

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Радиоэлектроники и телекоммуникационных систем»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №13 от 02 июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«СХЕМОТЕХНИКА ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ»

Направление: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Многоканальные телекоммуникационные системы

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Просвирякова Лариса Владимировна Дата подписания: 24.06.2025

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил и согласовал: Ченский Александр Геннадьевич Дата подписания: 25.06.2025
--

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Схемотехника цифровых устройств» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКР-1 Способность собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для научного исследования, проектирования и эксплуатации средств, сетей связи и их элементов	ПКР-1.5
ПКР-5 Способность к разработке технической документации по эксплуатации оборудования связи (телекоммуникаций)	ПКР-5.5
ПКР-6 Готовность к предпроектной подготовке и разработке проекта объекта (системы) связи, телекоммуникационной системы	ПКР-6.4

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКР-1.5	Умеет использовать современные программы для моделирования, создавать виртуальные модели устройств и проводить исследование	Знать основы технологии интегральных микросхем. Уметь использовать современные программы для моделирования, создавать виртуальные модели устройств и проводить исследование. Владеть методикой проектирования и отладки аппаратных и программных средств микропроцессорных систем.
ПКР-5.5	Владеет методикой подготовки схем организации связи, схемы управления и мониторинга, плана размещения оборудования, схемы прохождения сигнала	Знать современную элементную базу цифровых, цифроаналоговых, аналого-цифровых и микропроцессорных устройств, методику проектирования и отладки аппаратных и программных средств МПУ. Уметь использовать современные информационно-коммуникационные технологии, в том числе специализированное программное обеспечение для решения задач проектирования и проведения расчетов. Владеть Владеет методикой подготовки схем организации связи, схемы управления и мониторинга, плана размещения оборудования,

		схемы прохождения сигнала.
ПКР-6.4	Владеет техникой проектирования и отладки сложных цифровых устройств	Знать стандарты и протоколы информационных сигналов, видов сигнализации, назначения интерфейсов Уметь анализировать существующие проекты в различных инфокоммуникационных системах. Владеть техникой проектирования и отладки сложных цифровых устройств.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Схемотехника цифровых устройств» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Инженерная и компьютерная графика», «Информационные технологии», «Методы программирования для телекоммуникационных систем», «Физика», «Аэробика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Многоканальные телекоммуникационные системы», «Программируемые устройства в инфокоммуникационных системах», «Основы передачи дискретных сообщений»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 6 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины	216	216
Аудиторные занятия, в том числе:	96	96
лекции	32	32
лабораторные работы	32	32
практические/семинарские занятия	32	32
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	84	84
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен, Курсовой проект	Экзамен, Курсовой проект

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 6

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол.	
		№	Кол.	№	Кол.	№	Кол.			

			Час.		Час.		Час.		Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Основы алгебры логики	1	6			1	4			Контрольная работа
2	Основы цифровой техники	2	6	1, 2, 3, 4	24	2, 3	8			Письменный опрос
3	Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи	3	6	5	4					Проверочная работа
4	Цифровые устройства	4	7			4, 5, 6	14	1, 2, 3, 4	84	Контрольная работа
5	Запоминающие устройства	5	7	6	4	7	6			Контрольная работа
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен, Курсовой проект
	Всего		32		32		32		120	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Основы алгебры логики	Общие сведения о цифровом сигнале и цифровом устройстве. Представление целых и дробных чисел в разных системах счисления. Взаимный перевод числа в разные системы счисления. Формы представления чисел. Понятие обратного и дополнения кодов. Алгоритмы выполнения арифметических операций.
2	Основы цифровой техники	Логические основы цифровой техники. Синтез комбинационных цифровых устройств. Арифметические основы цифровой техники. Логические элементы.
3	Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи	Назначение ЦАП и АЦП. Принцип аналогово-цифрового преобразования информации. Схемотехника аналого-цифровых преобразователей. Методы цифро-аналогового преобразования (ЦАП). Схемотехнические принципы ЦАП.
4	Цифровые устройства	Шифраторы, дешифраторы, преобразователи кодов. Мультиплексоры, демультиплексоры. Компараторы. Сумматоры. Интегральные триггеры. Счетчики. Регистры. Сдвигающие регистры. интегральные таймеры. Распределители.
5	Запоминающие устройства	Основные параметры запоминающих устройств (ЗУ). Адресация, информационная емкость, разрядность. Быстродействие ЗУ. Оперативные запоминающие устройства (ОЗУ). Типовые структуры ОЗУ. Запись, хранение, чтение информации на ОЗУ. Динамические ОЗУ. Постоянные запоминающие устройства (ПЗУ).

		Классификация ПЗУ. Перепрограммируемые ПЗУ (ППЗУ). Достоинства и недостатки разных видов ПЗУ. Программируемые логические матрицы (ПЛМ). Интегральные схемы ОЗУ, ПЗУ и ПЛМ.
--	--	--

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 6

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Исследование функционирования логических элементов	6
2	Исследование функционирования триггеров и регистров	6
3	Исследование функционирования комбинационных схем	6
4	Исследование функционирования двоичных счетчиков.	6
5	Исследование функционирования цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей	4
6	Исследование различных видов запоминающих устройств	4

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 6

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Представление чисел и выполнение математических операций в различных системах счисления	4
2	Синтез кодера и декодера, синтез преобразователей кодов	4
3	Сложение четырехразрядных и восьмиразрядных двоичных чисел	4
4	Исследование работы интегральных триггеров.	4
5	Исследование регистров	5
6	Синтез универсального регистра на программируемой логической матрице	5
7	Синтез ОЗУ	6

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание курсового проекта (работы)	40
2	Оформление отчетов по лабораторным и	14

	практическим работам	
3	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	20
4	Подготовка к сдаче и защите отчетов	10

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: компьютерные симуляции

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по курсовому проектированию/работе:

<https://el.istu.edu/course/view.php?id=5027>

5.1.2 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

<https://el.istu.edu/course/view.php?id=5027>

5.1.3 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

<https://el.istu.edu/course/view.php?id=5027>

5.1.4 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

<https://el.istu.edu/course/view.php?id=5027>

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 6 | Контрольная работа

Описание процедуры.

Навыки работы с программой AVR Studio:

1. Отладка программы
1. Воспользуйтесь готовой программой, выполненной в Assembler
2. Запустите AVR Studio.
3. Нажмите New Project: Выберите Atmel AVR Assembler, в поле Project name введите имя, выберите путь для сохранения (желательно вашу папку), нажмите Next:

Критерии оценивания.

Критерии оценки подробно описаны в п.6.1.1

6.1.2 семестр 6 | Письменный опрос

Описание процедуры.

На просмотр выносятся вопросы, касающиеся разделов темы согласно п. 5.1.1. В процессе обсуждения делаются акценты на специфичных моментах,

Критерии оценивания.

Критерии оценки подробно описаны в п.б.1.1

6.1.3 семестр 6 | Проверочная работа

Описание процедуры.

Задание № 1

1. Двоичное число 10010011 перевести в десятичный код.
2. Составить схему и таблицу истинности по выражению $(X1 * X2)(+)(X3 + X4) + (X3 * X2 * X1) = Y$

Задание № 2

1. Двоичное число 01010001 перевести в десятичный код.
2. Составить схему и таблицу истинности по выражению: $(X1 * X2)(+)(X3 + X4) + (X3 * X2 * X1) = Y$

Экзаменационный билет № 3

1. Двоичное число 10110111 перевести в десятичный код.
2. Составить схему и таблицу истинности по выражению: $(X1 * X2)(+)(X3 + X4) + (X3 * X2 * X1) = Y$

Критерии оценивания.

работа считается выполненной, если не менее 60% от задания сделаны верно

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКР-1.5	Использует в ответе материал научной литературы, свободно справляется с задачами, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или выполнение практических заданий
ПКР-5.5	Последовательно, четко и логически стройно излагает материал, умеет использовать современные программы проектирования и моделирования	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или выполнение практических заданий
ПКР-6.4	Умеет использовать основные методы	Устное

	разработки, методы разработки структурированных систем связи, способы моделирования аналоговых и цифровых электронных устройств	собеседование по теоретическим вопросам и/или выполнение практических заданий
--	---	---

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 6, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Успешному проведению экзамена способствует систематическое посещение лекционных, практических и семинарских занятий, тщательная проработка вопросов, выносимых на обсуждения на групповых занятиях и самостоятельная подготовка обучающихся. При подготовке к экзамену необходимо ознакомиться с вопросами, составить структурно-логическую схему ответа на каждый вопрос, используя при этом материалы лекционных практических и семинарских занятий, рекомендуемую преподавателем литературу. При возникновении сложностей в процессе подготовки к экзамену необходимо обратиться за консультацией к преподавателю.

Экзамены являются заключительным этапом изучения учебной дисциплины и имеют целью проверить теоретические знания обучающихся, их навыки и умение применять полученные знания при решении практических задач. Экзамен проводится в объеме рабочей программы учебной дисциплины. В экзаменационный билет включены два теоретических вопроса из разных разделов программы

Код компетенции Номера вопросов

ПКР-5 1,2,3,10,15,16,17,18,19,20,21,

ПКР-6 22,23,24,25,26,27

ПКР-1 14,28,29,30,31,32,33,34,35,34

Пример задания:

Преподаватель
12.03.2025 г.

Л.В. Просвирякова

Заведующий кафедрой

А.Г. Ченский

Преподаватель
12.03.2025 г.

Л.В.Просвирякова

Заведующий кафедрой

А.Г. Ченский_

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Глубоко и прочно усвоил программный материал, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач	Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ	Отсутствие знаний основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ

6.2.2.2 Семестр 6, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

К защите студент должен подготовить доклад, содержащий постановку задачи проектирования, краткое изложение проделанной работы и выводы. Автор докладывает результаты своей работы в течение 3-5 минут и отвечает на вопросы членов комиссии. При оценке работы учитываются способность работы в программе- симуляторе, работоспособность разработанных схем, правильность расчетов, обоснованность выводов, грамотность и качество оформления расчетно-пояснительной записки, содержание доклада и оценка ответов на поставленные вопросы

Пример задания:

4 Запоминающее устройство на ИМС класса оперативных запоминающих устройств (ОЗУ)

4.1 Свойства микросхемы

Микросхема К531РУ8 (рисунок 4.1) – ОЗУ на 64 бита; ИМС имеет четыре информационных входа D1 – D4 и столько же информационных выходов Q1 –Q4, причем выходы с открытым коллектором. ОЗУ запоминает четырехразрядные двоичные числа (слова) от 0000=0 до 1111=15. Адресных входов четыре, они определяют местоположение (внутри ОЗУ) ячейки памяти, куда записывается или от-куда читается, слово (число). Так как набор адресных комбинаций: от 0=0000 до 15=1 111, ясно, что в ОЗУ можно записать 16 слов, каждое из ко-торых, как говорилось выше, состоит из 4 разрядов. Таким образом, информа-ционная часть данной ИМС состоит из 16 ячеек памяти, каждая из которых имеет 4 элемента памяти (триггера).

Режим работы (чтение или запись) определяется состоянием входа WR/RD: низкий уровень разрешает запись, а высокий – чтение. Исполнительный сигнал CS (выбор кристалла) подается в виде логического нуля последним.

Рисунок 9 – ОЗУ К531РУ8

Для моделирования ЗУ в Proteus возьмем аналог ОЗУ К531РУ8 - 74LS89

Рисунок 10 – Структурная схема 74LS89

D_1,D_2,D_3,D_4- информационные входы;

A_0,A_1,A_2,A_3- адресные входы;

O_1,O_2,O_3,O_4- информационные выходы (инверсные);

\overline{WE} - вход для подачи сигнала запись/чтение;

\overline{CS} - вход для подачи исполнительного сигнала.

Таблица 8 – Работа управляющих входов 74LS89

Операция	Входы				Выходы	
	(CS) ⁻	(WE) ⁻	D _n	O _n		
Запись	0	0	0	1		
	0	0	1	0		
Чтение	0	1	X	X	(Данные) ⁻	

Блок записи	1	0	0	1
1	0	1	0	
Хранение	1	1	X	1

Таблица 9 – Состояние микросхемы 74LS89

Входы	Операция	Состояние выходов
CS	WE	
0	0	Запись Обратный код входных сигналов
0	1	Считывание Обратный код адресуемого слова
1	0	Ввод данных запрещен Неопределённое
1	1	Блокировка Отключён (высокий уровень)

При $\overline{CS}=1$ и $\overline{WE}=1$ выходы обладают высоким импедансом (на выходе лог.1), микросхема хранит данные. Ввод/вывод информации производится, когда $\overline{CS}=0$. При $\overline{WE}=0$ производится запись, а при $\overline{WE}=1$ - чтение. Записываемая информация во время записи на выходе выдается в инвертированном виде.

Исполнительный сигнал \overline{CS} всегда подается последним.

4.2 Устройство и принцип работы

1. При заданном числе разрядов (8) следует образовать модуль на 8 разрядов, т.к. одна ячейка памяти микросхемы способна хранить только четырехразрядное слово, то надо взять 2 микросхемы 74LS89. Модуль имеет также 8 информацион-ных выходов;

2. Общее число модулей ЗУ определяется делением заданного числа слов ЗУ на число 16 (емкость модуля), после деления следует взять ближайшее большее целое число.

$$N=40/16 \approx 3$$

ЗУ будет состоять из 3-х модулей.

3. Синтез ЗУ начинаем с определения числа адресных входов запоминающего устройства - по заданному числу слов n определяем общее число m адресных сигна-лов ЗУ по формуле (квадратные скобки означают – взять ближайшее большее целое число):

$$m = \lceil \log_2 n \rceil$$

$$m = 5,3 \text{ (логарифм от 40 по основанию 2)}$$

4. четыре младших разряда адресного сигнала подаются на адресные входы всех модулей (в виде параллельного соединения), они определяют ячейку памяти модуля, а оставшийся – это старший разряд, он будет определять модуль, который будет запоминать слово.

5. Выбор модуля осуществляется через дешифратор К555ИД10, описанный ранее.

4.3 Принцип работы

Когда на исполнительном входе \overline{ME} лог.1, дешифратор имеет на всех выходах лог.1. Этот уровень поступает на исполнительные входы модулей. ЗУ хранит данные. На выходах всех модулей ОЗУ – лог.1, а на выходе элементов И-НЕ соответственно лог.0. Когда $\overline{ME}=0$, то этот уровень передается на разрешающий вход DC, и состояние его выходов определяют адресные входы A_4 и A_5 . Так же как и в модулях памяти 74LS189 при $\overline{WE}=0$ производится запись данных, а при $\overline{WE}=1$ - чтение.

Рассмотрим процесс записи в ОЗУ. Сначала подается сигнал запрета записи $\overline{WE}=1$. Затем устанавливается режим записи сигналом $\overline{WE}=0$. Далее необходимо задать ячейки для записи – подаются адресные сигналы. Допустим, подана комбинация 1101.

После подачи $\overline{WE}=1$ на этом выходе появляется лог.0, на остальных – лог.1. Лог.0 поступает на исполнительные входы модулей RAM3 и RAM4, остальные модули – в режиме запрета записи. Т.к. $A_3=1, A_2=1, A_1=0$ и $A_0=1$, то в ячейку памяти №13 модуля RAM3 записывается информация с входов D_1-D_4, а в тринадцатую ячейку RAM4 – данные с входов D_5-D_8. Для завершения записи надо подать $\overline{ME}=1$. Теперь можно выбирать следующий режим работы.

Режим чтения производится в следующей последовательности. Сначала подается сигнал $\overline{ME}=1$. Потом сигналом $\overline{WE}=1$ задается режим чтения. Далее подаются адресные сигналы. Допустим, на адресные входы подана комбинация 11001. После подачи $\overline{ME}=0$. На выходах RAM3 и RAM4 появляются данные ячейки №13 этих модулей. На выходах остальных ОЗУ будет лог.1 (на них поданы $\overline{ME}=1$ и $\overline{WE}=1$).

Рисунок 11 – Устройство памяти на ИМС ОЗУ

Таблица 10 – Перечень ИМС

Позиционное обозначение	Наименование	Количество
DD1 – DD6	SN74LS89	6

6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при	Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.	Отсутствуют знания основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

<p>видоизменении заданий, использует в ответе материал научной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.</p>			
--	--	--	--

7 Основная учебная литература

1. Калабеков Бениамин Аршакович. Цифровые устройства и микропроцессорные системы : учеб. для сред. спец. учеб. заведений связи по специальностям 2004,2005,2006 / Б. А. Калабеков, 2002. - 336.
2. Нарышкин А. К. Цифровые устройства и микропроцессоры : учеб. пособие для вузов радиотехн. специальностей / А. К. Нарышкин, 2006. - 317.
3. Микушин А. В. Цифровые устройства и микропроцессоры : учебное пособие по направлению подготовки дипломированных специалистов 210400 (654400) "Телекоммуникации" / А. В. Микушин, А. М. Сажнев, В. И. Сединин, 2010. - 818.
4. Просвирякова Л. В. Цифровые устройства и микропроцессоры : лабораторный практикум / Л. В. Просвирякова, 2018. - 118.
5. Просвирякова Л. В. Цифровые устройства и микропроцессоры : электронный курс / Л. В. Просвирякова, 2022

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Бирюков С. А. Цифровые устройства на интегральных микросхемах / С. А. Бирюков, 1984. - 89.
2. Гольденберг Л. М. Цифровые устройства на интегральных схемах в технике связи / Л. М. Гольденберг, Ю. Т. Бутыльский, М. Н. Поляк, 1979. - 231.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение
2. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
3. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.

2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.