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 УР
_____Сенченко П.В.
«22» _____02_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СХЕМЫ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Промышленная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	36	36	часов
Практические занятия	18	18	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	12	12	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	8	8	часов
Самостоятельная работа	38	38	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	5

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 22.02.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 69107

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Изучение архитектуры и схемотехники современных программируемых логических интегральных схем (ПЛИС), принципов проектирования и построения цифровых схем с использованием ПЛИС, методов и средств их отладки, а также основных языков проектирования цифровых устройств Verilog и VHDL, получение практических навыков в разработке цифровых устройств.

1.2. Задачи дисциплины

1. Фундаментальная подготовка студентов в области проектирования устройств электроники и наноэлектроники на основе ПЛИС.
2. Изучение языков программирования Verilog и VHDL.
3. Приобретение умений и навыков в области проектирования цифровых устройств на базе ПЛИС.
4. Изучение прикладных пакетов отладки ПЛИС, освоение методов верификации работы модулей, устройств на основе ПЛИС.
5. Проведение экспериментальных исследований разработанных цифровых модулей на ПЛИС с применением современных пакетов отладки.

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.02.06.
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 № 69107

ПК-3. Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-3.1. Знает принципы конструирования отдельных аналоговых блоков электронных приборов	Проводит проектирование устройств систем управления для энергопреобразующих устройств на основе программируемых логических интегральных схем как в целом, так и их составных частей
	ПК-3.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов	Проводит выбор наиболее оптимальной структуры построения энергопреобразующей аппаратуры и ее системы управления на основе проведения сопоставительного анализа ее выходных характеристик
	ПК-3.3. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем	Выполняет разработку схемы электрической принципиальной, а также монтажного чертежа в соответствии с требованиями ГОСТ и правил оформления ЕСКД

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем 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
		5 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	70	70
Лекционные занятия	36	36
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	38	38
Подготовка к тестированию	32	32
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	6
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
5 семестр						

Согласована на портале № 69107

1 Понятие ПЛИС, их место в современной микропроцессорной технике	4	-	-	1	5	ПК-3
2 Системы счисления	2	2	-	1	5	ПК-3
3 Базовые логические элементы ПЛИС	2	-	-	2	4	ПК-3
4 Основы проектирования комбинационной логики	2	2	-	2	6	ПК-3
5 Основы проектирования последовательной логики	2	-	-	2	4	ПК-3
6 Статическая дисциплина, особенности применения логических элементов	2	-	-	2	4	ПК-3
7 Конечный автомат Мура	2	2	-	2	6	ПК-3
8 Конечный автомат Мили	2	2	-	2	6	ПК-3
9 Основы языка программирования VHDL	2	-	-	2	4	ПК-3
10 Основы языка программирования System Verilog	2	-	-	2	4	ПК-3
11 Описание комбинационной и последовательной логики с помощью языка VHDL	2	2	4	4	12	ПК-3
12 Описание комбинационной и последовательной логики с помощью языка System Verilog	2	2	4	4	12	ПК-3
13 Программное обеспечение разработчика устройств на ПЛИС	2	-	-	2	4	ПК-3
14 Цифровые функциональные узлы	2	2	-	2	6	ПК-3
15 Функциональные узлы последовательной логики	2	4	8	4	18	ПК-3
16 Реализация алгоритмов ЦОС на кристалле ПЛИС	2	-	-	2	4	ПК-3
17 Работа с ядрами и интерфейсными средствами	2	-	-	2	4	ПК-3
Итого за семестр	36	18	16	38	108	
Итого	36	18	16	38	108	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

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
5 семестр			

Согласована на портале № 69107

1 Понятие ПЛИС, их место в современной микропроцессорной технике	Место ПЛИС в мире интегральных схем. Мир интегральных схем. Программируемые логические интегральные схемы. Выбор ПЛИС для реализации проекта. Обзор архитектур.	4	ПК-3
	Итого	4	
2 Системы счисления	Виды систем счисления (двоичная, десятичная, шестнадцатеричная) Байт и полубайты Операции с числами Знак двоичных чисел	2	ПК-3
	Итого	2	
3 Базовые логические элементы ПЛИС	Разновидности базовых логических элементов: И, И-НЕ, И, ИЛИ, Исключающие ИЛИ. Временные характеристики, особенности использования	2	ПК-3
	Итого	2	
4 Основы проектирования комбинационной логики	Понятие комбинационной логики, булевы уравнения, совершенная дизъюнктивная форма, совершенная конъюнктивная форма, базовые комбинационные блоки	2	ПК-3
	Итого	2	
5 Основы проектирования последовательной логики	Базовые последовательные блоки. Защелки, триггеры, регистры. Синхронные и асинхронные схемы	2	ПК-3
	Итого	2	
6 Статическая дисциплина, особенности применения логических элементов	Понятие статической дисциплины. Временные задержки реальных компонентов. Z- и X- состояния	2	ПК-3
	Итого	2	
7 Конечный автомат Мура	Понятие автомата Мура. Структурная схема построения автомата Мура. Особенности проектирования и алгоритм разработки автомата Мура.	2	ПК-3
	Итого	2	
8 Конечный автомат Мили	Понятие автомата Мили. Структурная схема построения автомата Мили. Особенности проектирования и алгоритм разработки автомата Мили.	2	ПК-3
	Итого	2	

Согласована на портале № 69107

9 Основы языка программирования VHDL	Происхождение языка VHDL. Основы синтаксиса языка VHDL и особенности записи модулей на его основе. Приоритеты операций и формат числе на языке VHDL	2	ПК-3
	Итого	2	
10 Основы языка программирования System Verilog	Происхождение языка System Verilog. Основы синтаксиса языка System Verilog и особенности записи модулей на его основе. Приоритеты операций и формат числе на языке System Verilog	2	ПК-3
	Итого	2	
11 Описание комбинационной и последовательной логики с помощью языка VHDL	Примеры записи базовых устройств комбинационной и последовательной логики на языке VHDL	2	ПК-3
	Итого	2	
12 Описание комбинационной и последовательной логики с помощью языка System Verilog	Примеры записи базовых устройств комбинационной и последовательной логики на языке System Verilog	2	ПК-3
	Итого	2	
13 Программное обеспечение разработчика устройств на ПЛИС	Интерфейс программы Quartus Интерфейс программы Vivado	2	ПК-3
	Итого	2	
14 Цифровые функциональные узлы	Сложение и вычитание чисел. Компаратор. Умножение и деление	2	ПК-3
	Итого	2	
15 Функциональные узлы последовательной логики	Счетчики. Регистры. Типичные элементы проекта ЦОС.	2	ПК-3
	Итого	2	
16 Реализация алгоритмов ЦОС на кристалле ПЛИС	Частотный анализ сигналов. Цифровая фильтрация. Алгоритмы ЦОС.	2	ПК-3
	Итого	2	
17 Работа с ядрами и интерфейсными средствами	Общие сведения о схемной реализации интерфейсов Интерфейсные модули на FPGA на примере реализации модуля SPI Понятия ядер, программные и аппаратные ядра	2	ПК-3
	Итого	2	
	Итого за семестр	36	
	Итого	36	

5.3. Практические занятия (семинары)

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

Согласована на портале № 69107

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
2 Системы счисления	Работа с системами счисления	2	ПК-3
	Итого	2	
4 Основы проектирования комбинационной логики	Булева алгебра, построение выражений по СДНФ и СКНФ	2	ПК-3
	Итого	2	
7 Конечный автомат Мура	Разработка автомата Мура	2	ПК-3
	Итого	2	
8 Конечный автомат Мили	Разработка автомата Мили	2	ПК-3
	Итого	2	
11 Описание комбинационной и последовательной логики с помощью языка VHDL	Программирование устройств комбинационной и последовательной логики на языке VHDL	2	ПК-3
	Итого	2	
12 Описание комбинационной и последовательной логики с помощью языка System Verilog	Программирование устройств комбинационной и последовательной логики на языке System Verilog	2	ПК-3
	Итого	2	
14 Цифровые функциональные узлы	Программирование типовых цифровых узлов на языках VHDL и System Verilog	2	ПК-3
	Итого	2	
15 Функциональные узлы последовательной логики	Программирование автомата Мура и Мили на языке VHDL	2	ПК-3
	Программирование автомата Мура и Мили на языке System Verilog	2	ПК-3
	Итого	4	
	Итого за семестр	18	
	Итого	18	

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
5 семестр			
11 Описание комбинационной и последовательной логики с помощью языка VHDL	Работа с программным обеспечением разработчика устройств на ПЛИС (Vivado) на языке VHDL	4	ПК-3
	Итого	4	

Согласована на портале № 69107

12 Описание комбинационной и последовательной логики с помощью языка System Verilog	Работа с программным обеспечением разработчика устройств на ПЛИС (Vivado) на языке System Verilog	4	ПК-3
	Итого	4	
15 Функциональные узлы последовательной логики	Разработка конечного автомата на ПЛИС (Vivado) на языке VHDL	4	ПК-3
	Разработка конечного автомата на ПЛИС (Vivado) на языке System Verilog	4	ПК-3
	Итого	8	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

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
5 семестр				
1 Понятие ПЛИС, их место в современной микропроцессорной технике	Подготовка к тестированию	1	ПК-3	Тестирование
	Итого	1		
2 Системы счисления	Подготовка к тестированию	1	ПК-3	Тестирование
	Итого	1		
3 Базовые логические элементы ПЛИС	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
4 Основы проектирования комбинационной логики	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
5 Основы проектирования последовательной логики	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
6 Статическая дисциплина, особенности применения логических элементов	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
7 Конечный автомат Мура	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		

Согласована на портале № 69107

8 Конечный автомат Мили	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
9 Основы языка программирования VHDL	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
10 Основы языка программирования System Verilog	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
11 Описание комбинационной и последовательной логики с помощью языка VHDL	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-3	Лабораторная работа
	Итого	4		
12 Описание комбинационной и последовательной логики с помощью языка System Verilog	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-3	Лабораторная работа
	Итого	4		
13 Программное обеспечение разработчика устройств на ПЛИС	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
14 Цифровые функциональные узлы	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
15 Функциональные узлы последовательной логики	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-3	Лабораторная работа
	Итого	4		
16 Реализация алгоритмов ЦОС на кристалле ПЛИС	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
17 Работа с ядрами и интерфейсными средствами	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
	Итого за семестр	38		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
	Итого	74		

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.

Согласована на портале № 69107

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

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-3	+	+	+	+	Лабораторная работа, 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
5 семестр				
Лабораторная работа	10	10	10	30
Тестирование	13	13	14	40
Экзамен				30
Итого максимум за период	23	23	24	100
Нарастающим итогом	23	46	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)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

Согласована на портале № 69107

1. Наваби, З. Проектирование встраиваемых систем на ПЛИС / З. Наваби ; перевод с английского В. В. Соловьева. — Москва : ДМК Пресс, 2016. — 464 с. — ISBN 978-5-97060-174-7. — [Электронный ресурс]:— Режим доступа: [Электронный ресурс]: — Режим доступа: [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/73058.

7.2. Дополнительная литература

1. Дэвид, М. Х. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера / М. Х. Дэвид, Л. Х. Сара. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 792 с. — ISBN 978-5-97060-522-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: Режим доступа: [Электронный ресурс]: — Режим доступа: [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/97336.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Крюков, Я. В. Программирование логических интегральных схем: Методические указания к лабораторным работам [Электронный ресурс] / Я. В. Крюков, Д. А. Покаместов, Ж. Т. Эрдынеев. — Томск: ТУСУР, 2014. — 51 с. — Режим доступа: [Электронный ресурс]: — Режим доступа: [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3898.

2. Крюков, Я. В. Программирование логических интегральных схем: Методические указания по проведению практических занятий и организации самостоятельной работы [Электронный ресурс] / Я. В. Крюков, Д. А. Покаместов, Ж. Т. Эрдынеев. — Томск: ТУСУР, 2014. — 77 с. — Режим доступа: [Электронный ресурс]: — Режим доступа: [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3901.

3. Пономарёв, О. Г. Основы проектирования систем на кристалле. Часть II: Методические рекомендации к практическим занятиям [Электронный ресурс] / О. Г. Пономарёв. — Томск: ТУСУР, 2011. — 43 с. — Режим доступа: [Электронный ресурс]: — Режим доступа: [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/572.

4. Пономарёв, О. Г. Основы проектирования систем на кристалле: Методические рекомендации к лабораторным работам [Электронный ресурс] / О. Г. Пономарёв. — Томск: ТУСУР, 2011. — 66 с. — Режим доступа: [Электронный ресурс]: — Режим доступа: [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/571.

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

Согласована на портале № 69107

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

Вычислительная лаборатория / Компьютерный класс: 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); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 301б ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Компьютер Intel(R) Core (TM)2 CPU (16 шт.);
- Интерактивная доска – «Smart-board» DViT (1 шт.);
- Мультимедийный проектор NEC (1 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- 7-Zip;
- ASIMEC;
- Google Chrome;
- LTspice 4;
- LibreOffice;
- Windows XP Pro;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Вычислительная лаборатория / Компьютерный класс: 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); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 301б ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Компьютер Intel(R) Core (TM)2 CPU (16 шт.);
- Интерактивная доска – «Smart-board» DViT (1 шт.);
- Мультимедийный проектор NEC (1 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- 7-Zip;
- ASIMEC;
- LTspice 4;
- LibreOffice;
- Windows XP Pro;

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, 209 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;

Согласована на портале № 69107

- 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;
- 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 Понятие ПЛИС, их место в современной микропроцессорной технике	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Системы счисления	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Базовые логические элементы ПЛИС	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 69107

4 Основы проектирования комбинационной логики	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Основы проектирования последовательной логики	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
6 Статическая дисциплина, особенности применения логических элементов	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
7 Конечный автомат Мура	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
8 Конечный автомат Мили	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
9 Основы языка программирования VHDL	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
10 Основы языка программирования System Verilog	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
11 Описание комбинационной и последовательной логики с помощью языка VHDL	ПК-3	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
12 Описание комбинационной и последовательной логики с помощью языка System Verilog	ПК-3	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
13 Программное обеспечение разработчика устройств на ПЛИС	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
14 Цифровые функциональные узлы	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 69107

15 Функциональные узлы последовательной логики	ПК-3	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
16 Реализация алгоритмов ЦОС на кристалле ПЛИС	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
17 Работа с ядрами и интерфейсными средствами	ПК-3	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
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

Согласована на портале № 69107

2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или 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. Как много различных чисел может быть представлено 16 битами?
   а. 65535
   б. 65536
   в. 32768
   г. 32767
2. Преобразуйте двоичное число 10011010 без знака в десятичные?
   а. 104
   б. 154
   в. 256
   г. 404
3. Преобразуйте десяпичное число 145 в двоичное?
   а. 10010001
   б. 10010010
   в. 10100011
   г. 10010011
4. Сложите следующие шестнадцатеричные числа без знака 716 + 516 ?
   а. 12
   б. 22
   в. 32
   г. 42
5. Передача данных между двумя устройствами по интерфейсу SPI используются шины:
   а. miso, mosi, sclk, ss
   б. miso, mosi, en, rst
   в. miso, mosi, rst
   г. miso, mosi, sclk rst, en
6. По какому принципу классифицируются термины «малая интегральная схема», «средняя интегральная схема», «большая интегральная схема»:
   а. Типу корпуса
   б. Количеству выводов
   в. Количеству элементов на кристалле
   г. Размеру кристалла

Согласована на портале № 69107

7. Чем определяется логика работы цифрового устройства, не относящегося к ПЛИС:
   а. Пользователем схемы
   б. Электрической схемой в которой размещен ПЛИС
   в. Изготовителем устройства
   г. Может иметь произвольную логику
8. Микропроцессоры и микроконтроллеры общего назначения:
   а. не являются программируемыми логическими интегральными схемами
   б. являются программируемыми логическими интегральными схемами
   в. не являются программируемыми аналоговыми интегральными схемами
   г. являются программируемыми аналоговыми интегральными схемами
9. Как в настоящее время называют интегральные схемы, содержащие до 10000 элементов на одном кристалле?
   а. МИС
   б. СИС
   в. БИС
   г. СБИС
10. Операции обработки сигналов и данных в ПЛИС выполняются
   а. последовательно
   б. параллельно
   в. последовательно или параллельно, в зависимости от конфигурации вентильных ячеек, заданной разработчиком
   г. последовательно и параллельно не зависимо от конфигурации
11. Минимальным логическим блоком в матрицах типа FPGA является блок
   а. CLB
   б. LUP
   в. PLD
   г. PUL
12. В кристаллах FPGA текущая конфигурация вентильной матрицы хранится в памяти типа:
   а. programmable ROM
   б. dynamic RAM
   в. static RAM
   г. programmable RAM
13. Количество блоков CLB в современных кристаллах FPGA определяет:
   а. количество выводов интегральной схемы FPGA
   б. логическую емкость кристалла
   в. количество циклов перепрограммирования
   г. срок службы кристалла
14. Специализированные интегральные схемы ASIC:
   а. как и процессоры, не могут менять внутреннюю конфигурацию
   б. как и ПЛИС, имеют малое энергопотребление
   в. как и ПЛИС, могут менять внутреннюю конфигурацию
   г. как и ПЛИС, имеют высокое быстродействие для специализированных операций; как и процессоры, имеют большое энергопотребление
15. Преимуществом FPGA по сравнению с процессорами общего назначения является:
   а. меньшие размеры; высокая производительность
   б. меньшее энергопотребление
   в. меньшая стоимость
   г. меньшее время реакции

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Интегральная схема, их классификация и конструкция
2. Понятие ПЛИС, сравнение с процессорами
3. Технологии соединения элементов в ПЛИС
4. Критерии выбора ПЛИС
5. Абстракция электронно-вычислительных систем
6. Системы счисления
7. Прямой и дополнительный код. Сложение двоичных чисел

Согласована на портале № 69107

8. Логические вентили, пример использования
9. Физические уровни сигналов. Передаточная характеристика
10. Статическая дисциплина. Основные семейства логики
11. Комбинационные и последовательные схемы. Правила построения
12. Дизъюнктивная форма представления
13. Конъюнктивная форма представления
14. Основные аксиомы и теоремы булевой алгебры 1
15. Состояния Z и X в цифровых схемах
16. Карты Карно
17. Базовые комбинационные блоки
18. Временные характеристики. Задержка распространения и реакции
19. Импульсные помехи
20. Защелка, RS-триггер, D-защелка, D-триггер
21. Построение синхронных последовательных схем
22. Отличие синхронных и асинхронных схем
23. Конечный автомат Мура
24. Конечный автомат Мили
25. Декомпозиция конечных автоматов
26. Синхронизация последовательных схем
27. Динамическая дисциплина
28. Параллелизм
29. Основы языка System Verilog
30. Основы языка VHDL
31. Условное присваивание
32. Внутренние переменные
33. Приоритет операций
34. Запись чисел
35. Запись Z- и X- состояний
36. Манипуляция битами
37. Задержки в цифровых схемах
38. Структурное моделирование
39. Последовательная логика
40. Регистр. Условие сброса и разрешения
41. Синхронизатор
42. Защелка
43. Полный сумматор
44. Дешифратор. Оператор выбора
45. Незначащие биты. Пример использования
46. Блокирующие и неблокирующие присваивания
47. Типы применяемых данных System Verilog
48. Типы применяемых данных в VHDL
49. Безнаковый умножитель
50. Параметризованне модули
51. Среда тестирования
52. Арифметические схемы. Сумматор и полусумматор
53. Арифметические схемы. Префиксный сумматор
54. Арифметические схемы. Компаратор
55. Арифметические схемы. АЛУ
56. Схемы сдвига
57. Схемы циклического сдвига
58. Арифметические схемы. Умножение
59. Арифметические схемы. Деление
60. Представление чисел
61. Основные функциональные узлы последовательно логики
62. Функциональные узлы последовательной логики. Матрицы памяти
63. Функциональные узлы последовательной логики. Сканирующие цепочки
64. Функциональные узлы последовательной логики. Порты памяти

Согласована на портале № 69107

65. Функциональные узлы последовательной логики. Типы памяти
66. Функциональные узлы последовательной логики. Площадь и задержки
67. Функциональные узлы последовательной логики. ПЗУ
68. Функциональные узлы последовательной логики. Схемотехника матриц
69. Основы обработки сигналов
70. Спектральный анализ
71. Ряды Фурье при анализе сигналов
72. Дискретное преобразование Фурье
73. Частотный анализ сигналов

9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Работа с программным обеспечением разработчика устройств на ПЛИС (Vivado) на языке VHDL
2. Работа с программным обеспечением разработчика устройств на ПЛИС (Vivado) на языке System Verilog
3. Разработка конечного автомата на ПЛИС (Vivado) на языке VHDL
4. Разработка конечного автомата на ПЛИС (Vivado) на языке System Verilog

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.

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 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения

Согласована на портале № 69107

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 № 69107

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ
протокол № 19 от «16» 12 2022 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a
И.О. начальника учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Профессор, каф. ПрЭ	Н.С. Легостаев	Согласовано, 6332ca5f-c16e-4579-bbc4-ee49773dfd8d
Доцент, каф. ПрЭ	Д.О. Пахмурин	Согласовано, ce9e048a-2a49-44a0-b2ab-bc9421935400

РАЗРАБОТАНО:

Старший преподаватель, каф. ПрЭ	В.И. Апасов	Разработано, 5f4068df-297a-465e-ad6d-accfbcbbbbdc

Согласована на портале № 69107