

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: **11.03.01 Радиотехника**

Направленность (профиль) / специализация: **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**

Форма обучения: **заочная**

Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**

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

Курс: **4, 5**

Семестр: **8, 9**

Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	8 семестр	9 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	6	2	8	часов
2	Практические занятия	0	16	16	часов
3	Лабораторные работы	0	20	20	часов
4	Всего аудиторных занятий	6	38	44	часов
5	Самостоятельная работа	30	97	127	часов
6	Всего (без экзамена)	36	135	171	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	0	9	9	часов
8	Общая трудоемкость	36	144	180	часов
				5.0	З.Е.

Контрольные работы: 9 семестр - 1

Экзамен: 9 семестр

Томск 2018

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.01 Радиотехника, 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 ЗиВФ

\_\_\_\_\_ И. В. Осипов

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.8.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Цифровая обработка сигналов, Цифровые устройства и микропроцессоры.

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

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-1 способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ;
  - ПК-7 способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы;
- 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 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		8 семестр	9 семестр
Аудиторные занятия (всего)	44	6	38
Лекции	8	6	2
Практические занятия	16	0	16
Лабораторные работы	20	0	20
Самостоятельная работа (всего)	127	30	97

Подготовка к контрольным работам	6	6	0
Выполнение индивидуальных заданий	8	0	8
Оформление отчетов по лабораторным работам	14	0	14
Проработка лекционного материала	16	16	0
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	41	6	35
Написание рефератов	30	0	30
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	0	10
Выполнение контрольных работ	2	2	0
Всего (без экзамена)	171	36	135
Подготовка и сдача экзамена	9	0	9
Общая трудоемкость, ч	180	36	144
Зачетные Единицы	5.0		

## 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
<b>8 семестр</b>						
1 Общие сведения об интегральных схемах с программируемой структурой (ИСПС).	2	0	0	10	12	ПК-1, ПК-7
2 Методология и маршрут проектирования на ПЛИС.	2	0	0	6	8	ПК-1, ПК-7
3 Структура САПР для проектирования на ПЛИС.	2	0	0	6	8	ПК-1, ПК-7
4 Функциональная верификация HDL-описаний.	0	0	0	0	0	
5 Языки описания цифровых устройств (Hardware Description Languages - HDL).	0	0	0	8	8	ПК-1, ПК-7
Итого за семестр	6	0	0	30	36	
<b>9 семестр</b>						
6 Языки описания цифровых устройств (Hardware Description Languages - HDL).	0	10	16	72	98	ПК-1, ПК-7
7 Функциональная верификация HDL-описаний.	2	6	4	25	37	ПК-1, ПК-7

Итого за семестр	2	16	20	97	135	
Итого	8	16	20	127	171	

### 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
<b>8 семестр</b>			
1 Общие сведения об интегральных схемах с программируемой структурой (ИСПС).	Общие сведения об интегральных схемах с программируемой структурой (ИСПС). Классификация цифровых микросхем.	2	ПК-1, ПК-7
	Итого	2	
2 Методология и маршрут проектирования на ПЛИС.	Методология и маршрут проектирования на ПЛИС. Основные этапы проектирования цифровых устройств на ПЛИС.	2	ПК-1, ПК-7
	Итого	2	
3 Структура САПР для проектирования на ПЛИС.	Структура САПР для проектирования на ПЛИС. Обзор программных средств для проектирования на ПЛИС.	2	ПК-1, ПК-7
	Итого	2	
Итого за семестр		6	
<b>9 семестр</b>			
7 Функциональная верификация HDL-описаний.	Функциональная верификация HDL-описаний. Инструмент моделирования ModelSim. Инструмент SignalTap.	2	ПК-1, ПК-7
	Итого	2	
Итого за семестр		2	
Итого		8	

### 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	+	+				+	+
2 Цифровые устройства и микропроцессоры	+						
Последующие дисциплины							



7 Функциональная верификация HDL-описаний.	Интерфейс SPI.	4	ПК-1, ПК-7
	Итого	4	
Итого за семестр		20	
Итого		20	

### 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
9 семестр			
6 Языки описания цифровых устройств (Hardware Description Languages - HDL).	Операции с триггерами на языке Verilog.	2	ПК-1, ПК-7
	Основные элементы и функции языка Verilog	4	
	Мультиплексор, демultipлексор, дешифратор.	2	
	Сдвиговые регистры	2	
	Итого	10	
7 Функциональная верификация HDL-описаний.	Цифровая обработка сигналов.	4	ПК-1, ПК-7
	Инструмент моделирования Modelsim. Написание тестовых модулей.	2	
	Итого	6	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

### 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
8 семестр				
1 Общие сведения об интегральных схемах с программируемой структурой (ИСПС).	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ПК-1, ПК-7	Контрольная работа, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	10		
2 Методология и маршрут проектирования на	Проработка лекционного материала	6	ПК-1, ПК-7	Контрольная работа, Опрос на занятиях
	Итого	6		

ПЛИС.				
3 Структура САПР для проектирования на ПЛИС.	Проработка лекционного материала	6	ПК-1, ПК-7	Контрольная работа
	Итого	6		
5 Языки описания цифровых устройств (Hardware Description Languages - HDL).	Выполнение контрольных работ	2	ПК-1, ПК-7	Контрольная работа, Проверка контрольных работ, Тест
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	8		
Итого за семестр		30		
<b>9 семестр</b>				
6 Языки описания цифровых устройств (Hardware Description Languages - HDL).	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-1, ПК-7	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Тест
	Написание рефератов	30		
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	30		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	72		
7 Функциональная верификация HDL-описаний.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1, ПК-7	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Проверка контрольных работ, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	5		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Выполнение индивидуальных заданий	8		
	Итого	25		
Итого за семестр		97		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		136		

### **10. Курсовой проект / курсовая работа**

Не предусмотрено РУП.

### **11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся**

Рейтинговая система не используется.

### **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: 03.07.2018).

## **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: 03.07.2018).
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: 03.07.2018).
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: 03.07.2018).

### **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 про-

ведения 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 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.

## 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

6) 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. Экзаменационные вопросы

- 1) Дать определение ПЛИС. Рассказать об устройстве ПЛИС фирмы Altera.
- 2) Синтезировать схему на языке Verilog HDL: счётчик с прямым и обратным счётом с воз-

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.

#### **14.1.3. 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 эпюры 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.

#### **14.1.5. Темы рефератов**

Организация процесса проектирования цифровых устройств на основе ПЛИС.

Использование ПЛИС в процессе создания интегральных схем специального назначения (ASIC).

Роль ПЛИС в современных базовых станциях.

Новые решения на базе ПЛИС: объединение ПЛИС и процессора с архитектурой x86 в одной микросхеме.

#### **14.1.6. Вопросы на самоподготовку**

Опишите известные вам виды счётчиков на языке Verilog HDL.

Дайте определение машине конечных состояний.

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

Операции с триггерами на языке Verilog.

Инструмент моделирования Modelsim. Написание тестовых модулей.

#### **14.1.8. Темы лабораторных работ**

Создание проекта в Quartus II. Логические схемы.

Счетчики и делители частоты.

Интерфейс SPI.

Широтно-импульсная модуляция.

Машины конечных состояний (FSM).

#### **14.1.9. 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.