

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ**  
**УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»**  
**(ТУСУР)**



УТВЕРЖДАЮ  
Директор департамента образования

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**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 радиосвязи и радиодоступа**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**

Курс: **3**

Семестр: **6**

Учебный план набора 2016 года

**Распределение рабочего времени**

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	34	34	часов
2	Практические занятия	34	34	часов
3	Лабораторные работы	34	34	часов
4	Всего аудиторных занятий	102	102	часов
5	Самостоятельная работа	114	114	часов
6	Всего (без экзамена)	216	216	часов
7	Общая трудоемкость	216	216	часов
		6.0	6.0	З.Е.

Дифференцированный зачет: 6 семестр

Томск 2018

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчик:

доцент каф. ТОР \_\_\_\_\_ А. Ю. Абраменко

Заведующий обеспечивающей каф.  
ТОР

\_\_\_\_\_ А. А. Гельцер

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ \_\_\_\_\_ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф.  
ТОР

\_\_\_\_\_ А. А. Гельцер

Эксперты:

доцент каф. ТОР \_\_\_\_\_ С. И. Богомолов

доцент каф. ТОР \_\_\_\_\_ К. Ю. Попова

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

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

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

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Программирование логических интегральных схем» (Б1.В.ДВ.3.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Цифровая обработка сигналов.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Преддипломная практика.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-15 умением разрабатывать и оформлять различную проектную и техническую документацию;
- ПК-19 готовностью к организации работ по практическому использованию и внедрению результатов исследований;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** принципы, основные алгоритмы и устройства цифровой обработки сигналов; элементную базу и схемотехнику цифровых и микропроцессорных устройств электросвязи.
- **уметь** проводить анализ и синтез логических устройств, синтезировать с использованием современной микросхемотехники элементной базы цифровые устройства.
- **владеть** навыками практической работы с лабораторными макетами аналоговых и цифровых устройств, методами компьютерного моделирования физических процессов при передаче информации; теоретическими и экспериментальными методами исследования с целью освоения новых перспективных технологий обработки цифровых сигналов.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	102	102
Лекции	34	34
Практические занятия	34	34
Лабораторные работы	34	34
Самостоятельная работа (всего)	114	114
Подготовка к контрольным работам	16	16
Оформление отчетов по лабораторным работам	14	14

Подготовка к лабораторным работам	2	2
Проработка лекционного материала	24	24
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	12
Всего (без экзамена)	216	216
Общая трудоемкость, ч	216	216
Зачетные Единицы	6.0	6.0

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
6 семестр						
1 Общие сведения об интегральных схемах с программируемой структурой (ИСПС).	2	4	4	8	18	ПК-15, ПК-19
2 Методология и маршрут проектирования на ПЛИС.	2	0	0	12	14	ПК-15, ПК-19
3 Структура САПР для проектирования на ПЛИС.	2	0	4	10	16	ПК-15, ПК-19
4 Языки описания цифровых устройств (Hardware Description Languages - HDL).	14	22	14	44	94	ПК-15, ПК-19
5 Функциональная верификация HDL-описаний.	8	8	6	24	46	ПК-15, ПК-19
6 Синтезируемость HDL-описаний.	2	0	0	8	10	ПК-15, ПК-19
7 Архитектура и схемотехника ПЛИС.	4	0	6	8	18	ПК-15, ПК-19
Итого за семестр	34	34	34	114	170	
Итого	34	34	34	68	170	

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Общие сведения об интегральных схемах с программируемой	Общие сведения об интегральных схемах с программируемой структурой (ИСПС). Классификация цифровых микросхем.	2	ПК-15, ПК-19

структурой (ИСПС).	Итого	2	
2 Методология и маршрут проектирования на ПЛИС.	Методология и маршрут проектирования на ПЛИС. Основные этапы проектирования цифровых устройств на ПЛИС.	2	ПК-15, ПК-19
	Итого	2	
3 Структура САПР для проектирования на ПЛИС.	Структура САПР для проектирования на ПЛИС. Обзор программных средств для проектирования на ПЛИС.	2	ПК-15, ПК-19
	Итого	2	
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.	14	ПК-15, ПК-19
	Итого	14	
5 Функциональная верификация HDL-описаний.	Функциональная верификация HDL-описаний. Инструмент моделирования ModelSim. Инструмент SignalTap.	8	ПК-15, ПК-19
	Итого	8	
6 Синтезируемость HDL-описаний.	Синтезируемость HDL-описаний.	2	ПК-15, ПК-19
	Итого	2	
7 Архитектура и схемотехника ПЛИС.	Архитектура и схемотехника ПЛИС. Системы с использованием ПЛИС.	4	ПК-15, ПК-19
	Итого	4	
Итого за семестр		34	

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин						
	1	2	3	4	5	6	7
Предшествующие дисциплины							
1 Цифровая обработка сигналов		+		+	+		
Последующие дисциплины							
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты				+			+
2 Преддипломная практика				+			+

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-15	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Дифференцированный зачет, Отчет по практическому занятию
ПК-19	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Дифференцированный зачет, Отчет по практическому занятию

### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

### 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>6 семестр</b>			
1 Общие сведения об интегральных схемах с программируемой структурой (ИСПС).	Создание проекта в Quartus II. Логические схемы.	4	ПК-15, ПК-19
	Итого	4	
3 Структура САПР для проектирования на ПЛИС.	Счетчики и делители частоты.	4	ПК-15, ПК-19
	Итого	4	
4 Языки описания цифровых устройств (Hardware Description Languages - HDL).	Широтно-импульсная модуляция.	4	ПК-15, ПК-19
	Машины конечных состояний (FSM).	4	
	Фильтр с конечной импульсной характеристикой	6	
	Итого	14	
5 Функциональная верификация HDL-описаний.	Интерфейс SPI.	6	ПК-15, ПК-19
	Итого	6	
7 Архитектура и схемотехника ПЛИС.	Акселерометр.	6	ПК-15, ПК-19
	Итого	6	
Итого за семестр		34	

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>6 семестр</b>			
1 Общие сведения об интегральных схемах с программируемой структурой (ИСПС).	Цифровые логические схемы.	4	ПК-15, ПК-19
	Итого	4	
4 Языки описания цифровых устройств (Hardware Description Languages - HDL).	Основные элементы и функции языка Verilog	6	ПК-15, ПК-19
	Мультиплексор, демультиплексор, дешифратор.	4	
	Сдвиговые регистры	4	
	Работа с памятью.	4	
	Операции с триггерами на языке Verilog.	4	
	Итого	22	
5 Функциональная верификация HDL-описаний.	Инструмент моделирования Modelsim. Написание тестбенчей.	4	ПК-15, ПК-19
	Цифровая обработка сигналов.	4	
	Итого	8	
Итого за семестр		34	

## 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
<b>6 семестр</b>				
1 Общие сведения об интегральных схемах с программируемой структурой (ИСПС).	Проработка лекционного материала	4	ПК-15, ПК-19	Дифференцированный зачет, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест
	Подготовка и сдача зачета	4		
	Итого	8		
2 Методология и маршрут проектирования на ПЛИС.	Проработка лекционного материала	4	ПК-15, ПК-19	Дифференцированный зачет, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест
	Подготовка и сдача зачета	2		
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	12		

3 Структура САПР для проектирования на ПЛИС.	Проработка лекционного материала	4	ПК-15, ПК-19	Дифференцированный зачет, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка и сдача зачета	2		
	Итого	10		
4 Языки описания цифровых устройств (Hardware Description Languages - HDL).	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ПК-15, ПК-19	Дифференцированный зачет, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Подготовка и сдача зачета	20		
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	44		
5 Функциональная верификация HDL-описаний.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-15, ПК-19	Дифференцированный зачет, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Подготовка к лабораторным работам	2		
	Подготовка и сдача зачета	10		
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	24		
6 Синтезируемость HDL-описаний.	Проработка лекционного материала	4	ПК-15, ПК-19	Дифференцированный зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка и сдача зачета	4		
7 Архитектура и схемотехника ПЛИС.	Итого	8	ПК-15, ПК-19	Дифференцированный зачет, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка и сдача зачета	4		
Итого за семестр		68		
Итого		114		



## 10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	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				
Дифференцированный зачет			30	30
Контрольная работа	10	10	5	25
Опрос на занятиях	4	4	2	10
Отчет по лабораторной работе	10	10	5	25
Отчет по практическому занятию	4	4	2	10
Итого максимум за период	28	28	44	100
Нарастающим итогом	28	56	100	100

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

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

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	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)
65 - 69		
3 (удовлетворительно) (зачтено)	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

## **12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **12.1. 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> (дата обращения: 04.07.2018).

### **12.2. 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.)

### **12.3. Учебно-методические пособия**

#### **12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Программирование логических интегральных схем: Методические указания к лабораторным работам / Крюков Я. В., Покаместов Д. А., Эрдынеев Ж. Т. - 2014. 51 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3898> (дата обращения: 04.07.2018).

2. Программирование логических интегральных схем: Методические указания по проведению практических занятий и организации самостоятельной работы / Крюков Я. В., Покаместов Д. А., Эрдынеев Ж. Т. - 2014. 77 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3901> (дата обращения: 04.07.2018).

3. Цифровой акселерометр: Методические указания к лабораторной работе №8 по дисциплине «Программирование логических интегральных схем» / Евсеев А. А., Абраменко А. Ю. - 2016. 9 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6052> (дата обращения: 04.07.2018).

#### **12.3.2. 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.

### **12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. Образовательный портал [edu.tusur.ru](http://edu.tusur.ru)

## **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение**

### **13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины**

#### **13.1.1. 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 количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### **13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий**

Учебная аудитория «Цифровая связь» основана совместно с Keysight Technologies учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 309 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- 10 рабочих станций на базе процессоров Intel Core i5;
- Доска магнитно-маркерная Brauberg;
- Отладочные платы DE0-NANO на базе ПЛИС Altera Cyclone IV (4 шт.);
- Отладочные платы DE0-CV-board на базе ПЛИС Cyclone V (6 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Altera Quartus Prime Lite Edition
- LibreOffice

### **13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Учебная аудитория «Цифровая связь» основана совместно с Keysight Technologies учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 309 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- 10 рабочих станций на базе процессоров Intel Core i5;
- Доска магнитно-маркерная Brauberg;
- Отладочные платы DE0-NANO на базе ПЛИС Altera Cyclone IV (4 шт.);
- Отладочные платы DE0-CV-board на базе ПЛИС Cyclone V (6 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Altera Quartus Prime Lite Edition
- LibreOffice

### **13.1.4. 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.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### **13.2. 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 зрениями 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.

## **14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

### **14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации**

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

#### **14.1.1. Тестовые задания**

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
- 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
- б) Выберите правильный вариант объявления двумерного 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]  
 г) reg [7:0] rom [9:0]
- 14) Константы (параметры) a=5 и b=3 на языке 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;
```

```
assign 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)
```

```
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

#### **14.1.2. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам**

Основные элементы и функции языка Verilog

Мультиплексор, демультимплексор, дешифратор.

Сдвиговые регистры

Инструмент моделирования Modelsim. Написание тестбенчей.

#### **14.1.3. Темы контрольных работ**

Реализовать на языке Verilog делитель частоты с асинхронным сбросом, чтобы получить тактовый сигнал с частотой равной 1 Гц. Частота входного сигнала 256 Гц. Нарисовать эюры напряжений, демонстрирующие работу делителя.

Реализовать 16 – разрядный счетчик с возможностью реверсивного счета. Направление счета указывается логическим уровнем на входе. Логический ноль – прибавляет единицу, Логическая единица – отнимает.

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.

#### **14.1.4. Темы опросов на занятиях**

Общие сведения об интегральных схемах с программируемой структурой (ИСПС). Классификация цифровых микросхем.

Методология и маршрут проектирования на ПЛИС. Основные этапы проектирования цифровых устройств на ПЛИС.

Языки описания цифровых устройств (Hardware Description Languages - HDL). Язык Verilog. Синтаксис языка Verilog. Реализация элементарных цифровых устройств на языке Verilog.

Синтезируемость HDL-описаний.

Архитектура и схемотехника ПЛИС. Системы с использованием ПЛИС.

#### **14.1.5. Вопросы дифференцированного зачета**

1) Дать определение ПЛИС. Рассказать об устройстве ПЛИС фирмы Altera.

2) Синтезировать схему на языке Verilog HDL: счётчик с прямым и обратным счётём с возможностью выбора направления счёта по внешнему управляющему сигналу.

3) Привести основные операторы языка программирования Verilog, рассказать о правилах представления целых и вещественных чисел на языке Verilog HDL. Примеры использования основных операторов.

4) Синтезировать схему на языке Verilog HDL: модуль для суммирования и умножения комплексных чисел разрядностью 14 бит.

#### **14.1.6. Темы лабораторных работ**

Создание проекта в Quartus II. Логические схемы.

Счетчики и делители частоты.

Широтно-импульсная модуляция.

Машины конечных состояний (FSM).

Фильтр с конечной импульсной характеристикой

Интерфейс SPI.

Акселерометр.

#### **14.1.7. Методические рекомендации**

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

### **14.2. 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 14.

Таблица 14 – 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 исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 14.3. 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.