Язык описания аппаратуры Verilog. Базовые понятия: модуль, порты, типы данных. Привести примеры использования типов данных и портов, основные отличия.
6. Язык описания аппаратуры Verilog. Основные операторы, представление целых и вещественных чисел. Примеры использования основных операторов.
7. Язык описания аппаратуры Verilog. Процедурный блок always и непрерывное описание, особенности использования. Блокирующее и неблокирующее присвоение. Приведите примеры.
8. Язык описания аппаратуры Verilog. Операторы case и for. Примеры использования.
9. Дайте определение машины конечных состояний. Описание и пример использования.
10. Постоянное и оперативное запоминающее устройство. Отличия, особенности использования и описания на языке Verilog.
11. Дайте определение функциональному моделированию. Какие задачи решаются в процессе моделирования? Использование ModelSim для функционального моделирования, последовательность действий при моделировании. Что такое testbench?
12. Дайте определение тестовому модулю. Приведите пример тестового модуля любого простого проекта, дайте пояснение его работы.
13. Дайте определение интерфейсу передачи данных. Какие интерфейсы передачи данных бывают? Их отличия и область использования. Особенности реализации интерфейсов передачи данных на ПЛИС.
14. Последовательный периферийный интерфейс передачи данных (SPI). Структура соединений, внутреннее устройство и типы исполнения. Реализация SPI интерфейса на языке Verilog.
15. Дайте определения IP-ядер. Программные и аппаратные IP-ядра и их использование. Приведите примеры IP-ядер.
16. Дайте определения цифровой обработки сигналов и цифрового сигнала. Основные области применения ЦОС. Особенности использования ЦОС на ПЛИС.
17. Цифровая фильтрация. Описание КИХ фильтра в виде структурной схемы и на языке Verilog.

### 9.1.3. Темы практических заданий

1. Цифровые логические схемы.
2. Основные элементы и функции языка Verilog.
3. Операции с триггерами на языке Verilog.
4. Мультиплексор, демультиплексор, дешифратор.
5. Сдвиговые регистры.
6. Работа с памятью.
7. Цифровая обработка сигналов.

### 9.1.4. Темы лабораторных работ

Согласована на портале № 64136

1. Создание проекта в Quartus II. Логические схемы.
2. Счетчики и делители частоты.
3. Машины конечных состояний (FSM).
4. Реализация широтно-импульсной модуляции на ПЛИС
5. Интерфейс SPI.

### 9.1.5. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Реализовать на языке Verilog делитель частоты с асинхронным сбросом, чтобы получить тактовый сигнал с частотой равной 1 Гц. Частота входного сигнала 256 Гц. Нарисовать эпюры напряжений, демонстрирующие работу делителя.
2. Реализовать 16 – разрядный счетчик с возможностью реверсивного счета. Направление счета указывается логическим уровнем на входе. Логический ноль – прибавляет единицу, Логическая единица – отнимает.
3. Реализовать вычислительное устройство для сложения, вычитания и умножения двух комплексных чисел. Входными данными для устройства является четыре 12-разрядных числа, где первые два: реальное и мнимое значение первого числа, последние два: реальное и мнимое значение второго числа. Объяснить выбор разрядности выходных данных.
4. Дана схема, необходимо написать код, описывающий схему.
5. Дан код, необходимо нарисовать схему, описанную кодом.

## 9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

На первом лекционном занятии преподаватель должен определить основные цели изучения дисциплины, рекомендовать литературу для самостоятельного изучения, рассказать о порядке и методиках проведения занятий.

## 9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.2.

Согласована на портале № 64136

Таблица 9.2 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---|---|---|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 64136

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР
протокол № 3 от «26» 11 2020 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. ТОР | Е.В. Рогожников | Согласовано, b84f9d06-d731-4645-a26c-4b95ce5bb9b9 |
| Заведующий обеспечивающей каф. ТОР | Е.В. Рогожников | Согласовано, b84f9d06-d731-4645-a26c-4b95ce5bb9b9 |
| Начальник учебного управления | Е.В. Саврук | Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. ТОР | Я.В. Крюков | Согласовано, c2550210-7b25-4114-bb78-df4c7513eecf |
| Доцент, каф. ТОР | Д.А. Покаместов | Согласовано, 7d7b7be3-ee63-4218-8302-48c017e45ea9 |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. ТОР | А.Ю. Абраменко | Разработано, eb80dc37-fe7f-4435-a93b-afcb0e4c6f1e |

Согласована на портале № 64136