МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента по УР
_____Ким М.Ю.
«29» _____10_____ 2025 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: **Электроника, микроэлектроника и программирование цифровых устройств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Кафедра: **институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2026 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	36	36	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	16	16	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 аттестации	Семестр
Экзамен	6

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ким М.Ю.
Должность: Директор департамента по УР
Дата подписания: 29.10.2025
Уникальный программный ключ:
ed789cd8-2cc6-4431-a59e-8f386b1d44fa

Томск

Согласована на портале № 84199

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).

Индекс дисциплины: Б1.В.ДВ.01.01.05.

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 № 84199

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
		6 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	22	22
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	16	16
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

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

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

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
6 семестр						
1 Элементы проектирования встраиваемых систем	4	-	-	2	6	ПК-3

Согласована на портале № 84199

2 Основы проектирования логических схем	4	2	-	2	8	ПК-3
3 Проектирование на уровне регистровых передач с использованием языка Verilog	4	4	-	2	10	ПК-3
4 Аппаратное и программное обеспечение компьютера	4	-	-	2	6	ПК-3
5 Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС)	4	6	-	4	14	ПК-3
6 Средства для проектирования и макетирования	4	2	4	6	16	ПК-3
7 Проектирование аппаратных утилитных ядер	4	-	4	6	14	ПК-3
8 Проектирование со встраиваемыми процессорами	4	2	4	6	16	ПК-3
9 Проектирование встраиваемой системы	4	2	4	8	18	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
6 семестр			
1 Элементы проектирования встраиваемых систем	Уровни абстракции. Маршрут проектирования встраиваемых систем. Средства проектирования. Новые тенденции проектирования аппаратуры.	4	ПК-3
	Итого	4	
2 Основы проектирования логических схем	Системы счисления. Двоичная арифметика. Базовые логические вентили и структуры. Проектирование комбинационных схем. Запоминающие элементы. Проектирование последовательных схем. Запоминающие устройства. Двунаправленные выводы. Обобщенный пример: последовательный сумматор.	4	ПК-3
	Итого	4	
3 Проектирование на уровне регистровых передач с использованием языка Verilog	Основные структуры языка Verilog. Комбинационные схемы. Последовательностные схемы. Написание тестовых примеров. Спецификация последовательного умножителя. Синтез результатов.	4	ПК-3
	Итого	4	

Согласована на портале № 84199

4 Аппаратное и программное обеспечение компьютера	Аппаратное и программное обеспечение компьютера. Программное обеспечение компьютера. Архитектура множества команд. Проектирование процессора SMPL-CPU. Программирование и тестирование компьютера SAYEH	4	ПК-3
	Итого	4	
5 Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС)	Постоянные запоминающие устройства. Программируемые логические матрицы. Сложные программируемые логические устройства. Программируемые пользователем вентильные матрицы.	4	ПК-3
	Итого	4	
6 Средства для проектирования и макетирования	Маршрут проектирования аппаратной части. HDL-моделирование и HDL-синтез. Смешанно-уровневое проектирование в системе Quartus II. Макетирование проекта.	4	ПК-3
	Итого	4	
7 Проектирование аппаратных утилитных ядер	Управление библиотекой. Руководство по основным устройствам ввода-вывода. Делители частоты. Семисегментные дисплеи. Адаптер жидкокристаллического дисплея. Логика интерфейса клавиатуры. Логический интерфейс VGA.	4	ПК-3
	Итого	4	
8 Проектирование со встраиваемыми процессорами	Этапы встраиваемого проектирования. Проектирование фильтра. Проектирование микроконтроллера.	4	ПК-3
	Итого	4	
9 Проектирование встраиваемой системы	Проектирование встраиваемой системы. Процессор Nios II. Переключательная структура Avalon. Обзор программы SOPC Builder. Интегрированная среда проектирования IDE. Проект встраиваемой системы: калькулятор.	4	ПК-3
	Итого	4	
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)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
2 Основы проектирования логических схем	Цифровые логические схемы	2	ПК-3
	Итого	2	

Согласована на портале № 84199

3 Проектирование на уровне регистровых передач с использованием языка Verilog	Основные элементы и функции языка Verilog	4	ПК-3
	Итого	4	
5 Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС)	Мультиплексор, демультиплексор, дешифратор, счетчик	2	ПК-3
	Сдвиговые регистры, счетчик	2	ПК-3
	Триггеры	2	ПК-3
	Итого	6	
6 Средства для проектирования и макетирования	Логический анализатор SignalTap II	2	ПК-3
	Итого	2	
8 Проектирование со встраиваемыми процессорами	Машина конечных состояний	2	ПК-3
	Итого	2	
9 Проектирование встраиваемой системы	Модули памяти	2	ПК-3
	Итого	2	
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
6 семестр			
6 Средства для проектирования и макетирования	Создание проекта в Quartus ll. Логические схемы	4	ПК-3
	Итого	4	
7 Проектирование аппаратных утилитных ядер	Счетчики и делители частоты	4	ПК-3
	Итого	4	
8 Проектирование со встраиваемыми процессорами	Реализация широтноимпульсной модуляции на ПЛИС	4	ПК-3
	Итого	4	
9 Проектирование встраиваемой системы	Машина конечных состояний	4	ПК-3
	Итого	4	
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
6 семестр				

Согласована на портале № 84199

1 Элементы проектирования встраиваемых систем	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
2 Основы проектирования логических схем	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
3 Проектирование на уровне регистровых передач с использованием языка Verilog	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
4 Аппаратное и программное обеспечение компьютера	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
5 Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС)	Подготовка к тестированию	4	ПК-3	Тестирование
	Итого	4		
6 Средства для проектирования и макетирования	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-3	Лабораторная работа
	Итого	6		
7 Проектирование аппаратных утилитных ядер	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-3	Лабораторная работа
	Итого	6		
8 Проектирование со встраиваемыми процессорами	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-3	Лабораторная работа
	Итого	6		
9 Проектирование встраиваемой системы	Подготовка к тестированию	4	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-3	Лабораторная работа
	Итого	8		
Итого за семестр		38		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		74		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины,

Согласована на портале № 84199

и видов занятий

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

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
6 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)

Согласована на портале № 84199

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

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

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. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/book/97336/#4.

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 / Я. В. Крюков, Д. А. Покаместов, Ж. Т. Эрдынеев. — Томск: ТУСУР, 2014. — 51 с. [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 / Я. В. Крюков, Д. А. Покаместов, Ж. Т. Эрдынеев. — Томск: ТУСУР, 2014. — 77 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3901.

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

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

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

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

Согласована на портале № 84199

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, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

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

Перечень программного обеспечения:

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

Согласована на портале № 84199

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 Элементы проектирования встраиваемых систем	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Основы проектирования логических схем	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Проектирование на уровне регистровых передач с использованием языка Verilog	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Аппаратное и программное обеспечение компьютера	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС)	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 84199

6 Средства для проектирования и макетирования	ПК-3	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
7 Проектирование аппаратных утилитных ядер	ПК-3	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
8 Проектирование со встраиваемыми процессорами	ПК-3	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
9 Проектирование встраиваемой системы	ПК-3	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		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

Согласована на портале № 84199

5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале 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

Согласована на портале № 84199

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
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

Согласована на портале № 84199

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
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. Беззнаковый умножитель
50. Параметризованные модули
51. Среда тестирования
52. Арифметические схемы. Сумматор и полусумматор
53. Арифметические схемы. Префиксный сумматор
54. Арифметические схемы. Компаратор
55. Арифметические схемы. АЛУ

Согласована на портале № 84199

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
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. Создание проекта в Quartus ll. Логические схемы
2. Счетчики и делители частоты
3. Реализация широтноимпульсной модуляции на ПЛИС
4. Машина конечных состояний

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

Согласована на портале № 84199

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
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 № 84199

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ
протокол № 33 от «23» 10 2025 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ИРЭТ	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	Д.О. Пахмурин	Согласовано, ce9e048a-2a49-44a0-b2ab-bc9421935400
Начальник учебного управления	Г.А. Цой	Согласовано, 8a5745e4-63a0-4946-bbb0-ce4977ac113e

ЭКСПЕРТЫ:

Заведующий кафедрой, каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Доцент, каф. ПрЭ	Д.О. Пахмурин	Согласовано, ce9e048a-2a49-44a0-b2ab-bc9421935400

РАЗРАБОТАНО:

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

Согласована на портале № 84199