

**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**

**«ЦИФРОВЫЕ УСТРОЙСТВА И МИКРОПРОЦЕССОРЫ»**

---

Направление: 11.03.01 Радиотехника

---

Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

---

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 «Цифровые устройства и микропроцессоры» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-3 Способность применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности	ОПК ОС-3.5
ОПК ОС-4 Способность понимать принципы работы современных информационных технологий, применять их при решении задач профессиональной деятельности, разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК ОС-4.4

### 1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-3.5	Использует навыки создания программ и работы с компьютерными программами схемотехнического моделирования для организации работы цифровых устройств	<b>Знать</b> стандарты и протоколы, применяемые в процессе проектирования отладки цифровых устройств <b>Уметь</b> программировать и работать с цифровыми устройствами <b>Владеть</b> навыками создания программ и работы с компьютерными программами схемотехнического моделирования для организации работы цифровых устройств.
ОПК ОС-4.4	Использует стандарты и протоколы, применяемые в процессе проектирования, отладки и эксплуатации аппаратных и программных средств микропроцессорных устройств. Владеет навыками программирования микроконтроллеров	<b>Знать</b> Знать стандарты и протоколы, применяемые в процессе проектирования отладки цифровых устройств <b>Уметь</b> Уметь программировать и работать с цифровыми устройствами <b>Владеть</b> Владеть навыками создания программ и работы с компьютерными программами схемотехнического моделирования для организации работы цифровых устройств

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Цифровые устройства и микропроцессоры» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Инженерная и компьютерная графика», «Физика», «Основы теории цепей», «Радиотехнические цепи и сигналы», «Электроника», «Основы микроэлектроники»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Устройства генерирования и формирования сигналов», «Основы построения программируемых устройств», «Радиотехнические системы», «Устройства приема и обработки сигналов»

### 3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	64	64
лекции	32	32
лабораторные работы	32	32
практические/семинарские занятия	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	44	44
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. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Основные понятия цифровой и импульсной техники	1	2	8	4			5	4	Устный опрос
2	Схемотехника цифровых устройств	2	4	1, 3	8					Устный опрос
3	Двоичные логические элементы	3	4	2, 4	8					Устный опрос
4	Элементы кодирования информации	4	2	5	4			3	32	Устный опрос
5	Запоминающие	5	4							Отчет

	устройства									
6	Структура и архитектура-микропроцессора	6	6	6, 7	8			1, 4	4	Устный опрос
7	Организация микропроцессорных систем	7	6					2	4	Просмотр
8	Методы и средства аппаратно-программной реализации алгоритмов работы МПУ	8	4							Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен, Курсовой проект
	Всего		32		32				80	

#### 4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

##### Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Основные понятия цифровой и импульсной техники	Представление и минимизация логических функций. Булева алгебра. Параметры микросхем. Сопряжение цифровых и аналоговых устройств. АЦП, ЦАП
2	Схемотехника цифровых устройств	Положительная и отрицательная логика. Микросхемы с тремя логическими состояниями. Транзисторно-транзисторная логика. Цифровые МС КМОП. Схемы с непосредственными связями (ТЛНС). Схемотехника ИС инжекционной логики И2Л. Совместное применение разных серий ТТЛ
3	Двоичные логические элементы	Шифраторы. Дешифраторы, Сумматоры. Компараторы. Мультиплексоры. Регистры.
4	Элементы кодирования информации	Сопряжение цифровых и аналоговых устройств. АЦП, ЦАП
5	Запоминающие устройства	Структура памяти в ЦУ, регистровая и матричная память. Элементарная ячейка памяти. ОЗУ. ПЗУ. Буферная память, стек.
6	Структура и архитектура-микропроцессора	Сопряжение цифровых и аналоговых устройств. АЦП, ЦАП. Структура микропроцессора. Архитектура микропроцессора. Организация адреса и вычисление памяти. Микропроцессорный блок. Организация ввода-вывода. Ассемблер. Формат команд и их классификация. Семейства однокристалльных 8-и и 16-и разрядных микроконтроллеров. Синхронизация МК, вопросы организации памяти, форматы регистров специальных функций
7	Организация микропроцессорных систем	Семейства модульных микроконтроллеров МС68НС16 и МС68300. Режимы работы многофункционального параллельного интерфейса

		и системно- ориентированного таймера, характеристика программно-доступных регистров. Универсальные процессоры CPU16 и CPU32, модульная технология построения многофункциональных устройств на одном кристалле. Обзор представителей семейств HC16 и 68300. Микропроцессорные системы, структура, возможности ,перспектива развития.
8	Методы и средства аппаратно- программной реализации алгоритмов работы МПУ	Специализация МК внутри семейств.Режимы работы многофункционального параллельного интерфейса и системно- ориентированного таймера, характеристика программно-доступных регистров Сравнительная оценка функциональных возможностей различных модификаций микроконтроллеров.

#### 4.3 Перечень лабораторных работ

##### Семестр № 6

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Исследование логических элементов	4
2	Исследование интегральных счетчиков и сумматоров	4
3	Исследование ГПИ на микросхемах	4
4	Исследование интегральных схем триггеров на базе универсального лабораторного стенда NI ELVIS	4
5	Исследование реверсивных счетчиков на базе микросхем ТТЛ	4
6	Составление и отладка программы для работы с портами ввода- вывода микроконтроллера AVR.	4
7	Составление программы и отладка для работы с UART- контроллером микроконтроллера AVR	4
8	Составление и отладка программы для работы с портами ввода- вывода микроконтроллера AVR	4

#### 4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

#### 4.5 Самостоятельная работа

##### Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение тренировочных и обучающих тестов	2
2	Выполнение тренировочных и обучающих тестов в дистанционном режиме	4

3	Написание курсового проекта (работы)	32
4	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	2
5	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	4

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=1873>

#### 5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

<https://el.istu.edu/course/view.php?id=1873>

#### 5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

<https://el.istu.edu/course/view.php?id=1873>

## 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 | Отчет

##### Описание процедуры.

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 K531PY8 - 74LS89

Рисунок 10 – Структурная схема 74LS89

D<sub>1</sub>,D<sub>2</sub>,D<sub>3</sub>,D<sub>4</sub>- информационные входы;

A<sub>0</sub>,A<sub>1</sub>,A<sub>2</sub>,A<sub>3</sub>- адресные входы;

O<sub>1</sub>,O<sub>2</sub>,O<sub>3</sub>,O<sub>4</sub>- 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) <sup>-</sup>	(WE) <sup>-</sup>	D <sub>n</sub>	O <sub>n</sub>
Запись	0	0	0	1
	0	0	1	0
Чтение	0	1	X	(Данные) <sup>-</sup>
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 K555ИД10, 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<sub>4</sub> и A<sub>5</sub>. 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 ячейку 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<sub>3</sub>=1, A<sub>2</sub>=1, A<sub>1</sub>=0 и A<sub>0</sub>=1, то в ячейку памяти №13 модуля RAM3 записывается информация с входов D<sub>1</sub>-D<sub>4</sub>, а в тринадцатую ячейку RAM4 – данные с входов D<sub>5</sub>-D<sub>8</sub>. 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

### Критерии оценивания.

Задание считается выполненным, если схема работоспособна и отчет составлен в соответствии с СТО ИрННТУ

### 6.1.2 семестр 6 | Просмотр

#### Описание процедуры.

На просмотр выносятся вопросы, касающиеся разделов темы согласно п. 5.1.1. В процессе обсуждения делаются акценты на специфичных моментах,  
Тема (раздел): в соответствии с п. 4.2.

### **Критерии оценивания.**

собеседование считается пройденным, если не менее 60% от присутствующих на занятии демонстрируют удовлетворительные знания по теме обсуждения

### **6.1.3 семестр 6 | Устный опрос**

#### **Описание процедуры.**

Тема Структура и архитектура-микропроцессора Описание процедуры: устный опрос проводится фронтально в начале каждой лекции по предыдущему материалу.

Организация и программное управление вводом-выводом информации; программное обеспечение, языки программирования высокого уровня.

10. Режимы работы интегрированных на кристалл новых периферийных устройств.

11. Организация последовательного интерфейса связи (Special Communication Interface-SCI).

12. Реализация узлов и устройств цифровой и оптической связи с использованием микропроцессорной техники.

Критерии оценки подробно описаны в п.6.1.1

2.Навыки работы с программой AVR Studio:

1.Отладка программы

1. Воспользуйтесь готовой программой, выполненной в Assembler

2. Запустите AVR Studio.

3. Нажмите New Project: Выберете Atmel AVR Assembler, в поле Project name введите имя, выберете путь для сохранения (желательно вашу папку), нажмите Next:

### **Критерии оценивания.**

Критерии оценки подробно описаны в п.6.1.1

### **6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

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

<b>Индикатор достижения компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации</b>
ОПК ОС-3.5	Знает стандарты и протоколы, применяемые в процессе проектирования отладки и эксплуатации аппаратных и программных средств микропроцессорных	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение практических заданий

ОПК ОС-4.4	Умеет применять нормативные документы при проектировании устройств на современных микропроцессорных БИС. Владеет навыками проектирования в среде Proteus	Устное 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 курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

#### 6.2.2.1.1 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:

Задача 5.  
Расчет автогенератора.

Исходные данные:

Частота автогенератора  $f = 400000 \text{ Гц}$

Амплитуда импульсов на обоих выходах автогенератора  $U_{\text{вых}} \geq 2.4 \text{ В}$

Монтажная нагрузочная емкость  $C_n = 15 \dots 50 \text{ пФ}$

Напряжение питания ИМС  $E = 5 \text{ В}$

Пороговое напряжение  $U_{\text{пор}} = 1.5 \text{ В}$

Сопротивление открытого диода  $r_d = 100 \text{ Ом}$

Напряжение открывания диода  $U_{\text{до}} = 0.6 \text{ В}$

1. По заданной частоте автогенератора определяем период колебаний:

$$T = 1/f = 1/\text{Гц} = \text{с}, \quad T = 1/400000 = 2,5 \text{ мкс.}$$

2. По периоду колебания определяем длительность импульса на первом выходе автогенератора:

$$t_{\text{и1}} = (0.3 \dots 0.4) * T = \text{с}, \quad t_{\text{и1}} = 0.3 * 2,5 * 10^{-6} = 0,75 \text{ мкс.}$$

3. Из чего следует что длительность фронта первого импульса:

$$t_{\text{ф1}} \leq 0.1 * t_{\text{и1}} = \text{с}, \quad t_{\text{ф1}} \leq 0,1 * 0,75 * 10^{-6} = 75 \text{ нс.}$$

4. По периоду колебания и длительности импульса на первом выходе определяем длительность импульса на втором выходе автогенератора:  
 $t_{i2} = T - t_{i1} = c, \quad t_{i2} = 2,5 - 0,75 = 1,75 \text{ мкс.}$

5. По значению длительности фронта первого импульса  $t_{f1}$  выбираем ИМС серии 133, марки К155.

Электрические параметры ИМС:

$I_{вх0}$ , мА	1,6	$R_{пот.ср}$ , мВт	22
$I_{вх1}$ , мкА	40	$t_{зад.p0,1}$ , нс	22
$R_{вых0}$ , Ом	30	$t_{зад.p1,0}$ , нс	15
$R_{вых1}$ , кОм	0,4		

1. Определяем значение средней временной задержки логического элемента:  
 $t_{зад} = 0,5 * (t_{зад.p0,1} + t_{зад.p1,0}) = c, \quad t_{зад} = 0,5 * (22 + 15) = 18,5 \text{ нс.}$

2. Определяем значение длительности фронта импульсов автогенератора:  
 $t_f = \sqrt{t_{зад}^2 + (3 * R_{вых1} * C_n)^2} = c,$   
 $t_f = \sqrt{(18,5 * 10^{-9})^2 + (3 * 400 * 15 * 10^{-12})^2} = 25,8 \text{ нс.}$

3. Сравниваем полученное и заданное значение:  
 $t_f < t_{f1}, \quad 25,8 \text{ нс} < 75 \text{ нс.}$

Условие выполняется.

4. Определяем величину входного сопротивления логического нуля выбранной ИМС:  
 $R_{вх0} = E / I_{вх0} = V / A = \text{Ом}, \quad R_{вх0} = 5 / 1,6 * 10^{-3} = 3125 \text{ Ом}$

5. Затем определяем сопротивление резистора в автогенераторе:  
 $R_1 \leq R_{вх0} / (E / U_{пор} - 1) = \text{Ом}, \quad R_1 \leq 3125 / (5 / 1,5 - 1) = 1339 \text{ Ом.}$

6. По ряду номиналов резисторов E24 выбираем номинал резистора с учетом приведенной выше формулы:  
 $R_1 = 1300 \text{ Ом} = 1,3 \text{ кОм.}$

7. Определяем величины скачков по фронтам импульсов:  
первого импульса:

$$U_{вф1} = E(R_1 + r_d) / (R_{вых1} + R_1 + r_d) = V,$$
$$U_{вф1} = 5 * (1300 + 100) / 400 + 1300 + 100 = 3,9 \text{ В.}$$

$r_d = 100 \text{ Ом}$  - сопротивление открытого диода, встроенного в ИМС.

второго импульса:

$$U_{вф2} = (E * R_1 - U_{пор} * R_{вых1}) / (R_{вых1} + R_1) = V,$$
$$U_{вф2} = (5 * 1300 - 1,5 * 400) / (400 + 1300) = 3,5 \text{ В.}$$

8. Сравниваем данные значение с заданным ( $U_{вых} \geq 2,4 \text{ В}$ ):

$$U_{вф1} = 3,9 \text{ В}, \quad 2,4 \leq 3,9$$

$$U_{вф2} = 3,5 \text{ В}, \quad 2,4 \leq 3,5$$

Обе величины больше заданной амплитуды.

9. промежуточное значение для расчета емкости конденсатора:

$$V = R_1 * (E + U_{пор}) / (R_{вых1} + R_1) * U_{пор},$$

$$V = 1300 * (5 + 1,5) / (400 + 1300) * 1,5 = 3,3$$

$$C_1 = t_{i1} / (R_{вых1} + R_1) * L_n(V) = \Phi, \quad C_1 = 0,75 * 10^{-6} / (400 + 1300) * L_n(3,3) = 370 * 10^{-12} \text{ Ф}$$

10. По ряду номиналов конденсаторов E24 выбираем номинал конденсатора с учетом приведенной выше формулы:

$$C_1 = 360 \text{ пФ.}$$

11. Проверяем правильность выбора резистора  $R_1$  и конденсатора  $C_1$ :

Находим время разряда  $C_1$  через выходную цепь элемента в состоянии «0» и открытый встроенный диод:

$$t_1 = 3,5 * C_1 * (R_{вых0} + r_d) = c,$$

$$t_1 = 3,5 * 360 * 10^{-12} * (30 + 100) = 0,164 \text{ мкс.}$$

Определяем время отводимое для перезарядки  $C_1$  входными и выходными токами

первого логического элемента автогенератора:

$$z = t_{i1} - t_1 = c, \quad z = 0,75 - 0,164 = 0,586 \text{ мкс.}$$

Находим реальное время, необходимое для перезарядки  $C_1$ , где эквивалентная постоянная времени перезаряда равна:

$$t_3 = C_1 * (R_{\text{вых}1} + R_1) * R_{\text{вх}0} / (R_{\text{вых}1} + R_1 + R_{\text{вх}0}) = c,$$

$$t_3 = 360 * 10^{-12} * (400 + 1300) * 3125 / (400 + 1300 + 3125) = 0,396 * 10^{-6} \text{ с,}$$

$$y = t_3 * \text{Ln}((E + U_{\text{до}}) / (E - U_{\text{пор}})) = c,$$

$$y = 0,396 * 10^{-6} * \text{Ln}((5 + 0,6) / (5 - 1,5)) = 0,186 * 10^{-6}$$

Расчет делителя частоты.

Исходные данные:

Частота автогенератора  $f = 400000 \text{ Гц}$

Период повторения пусковых импульсов  $T = 1 \text{ мс}$

1. Определяем коэффициент деления частоты (КДЧ):

$$\text{КДЧ} = f * T, \quad \text{КДЧ} = 400000 * 1 * 10^{-3} = 400.$$

2. Разбиваем КДЧ на простые сомножители:

$$\text{КДЧ} = K_1 * K_2 * K_3 * \dots * K_n, \quad \text{КДЧ} = 5 * 10 * 8$$

ИМС счетчиков: К555ИЕ2 с  $K = 5, 10$  и К555ИЕ5 с  $K = 8$

Длительность выходного импульса делителя частоты

Расчет формирователя коротких пусковых импульсов.

Исходные данные:

Длительность выходного импульса  $t_{\text{вых}} = 1 \text{ мкс}$

Длительность входного импульса  $t_{\text{вх}} = 0,5 \text{ мс}$

Период повторения выходных импульсов  $T = 1 \text{ мс}$

1. Определяем длительность фронта выходных (пусковых) импульсов:

$$t_{\text{фвх}} \leq 0,1 * t_{\text{вых}} = c, \quad t_{\text{фвх}} \leq 1 * 10^{-6} * 0,1 = 100 \text{ нс.}$$

2. По значению длительности фронта первого импульса  $t_{\text{фвх}}$  выбираем серию ИМС.

Подходят логические элементы серии 133, К155.

Электрические параметры ИМС:

$I_{\text{вх}0}$ , мА 1,6  $P_{\text{пот.ср}}$ , мВт 22

$I_{\text{вх}1}$ , мкА 40  $t_{\text{зад.р}0,1}$ , нс 22

$R_{\text{вых}0}$ , Ом 30  $t_{\text{зад.р}1,0}$ , нс 15

$R_{\text{вых}1,кОм}$  0,4

3. Определяем сопротивление резистора  $R_2$ , подключенного к входу первого элемента формирователя выбранного ИМС:

$$R_{\text{вх}0} = E / I_{\text{вх}0} = V / A = \text{Ом}, \quad R_{\text{вх}0} = 5 / 1,6 * 10^{-3} = 3125 \text{ Ом.}$$

$$R_1 \leq R_{\text{вх}0} / (E / U_{\text{пор}} - 1) = \text{Ом}, \quad R_1 \leq 3125 / (5 / 1,5 - 1) = 1339 \text{ Ом.}$$

4. Определяем сопротивление резистора  $R_3$  подключенного к выходу первого элемента:

$$R_3 \leq R_{\text{вх}0} / (E / E_{\text{н}0} - 1) = \text{Ом}, \quad R_3 \leq 3125 / (5 / 0,5 - 1) = 892,9 \text{ Ом.}$$

$$R_3 = 910 \text{ Ом}$$

5. Определяем емкость конденсатора

где  $E_1=0,9E=4,5В$

6. Определяем время восстановления напряжения на конденсаторе:

7. Проверяем выполнение условия восстановления:

Условие выполняется.

Диаграммы напряжений формирователя коротких импульсов.

Расчет ждущего генератора ПИ

Исходные данные:

Длительность выходного импульса  $t_{\text{вых}} = 5\text{мкс}$

Амплитуда выходных импульсов  $U_{\text{вых}} \geq 2.4В$

Период повторения пусковых импульсов  $T = 1\text{мс}$

1.  $t_{\text{фвых}} \leq 0.1 * t_{\text{вых}} = \text{с}$ ,  $t_{\text{фвых}} \leq 5 * 10^{-6} * 0.1 = 500\text{нс}$ .

Выбираем микросхему серии 134, К158.

Электрические параметры ИМС:

$I_{\text{вх0}}$ , мА 1.8  $P_{\text{пот.ср}}$ , мВт 2

$I_{\text{вх1}}$ , мкА 12  $t_{\text{зад.р0,1}}$ , нс 100

$R_{\text{вых0}}$ , Ом 30  $t_{\text{зад.р1,0}}$ , нс 100

$R_{\text{вых1}}$ , кОм 0.8

2. Определяем сопротивление резисторов  $R_4$  и  $R_5$ , подключенных к входам логических элементов генератора, при этом  $R_4 = R_5$ :

$R_{\text{вх0}} = E / I_{\text{вх0}} = В / А = \text{Ом}$ ,  $R_{\text{вх0}} = 5 / 1.8 * 10^{-3} = 2,7\text{кОм}$ .

$R_4 \leq R_{\text{вх0}} / (E / U_{\text{пор}} - 1) = \text{Ом}$ ,  $R_4 \leq 27778 / (5 / 1.5 - 1) = 11905\text{Ом}$

$R_4 = R_5 = 11000\text{Ом}$ .

3. Определяем постоянное смещение на входах логических элементов:

4. Рассчитываем амплитуду выходного импульса:

5. Находим значение промежуточной величины:

,  $E=5В$ .

6. Находим емкость конденсатора:

7. Определяем время восстановления напряжения на конденсаторе:

Проверяем выполнение условия:

Условие выполняется.

Диаграмма напряжений ждущего генератора ПИ.

#### 6.2.2.1.2 Критерии оценивания

<b>Отлично</b>	<b>Хорошо</b>	<b>Удовлетворительно</b>	<b>Неудовлетворительно</b>
Расчеты выполнены верно, пояснительная записка оформлена грамотно, доклад четкий, содержательный, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно отвечает на вопросы, правильно обосновывает принятое решение при выборе оборудования, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач	Расчеты выполнены верно, пояснительная записка оформлена грамотно, доклад четкий, твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, но допускает небольшие неточности в ответах на вопросы, обосновывает принятое решение при выборе оборудования	В расчетах есть незначительные ошибки, пояснительная записка оформлена грамотно, доклад не достаточно четкий, имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки в ответах на вопросы, нарушения логической последовательности в изложении материала	В расчетах есть значительные ошибки, пояснительная записка оформлена с ошибками, доклад не достаточно четкий, не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями обосновывает выбор оборудования

#### 6.2.2.2 Семестр 6, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

##### 6.2.2.2.1 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.

Вопросы на экзамен по курсу «Цифровые устройства и микропроцессоры»

1. Основные параметры микросхем
2. Системы счисления
3. Элементы ТТЛ.
4. Элементы ЭСЛ
5. Элементы МОП и МДП
6. Элементы КМОП
7. Триггеры( общая характеристика).
8. Асинхронный RS-триггер.
9. Синхронный D-триггер.
10. Универсальный JK-триггер.
11. Универсальный JK-триггер с дополнительными RS-входами
12. Схемы преобразования триггеров.
13. Организация памяти (классификация, основные характеристики).
14. Полупроводниковые элементы памяти.
15. Оперативная память
16. Постоянное запоминающее устройство (ПЗУ)
17. Стековая память
18. Буферная память
19. Структурная схема процессора(блок-схема)
20. Последовательный и параллельный способы передачи информации.
21. Структура памяти в микропроцессоре AVR.
22. Оперативная память в микропроцессоре AVR
23. Арифметико-логическое устройство. Регистр флагов. Очередь команд.
24. Регистры общего назначения.
25. Структура систем ввода-вывода
26. Основные типы и структура каналов ввода-вывода
27. Структурная схема микроконтроллера. Назначение его основных узлов.
28. Трехшинная архитектура микро ЭВМ. Шины адреса, данных и управления.
29. Мультиплексная шина адреса–данных. Управление памятью и внешними устройствами. Дескрипторы. Организация стека.
30. Назначение сигналов готовности, запроса прерываний и запроса прямого доступа к памяти..
31. Методы адресации данных: непосредственная, прямая, регистровая, косвенно регистровая, косвенная регистровая относительная, базовая индексная, относительная базовая индексная.
32. Методы адресации переходов: внутрисегментный прямой, короткие переходы, внутрисегментный косвенный, межсегментный прямой, межсегментный косвенный.

33. Мультипроцессорные системы.

34. ПЛИС, назначение, параметры, структура.

Код компетенции   Номера вопросов

ОПК ОС-3   15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27

ОПК ОС-4   1,2,3,10,14,28,29,30,31,32,33,34,35,34

Пример задания:

Преподаватель  
12.03.2025 г.

Л.В.Просвирякова

Заведующий кафедрой

А.Г. Ченский\_

#### 6.2.2.2 Критерии оценивания

<b>Отлично</b>	<b>Хорошо</b>	<b>Удовлетворительно</b>	<b>Неудовлетворительно</b>
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 видоизменении заданий, использует в ответе материал научной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними	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.

навыками и приемами выполнения практических задач.			
--	--	--	--

## 7 Основная учебная литература

1. Гусев В. Г. Электроника и микропроцессорная техника : учеб. для вузов по направлению подгот. бакалавров и магистров "Биомед. инженерия"... / В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев, 2006. - 797.
2. Иванов В. Н. Электроника и микропроцессорная техника : учебник / В. Н. Иванов, И. О. Мартынова, 2016. - 280 [2].
3. Кузин А. В. Микропроцессорная техника : учебник для студентов среднего профессионального образования / А. В. Кузин, М. А. Жаворонков, 2010. - 304.
4. Пионкевич В. А. Цифровая микропроцессорная техника : лабораторный практикум / В. А. Пионкевич, 2021. - 48.
5. Просвирякова Л. В. Микропроцессорная техника : электронный курс / Л. В. Просвирякова, 2022
6. Просвирякова Л. В. Цифровые устройства и микропроцессоры : лабораторный практикум / Л. В. Просвирякова, 2018. - 118.

## 8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Электроника и микропроцессорная техника. Дипломное проектирование систем автоматизации и управления : учеб. для вузов по направлению подгот. "Автоматизация и упр." / С. Г. Григорьян [и др.], 2007. - 568.
2. Кузин А. В. Микропроцессорная техника : учебник для СПО / А. В. Кузин, М. А. Жаворонков, 2008. - 304.
3. Пионкевич В. А. Цифровая микропроцессорная техника : монография / В. А. Пионкевич, 2022. - 240.

## 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.