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
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Микроэлектроника

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Промышленная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	26	26	часов
2	Практические занятия	20	20	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	62	62	часов
5	Самостоятельная работа	82	82	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е.

Экзамен: 5 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 46269

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 50 от «26» 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 12.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

ст. преподаватель каф. ПрЭ	_____	К. В. Четвергов
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	_____	С. Г. Михальченко

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ	_____	А. И. Воронин
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	_____	С. Г. Михальченко

Эксперты:

Профессор кафедры промышленной электроники (ПрЭ)	_____	Н. С. Легостаев
Профессор кафедры промышленной электроники (ПрЭ)	_____	В. Д. Семенов

Согласована на портале № 46269

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

- ознакомление с основными направлениями развития современной микроэлектроники;
- приобретение знаний по принципам построения микроэлектронной аппаратуры различного функционального назначения, включая устройства и системы промышленной электроники.

1.2. Задачи дисциплины

– формирование знаний о предмете, принципах, современных и перспективных направлениях, математическом аппарате микроэлектроники;

– формирование знаний о назначении, характеристиках и параметрах цифровых и аналоговых интегральных микросхем;

– формирование навыков синтеза, анализа и моделирования микроэлектронной аппаратуры с использованием средств автоматизированного проектирования, а также экспериментального исследования микроэлектронной аппаратуры.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Микроэлектроника» (Б1.В.ДВ.4.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Аналоговая электроника, Микропроцессорные устройства и системы, Твердотельная электроника, Теоретические основы электротехники, Цифровая и микропроцессорная техника.

Последующими дисциплинами являются: Основы преобразовательной техники, Схемотехника, Учебно-исследовательская работа, Электронные промышленные устройства, Энергетическая электроника.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-3 способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей;

– ПК-1 способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;

– ПК-5 готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основные направления в микроэлектронике; классификационные признаки, характеристики и параметры микроэлектронных изделий; конструктивно-технологические особенности различных типов интегральных микросхем; основные разновидности аналоговых и цифровых интегральных схем и особенности их использования в устройствах различного функционального назначения; основные особенности и принципы проектирования микроэлектронных изделий.

– **уметь** выполнять математическое моделирование функциональных узлов интегральных микросхем с целью оптимизации их параметров; определять характеристики и параметры интегральных микросхем; проводить экспериментальные исследования микроэлектронных устройств; применять микроэлектронные изделия при проектировании и модернизации электронной аппаратуры.

– **владеть** методами схемотехнического проектирования микроэлектронных устройств с использованием средств автоматизированного проектирования; методиками экспериментальных исследований микроэлектронных устройств.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Согласована на портале № 46269

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		5 семестр
Аудиторные занятия (всего)	62	62
Лекции	26	26
Практические занятия	20	20
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	82	82
Подготовка к контрольным работам	12	12
Оформление отчетов по лабораторным работам	26	26
Подготовка к лабораторным работам	6	6
Проработка лекционного материала	26	26
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	12
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	180	180
Зачетные Единицы	5.0	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
5 семестр						
1 Предмет, общие положения и математический аппарат микроэлектроники	2	0	0	4	6	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
2 Структурное проектирование цифровых микроэлектронных устройств комбинационного типа.	6	6	0	14	26	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
3 Структурное проектирование цифровых микроэлектронных устройств последовательностного типа.	8	10	8	18	44	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
4 Схемное проектирование цифровых микроэлектронных структур	4	0	0	22	26	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
5 Аналоговые микроэлектронные структуры.	4	4	8	22	38	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
6 Элементная база и предельные возможности интегральной микроэлектроники.	2	0	0	2	4	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
Итого за семестр	26	20	16	82	144	

Согласована на портале № 46269

Итого	26	20	16	82	144	

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
5 семестр			
1 Предмет, общие положения и математический аппарат микроэлектроники	Микросхемотехника как раздел микроэлектроники. Принципы и основные направления микросхемотехники. Этапы схемотехнического проектирования микроэлектронных устройств. Математическое моделирование в микросхемотехнике.	2	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
	Итого	2	
2 Структурное проектирование цифровых микроэлектронных устройств комбинационного типа.	Синтез и анализ комбинационных цифровых устройств. Логические элементы. Шифраторы и дешифраторы. Мультиплексоры и демультиплексоры. Цифровые сумматоры. Цифровые компараторы. Программируемые логические интегральные схемы. Постоянные запоминающие устройства.	6	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
	Итого	6	
3 Структурное проектирование цифровых микроэлектронных устройств последовательностного типа.	Синтез и анализ последовательностных цифровых устройств. Триггеры. Регистры. Счетчики. Делители частоты. Распределители импульсов и уровней. Оперативные запоминающие устройства.	8	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
	Итого	8	
4 Схемное проектирование цифровых микроэлектронных структур	Этапы схемного проектирования цифровых микроэлектронных структур. Базовые логические элементы, модификации базовых логических элементов транзисторно-транзисторной логики с диодами и транзисторами Шоттки, логики на комплементарных МДП-транзисторах., истоко-связанной логики. Характеристики и параметры базовых логических элементов интегральных схем.	4	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
	Итого	4	
5 Аналоговые микроэлектронные структуры.	Основные и специальные аналоговые функции. Классификация аналоговых интегральных схем. Аналоговые ключи. Интегральные операционные усилители: схемотехнические особенности и свойства, характеристики и параметры. Анализ схем на основе идеальных операционных усилителях с отрицательной обрат-	4	ОПК-3, ПК-1, ПК-5

Согласована на портале № 46269

	ной связью. Компараторынапряжения: характеристики и параметры, схемотехнические решения. Интегральные аналоговые устройства умножения напряжений: способы реализации, параметры. Интегральные стабилизаторы напряжения.		
	Итого	4	
6 Элементная база и предельные возможности интегральной микроэлектроники.	Структура, эквивалентная схема и параметры элементов интегральных схем: транзисторов n-p-n и их разновидностей, транзисторов p-n-p, интегральных диодов, полевых транзистор с управляющим pn-переходом, МДП-транзисторов, полупроводниковых резисторов и конденсаторов, элементов пленочных интегральных схем. Перспективные элементы ИМС: полевые транзисторы с управляющим переходом металл-полупроводник на основе Ga-As, полевые транзисторы с управляющим переходом металл-полупроводник и гетеропереходом. Физические ограничения на уменьшение размеров элементов ИМС. Современные тенденции развития технологии ИМС.	2	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
	Итого	2	
Итого за семестр		26	

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
Предшествующие дисциплины						
1 Аналоговая электроника				+		
2 Микропроцессорные устройства и системы		+	+			
3 Твердотельная электроника		+	+	+		
4 Теоретические основы электротехники		+	+	+		
5 Цифровая и микропроцессорная техника		+	+			
Последующие дисциплины						
1 Основы преобразовательной техники		+	+	+		
2 Схемотехника	+	+	+	+		

Согласована на портале № 46269

3 Учебно-исследовательская работа	+	+	+	+		
4 Электронные промышленные устройства		+	+	+		
5 Энергетическая электроника		+	+	+		

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

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

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

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-3	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию
ПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию
ПК-5	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
3 Структурное проектирование цифровых микроэлектронных устройств последовательностного типа.	Синтез счетчика с произвольной последовательностью смены состояний	4	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
	Синтез генератора импульсной последовательности заданной формы	4	
	Итого	8	
5 Аналоговые микроэлектронные структуры.	Усилители и преобразователи сигналов на операционных усилителях	4	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
	Анализ источников постоянного тока функциональных узлов ИМС	4	

Согласована на портале № 46269

	Итого	8	
Итого за семестр		16	

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
5 семестр			
2 Структурное проектирование цифровых микроэлектронных устройств комбинационного типа.	Схеиотехнические решения комбинационных цифровых устройств	6	ОПК-3, ПК-5
	Итого	6	
3 Структурное проектирование цифровых микроэлектронных устройств последовательностного типа.	Схемотехнические решения последовательностных цифровых устройств	10	ОПК-3, ПК-5
	Итого	10	
5 Аналоговые микроэлектронные структуры.	Применение операционных усилителей	4	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
	Итого	4	
Итого за семестр		20	

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
5 семестр				
1 Предмет, общие положения и математический аппарат микроэлектроники	Проработка лекционного материала	2	ОПК-3, ПК-1, ПК-5	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	4		
2 Структурное проектирование цифровых микроэлектронных устройств комбинационного типа.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-3, ПК-1, ПК-5	Контрольная работа, Отчет по практическому занятию, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	6		
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	14		

Согласована на портале № 46269

3 Структурное проектирование цифровых микроэлектронных устройств последовательностного типа.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-3, ПК-1, ПК-5	Контрольная работа, Отчет по практическому занятию, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	8		
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	18		
4 Схемное проектирование цифровых микроэлектронных структур	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-3, ПК-1, ПК-5	Защита отчета, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	12		
	Итого	22		
5 Аналоговые микроэлектронные структуры.	Проработка лекционного материала	2	ОПК-3, ПК-1, ПК-5	Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Подготовка к лабораторным работам	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	14		
	Итого	22		
6 Элементная база и предельные возможности интегральной микроэлектроники.	Проработка лекционного материала	2	ОПК-3, ПК-1, ПК-5	Тест, Экзамен
	Итого	2		
Итого за семестр		82		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		118		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
5 семестр				
Защита отчета		20	10	30
Контрольная работа		20	10	30

Согласована на портале № 46269

Тест		5	5	10
Итого максимум за период		45	25	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	0	45	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Легостаев Н.С. Микросхемотехника. Цифровая микросхемотехника: учебное пособие / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов, 2007. - 213 с.: (наличие в библиотеке ТУСУР - 100 экз.)

2. Легостаев Н.С., Четвергов К.В. Микросхемотехника. Аналоговая микросхемотехника / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов, 2014. - 238 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4289 (дата обращения: 15.09.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Шарапов А.В. Микроэлектроника. Цифровая схемотехника: Уч. пособие / А.В. Шарапов. – Томск: Томский гос. ун-т систем упр.и радиоэлектроники, 2007 – 162 с., ISBN 978-586889-400-8-90 (наличие в библиотеке ТУСУР - 90 экз.)

2. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий [Текст] : учебное пособие для вузов: в 2 т. / ред. Ю. Н. Коркишко. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010 - . - (Нанотехнологии). - ISBN 978-5-9963-0341-0. (наличие в библиотеке ТУСУР - 45 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Легостаев Н.С. Микросхемотехника. Цифровая микросхемотехника:учеб.-метод. посо-

Согласована на портале № 46269

бие / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов; под. ред. П.Е. Трояна. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2007.- 123 с. (для подготовки к контрольным работам - стр. 9-36; для выполнения контрольных работ - стр. 41-74, 76-123). (наличие в библиотеке ТУСУР - 100 экз.)

2. Легостаев Н.С. Микросхемотехника: руководство к организации самостоятельной работы для студентов специальности 210104 / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов. – Томск: ТУСУР, 2007. – 46 с. Руководство предназначено для реализации самостоятельной работы - стр. 1-46; подготовки к контрольным работам - стр. 7-37; выполнения контрольных работ - стр. 38-46. (наличие в библиотеке ТУСУР - 51 экз.)

3. Легостаев Н.С. Микроэлектроника [Электронный ресурс]: методические указания по изучению дисциплины / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов. - Томск:Факультет дистанционного обучения, ТУСУР, 2012. - 86 с. Указания предназначены для реализации самостоятельной работы - стр. 10-40, проведения практических занятий - стр. 41-53, выполнения лабораторных работ - стр. 54-75, 83-86. — Режим доступа: http://www.ie.tusur.ru/docs/lns/me_mu.rar (дата обращения: 15.09.2018).

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. Патентная база РФ по топологиям интегральных схем [Электронный ресурс] - Режим доступа http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/inform_resources/inform_retrieval_system/ , дата обращения 04.06.2018.

2. Информационные, справочные и нормативные базы данных [Электронный ресурс] - Режим доступа https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh, дата обращения 04.06.2018.

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

Вычислительная лаборатория

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, 201б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

Согласована на портале № 46269

- Персональные компьютеры (16 шт.);
- Интерактивная доска – «Smart-board» DViT (1 шт.);
- Мультимедийный проектор NEC (1 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
– Microsoft Visio 2013
– PTC Mathcad13, 14

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория микропроцессорных устройств и систем / Лаборатория ГПО

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, 333 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Лабораторные макеты (10 шт.);
- Микропроцессорный модуль «SDK-1.1» (8 шт.);
- Осциллографы (12 шт.);
- Генератор сигналов Г3-54 (2 шт.);
- Персональный компьютер (12 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
– ASIMEC
– Microsoft Visio 2010
– PTC Mathcad13, 14

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.

Согласована на портале № 46269

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

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

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

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

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

14.1.1. Тестовые задания

1. Укажите этап проектирования интегральных микросхем, на котором проверяется правильность функционирования синтезированной структуры.

а) структурный синтез; б) структурный анализ; в) схемный синтез; г) схемный анализ.

2. Укажите этап проектирования интегральных микросхем, на котором создается электрическая схема.

а) структурный синтез; б) структурный анализ; в) схемный синтез; г) схемный анализ.

3. Укажите цифровые интегральные микросхемы.

а) операционный усилитель; б) универсальный триггер; в) регистр памяти; г) двоичный счетчик.

4. Укажите аналоговые интегральные микросхемы.

а) операционный усилитель; б) универсальный триггер; в) регистр памяти; г) стабилизатор напряжения.

5. Укажите дополнительный код числа (–19) в 8-разрядной вычислительной сетке.

а) 10101100; б) 11101101; в) 10110011; г) 10111010.

6. Укажите десятичное число 78 в двоичной системе счисления.

а) 1100010; б) 1001110; в) 1101010; г) 1011100.

7. Укажите двоичный код восьмеричного числа 123Q.

а) 1001010; б) 1010011; в) 1010101; г) 1001100.

8. Представить двоичное число 10101101 в восьмеричной системе счисления.

а) 252Q; б) 255Q; в) 235Q; г) 271Q;

9. Представьте двоичное число 10100001 в десятичной системе счисления.

а) 160; б) 161; в) 148; г) 132.

10. Укажите соотношение, в котором допущена ошибка.

а) A+BC=(A+B)(A+C; б) A+AB=B; в) A(A+B)=A; г) A+AB=A.

11. Укажите двоично-десятичный код 8-4-2-1 десятичного числа 45.

а) 01010100; б) 01000101; в) 01110101; г) 01000100.

12. Укажите логический элемент, реализующий булеву функцию f=AB.

а) логический элемент ИЛИ; б) логический элемент ИЛИ-НЕ; в) логический элемент И; г) логический элемент И-НЕ.

13. Укажите логический элемент, реализующий булеву функцию f=A+B.

а) логический элемент ИЛИ; б) логический элемент ИЛИ-НЕ; в) логический элемент И; г) логический элемент И-НЕ.

14. Укажите коэффициент пересчета двоичного четырехразрядного счетчика.

а) 16; б) 32; в) 64; г) 128.

Согласована на портале № 46269

15. Укажите число разрядов выходного двоичного кода суммирующего асинхронного двоичного счетчика, модуль счета которого 128.

а) 3; б) 4; в) 5; г) 7.

16.Укажите восьмиразрядное слово a7a6a5a4a3a2a1a0 слово, которое надо подать на информационные входы мультиплексора для реализации булевой функции f=AC.

а) 10010010; б) 10110000; в) 10100000; г) 10100110.

17. Укажите уровни сигналов на выходах восьмиразрядного вычитающего десятичного счетчика после поступления на его вход 56 импульсов, если счетчик находился в 3 состоянии.

а) 01000111; б) 11000101; в) 01000101; г) 01100101.

18. Определите синфазное входное напряжение дифференциального усилителя, на входы которого поданы напряжения U1= -2 В и U2=+1 В.

а) -1В; б) -0,5В; в) +1В; г) +0,5В.

19. Определите коэффициент усиления для схемы инвертирующего операционного усилителя, если R1=10 кОм, R2=100 кОм (резистор в цепи обратной связи). Операционный усилитель считать идеальным.

а) +10; б) -10; в) +100; г) -100.

20. Определите коэффициент усиления для схемы не инвертирующего операционного усилителя, если R1=10 кОм, R2=100 кОм (резистор в цепи обратной связи). Операционный усилитель считать идеальным.

а) +10; б) -10; в) +11; г) -11.

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Преобразовать число из одной заданной системы счисления в другую заданную систему счисления.

2. Представить число в виде цифрового кода заданного вида.

3. Преобразовать одну заданную форму представления булевой функции в другую заданную форму её представления.

4. Минимизировать заданную булеву функцию.

5. Реализовать заданную булеву функцию на основе комбинационных интегральных микросхем заданного вида.

6. Определить функции сравнения, реализуемые заданной схемой цифрового компаратора.

7. Определить уровни сигналов на входе/выходе комбинационного цифрового устройства при заданных условиях.

8. Спроектировать комбинационную схему, реализующую заданную булеву функцию, с использованием мультиплексора.

9. Определить уровни сигналов на входе/выходе последовательностного цифрового устройства при заданных условиях.

10. Определить коэффициент пересчета суммирующего счетчика.

11. Определить коэффициент пересчета вычитающего счетчика

12. Определить информационную емкость запоминающего устройства.

13. Определить уровни сигналов на входе/выходе запоминающего устройства при заданных условиях.

14. Определить коэффициент передачи по напряжению аналоговой схемы на операционных усилителях.

15. Построить временную диаграмму выходного напряжения аналоговой схемы на операционных усилителях по заданной временной диаграмме входного сигнала.

14.1.3. Темы контрольных работ

Комбинационные цифровые устройства.

Последовательностные цифровые устройства.

14.1.4. Темы опросов на занятиях

Этапы схемного проектирования цифровых микроэлектронных структур. Базовые логические элементы, модификации базовых логических элементов транзисторно-транзисторной логики с диодами и транзисторами Шоттки, логики на комплементарных МДП-транзисторах., истоко-свя-

Согласована на портале № 46269

занной логики. Характеристики и параметры базовых логических элементов интегральных схем.

14.1.5. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Схемотехническая реализация типовых комбинационных цифровых микроэлектронных устройств.

Схемотехническая реализация типовых последовательностных цифровых микроэлектронных устройств.

Интегральные операционные усилители.

14.1.6. Темы лабораторных работ

Усилители и преобразователи сигналов на операционных усилителях

Синтез счетчика с произвольной последовательностью смены состояний

Анализ источников постоянного тока функциональных узлов ИМС

Синтез генератора импульсной последовательности заданной формы

14.1.7. Методические рекомендации

Необходимо знать основные термины и определения микросхемотехники, как раздела микроэлектроники, принцип согласования цепей и принцип схемотехнической избыточности, этапы проектирования интегральных микросхем, классификацию интегральных микросхем.

Следует знать физический смысл коэффициента объединения по входу логического элемента и коэффициента разветвления по выходу логического элемента, назначение передаточной, входной и выходной характеристик и способы определения этих характеристик, основные параметры цифровых микросхем при работе в динамическом режиме, а также энергетические характеристики и параметры.

Необходимо знать функции алгебры логики, основные законы алгебры логики, формы представления функций алгебры логики. Особое внимание следует обратить на минимизацию функций алгебры логики, а правила минимизации булевых функций знать наизусть.

Изучение микроэлектронных устройств комбинационного типа необходимо начать с логических элементов И, ИЛИ, НЕ, которые составляют булевый базис, а также с элементов И – НЕ, ИЛИ – НЕ, каждый из которых обладает функциональной полнотой. Методику синтеза комбинационных устройств необходимо усвоить твердо и только после этого переходить к изучению мультиплексоров, шифраторов, дешифраторов, сумматоров и цифровых компараторов. Обратите внимание на матричную реализацию булевых функций.

Изучение цифровых микроэлектронных устройств последовательностного типа необходимо начать с триггеров, поскольку находят широкое применение и являются функциональными узлами других последовательностных цифровых устройств (ПЦУ) – регистров, счетчиков и делителей частоты. При изучении ПЦУ особое внимание обратите на классификацию, функциональные схемы и их условное графическое обозначение.

Необходимо знать электрические схемы, принцип действия и основные статические параметры базовых логических элементов транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ), логических элементов ТТЛ с диодами и транзисторами Шоттки и логических элементов на комплементарных М Д П – транзисторах, поскольку среди современных потенциальных цифровых интегральных микросхем доминируют именно эти три схемно-технологических направления построения интегральных микросхем.

Необходимо знать схему интегрального источника тока, управляемого током и модификации этой схемы, а также схемы источников постоянного напряжения, схемы дифференциальных усилителей на биполярных и полевых транзисторах. Необходимо изучить принцип действия этих схем и уметь определять электрические величины и параметры. Следует твердо уяснить условия реализации отрицательной обратной связи для операционных усилителей (ОУ), знать характеристики и параметры (ОУ), предназначенные для использования в качестве исходных данных при проектировании.

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.

Согласована на портале № 46269

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.

Согласована на портале № 46269