



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФГБОУ ВО «ИГУ»

**Кафедра радиофизики и радиоэлектроники**



УТВЕРЖДАЮ  
Декан ~~\_\_\_\_\_~~ Буднев Н.М.

«17» апреля 2024 г.

Наименование дисциплины **Б1.В.ДВ.02.02 Дополнительные главы цифровой электроники Ч.2**

Направление подготовки **03.03.03 Радиофизика**

Направленность (профиль) подготовки **Радиофизика: радиоэлектронные устройства, обработка сигналов и автоматизация**

Квалификация выпускника **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Согласовано с УМК физического факультета

Протокол №42 от «15» апреля 2024 г.

Председатель ~~\_\_\_\_\_~~ Буднев Н.М.

Рекомендовано кафедрой радиофизики и радиоэлектроники:

Протокол № 8 от «08» апреля 2024 г.

И.О. зав. кафедрой ~~\_\_\_\_\_~~ Колесник С.Н.

Иркутск 2024 г.

## Содержание

I. Цели и задачи дисциплины .....	3
II. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО .....	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины.....	3
IV. Содержание и структура дисциплины .....	4
4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов .....	4
4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	5
4.3. Содержание учебного материала .....	6
4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ .....	6
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС) .....	7
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.....	7
4.5. Примерная тематика курсовых работ .....	8
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	8
а) основная литература .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
б) дополнительная литература.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	9
6.1. Учебно-лабораторное оборудование: .....	9
6.2. Программное обеспечение:.....	9
6.3. Технические и электронные средства:.....	9
VII. Образовательные технологии .....	9
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации.....	9

## I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения учебной дисциплины «Дополнительные главы цифровой электроники Ч.2» является формирование у студентов умения проектирования логических функциональных схем комбинационной и последовательной логик.

Задачами освоения учебной дисциплины являются изучение студентами методов проектирования в САПР функциональных логических схем и формирование у обучающихся устойчивой мотивации к самообразованию путем организации их самостоятельной деятельности.

## II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Б1.В.ДВ.02.02 Дополнительные главы цифровой электроники Ч.2» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, по направлению 03.03.03 «Радиофизика».

Изучение курса предполагает наличие полученных на предыдущем уровне образования основных знаний по дисциплине: «Теоретические основы цифровой электроники».

Полученные в процессе изучения курса знания и навыки могут быть использованы в процессе изучения следующих дисциплин: «Дополнительные главы физической электроники», а также для выполнения производственной практики и выпускной квалификационной работы, и в дальнейшей профессиональной работе.

## III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки **03.03.03 Радиофизика**.

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-2 <i>Способен использовать в профессиональной деятельности принципы построения и работы современных радиоэлектронных устройств</i>	ИДК ПК-2.3 <i>Описывает процессы, происходящие в современных устройствах, используя фундаментальные знания в области радиофизики</i>	Знать: основы булевой алгебры (алгебры логики); основы теории конечных автоматов; основы комбинационной и последовательной логик Уметь: проектировать логические схемы комбинационной и последовательной логик; синтезировать логические схемы из заданных конечных автоматов Владеть: навыками работы с программным обеспечением САПР

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов,  
 Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой

##### 4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успеваемости
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Проектирование комбинационной логики	8	49,5		6	18	0,5	25	Разноуровневые задания к лабораторной работе 1
2	Проектирование последовательной логики и цифровых функциональных узлов	8	50,5		6	18	0,5	26	Разноуровневые задания к лабораторной работе 2

#### 4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения (неделя семестра)	Трудоемкость (час.)		
8	Проектирование комбинационной логики	Внеаудиторная работа с учебником, справочной литературой, первоисточниками, конспектом	5	25	Разноуровневые задания к лабораторной работе 1	Источники из основной и дополнительной литературы; Самостоятельный поиск литературы на образовательных ресурсах, доступные по логину и паролю, предоставляемым Научной библиотекой ИГУ
8	Проектирование последовательной логики и цифровых функциональных узлов		10	26	Разноуровневые задания к лабораторной работе 2	
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				<b>51</b>		

### 4.3. Содержание учебного материала

#### Раздел 1. Проектирование комбинационной логики.

Системы счисления. Логические вентили И, НЕ, ИЛИ, буферы, другие логические элементы и их характеристики. ТТЛ, ТТЛШ, КМОП, псевдо n-МОП технологии. Булева алгебра. Аксиомы булевой алгебры. Теоремы одной переменной. Теоремы с несколькими переменными. Минимизация уравнений булевой алгебры. Метод Квайна. Карты Карно. Многоуровневая комбинационная логика. Базовые комбинационные блоки. Мультиплексоры. Дешифраторы. Временные характеристики.

#### Раздел 2. Проектирование последовательной логики и цифровых функциональных узлов.

RS-триггер. D-Триггер. JK-триггер. T-триггер. Регистр. Триггер с функцией разрешения. Триггер с функцией сброса. Синхронные последовательностные схемы. Синхронные и асинхронные схемы. Конечные автоматы. Автоматы Мура и Мили. Декомпозиция конечных автоматов. Синхронизация последовательностных схем. Синтез конечных автоматов. Арифметические схемы сложения, вычитания. Компараторы. АЛУ. Схемы сдвига и циклического сдвига. Функциональные узлы последовательностной логики. Счетчики. Сдвигающие регистры.

#### 4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/н	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Раздел 1	Логические вентили И, НЕ, ИЛИ. ТТЛ, ТТЛШ, КМОП, псевдо n-МОП технологии. Минимизация уравнений булевой алгебры. Многоуровневая комбинационная логика. Базовые комбинационные блоки. Мультиплексоры. Дешифраторы. Временные характеристики.	18		Разноуровневые задания к лабораторной работе 1	ПК-2
2	Раздел 2	RS-триггер. D-Триггер. JK-триггер. T-триггер. Регистр. Триггер с функцией разрешения. Триггер с функцией сброса. Синхронные последовательностные схемы. Синхронные и асинхронные схемы. Конечные автоматы. Автоматы Мура и Мили. Декомпозиция конечных автоматов. Синхронизация последовательностных	18		Разноуровневые задания к лабораторной работе 2	ПК-2

		схем. Синтез конечных автоматов. Арифметические схемы сложения, вычитания. Компараторы. АЛУ. Схемы сдвига и циклического сдвига. Функциональные узлы последовательностной логики. Счетчики. Сдвигающие регистры.				
--	--	---	--	--	--	--

#### 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	2	3	4	5
1	Проектирование комбинационной логики	- повторение и углубленное изучение учебного материала курса “Теоретические основы цифровой электроники”. - самостоятельный поиск и изучение материала, не представленного в рамках курса “Теоретические основы цифровой электроники”.	ПК-2	ПК-2.3
2	Проектирование последовательной логики и цифровых функциональных узлов	- подготовка к выполнению практических работ.		

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов – индивидуальная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства преподавателя (научного руководителя (консультанта), в ходе которой студент активно воспринимает, осмысливает полученную информацию, решает теоретические и практические задачи. В процессе проведения самостоятельной работы формируются компетенции ПК-2.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов заключается в:

- теоретической подготовке по изучаемым темам для успешного выполнения практических заданий в представленной САПР;
- повторении и углубленном изучении учебного материала курса “Теоретические основы цифровой электроники”;
- самостоятельном поиске и изучении материала, не представленного в рамках курса “Теоретические основы цифровой электроники”.

Самостоятельная работа проводится в соответствии с предложенным в разделе 4.2 графиком.

Для подготовки к выполнению практических и лабораторных работ рекомендуется пользоваться основной и дополнительной учебно-методической литературой,

представленной в разделе 5, а также самостоятельно проводить поиск литературы на образовательных ресурсах, доступные по логину и паролю, предоставляемым Научной библиотекой ИГУ.

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ

Выполнение курсовых работ не предусмотрено учебным планом

### УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### а) перечень литературы

1. Шоломов Л.А. Основы теории дискретных логических и вычислительных устройств [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Л. А. Шоломов. - Москва: Лань, 2011. - 429 с. - ISBN 978-5-8114-1197-9 (Режим доступа: ЭБС "Лань". - Неогранич. доступ). <https://e.lanbook.com/book/1556>
2. Пухальский Г.И. Проектирование цифровых устройств [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Г. И. Пухальский, Т. Я. Новосельцева. - Москва: Лань, 2012. - 888 с. - ISBN 978-5-8114-1265-5 (Режим доступа: ЭБС "Лань". - Неогранич. доступ). <https://e.lanbook.com/book/68474>
3. Монаков, А.А. Математическое моделирование радиотехнических систем. [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2016. — 148 с. (Режим доступа: ЭБС "Лань". - Неогранич. доступ). <https://e.lanbook.com/book/76276+>
4. Фрике К. Вводный курс цифровой электроники: учеб. пособие / К. Фрике; Пер. с нем. под ред. и с доп. В. Я. Кремлева. - 2-е изд., испр. - М.: Техносфера, 2004. - 428 с. - ISBN 5-94836-015-6 (19 экз.)
5. Ткаченко, Ф.А. Электронные приборы и устройства. [Электронный ресурс]: учеб. — Электрон. дан. — Минск: Новое знание, 2011. — 682 с. (Режим доступа: ЭБС "Лань". - Неогранич. доступ). <https://e.lanbook.com/book/2922>
6. Хайнеман, Р. Визуальное моделирование электронных схем в PSPICE. [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — М.: ДМК Пресс, 2009. — 336 с. (Режим доступа: ЭБС "Лань". - Неогранич. доступ). <https://e.lanbook.com/book/890>
7. Каганов, В.И. Основы радиоэлектроники и связи. [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.И. Каганов, В.К. Битюков. — Электрон. дан. — М.: Горячая линия-Телеком, 2012. — 542 с. (Режим доступа: ЭБС "Лань". - Неогранич. доступ). <https://e.lanbook.com/book/5158>
8. Гаврилов, Л.П. Расчет и моделирование линейных электрических цепей с применением ПК. Учебное пособие для студентов машиностроительных вузов. [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Л.П. Гаврилов, Д.А. Соснин. — Электрон. дан. — М.: СОЛОН-Пресс, 2010. — 448 с. (Режим доступа: ЭБС "Лань". - Неогранич. доступ). <https://e.lanbook.com/book/13682>
- Лихтарников, Л.М. Математическая логика. Курс лекций. Задачник-практикум и решения. [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Л.М. Лихтарников, Т.Г. Сукачева. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2009. — 288 с. (Режим доступа: ЭБС "Лань". - Неогранич. доступ). <https://e.lanbook.com/book/231>

#### б) периодические издания

#### в) список авторских методических разработок

#### г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Поисковые системы Google, Yandex.

2. Электронные ресурсы доступные по логину и паролю, предоставляемые Научной библиотекой ИГУ.

## **VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1 Учебно-лабораторное оборудование:**

Компьютерный класс со специализированным программным обеспечением САПР Micro-Cap для проведения практических занятий, офисное оборудование для оперативного размножения иллюстративного и раздаточного материала.

### **6.2 Программное обеспечение:**

Установленное ПО САПР для моделирования электрических схем: бесплатное ПО Micro-Cap 11.0.20 Evaluation Version.

### **6.3 Технические и электронные средства:**

В ходе учебного процесса используются технические средства обучения и контроля знаний студентов (презентации, контролирующие программ, демонстрационных установок), использование которых предусмотрено методической концепцией преподавания

## **VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Лабораторные занятия проводятся в интерактивной форме.

## **VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **Оценочные средства текущего контроля.**

Текущий контроль направлен на выявление сформированности компетенций ПК-2. Для реализации текущего контроля используется балльно-рейтинговая система оценки. Индикатором сформированности компетенции является начисление студенту баллов за выполнение каждого практического задания, получения премиальных баллов. За посещение одного вида занятий дается 0,5 балла (максимально 19 занятий (Пз+КСР) \* 0,5 балла = 9,5 баллов).

В ходе практических занятий студенты выполняют различные по сложности и направленности задания. За выполнение каждого задания каждого раздела студенту начисляются баллы, соответствующее сложности задания. Минимально для получения зачета необходимо получить по 20 баллов за каждый из разделов (пороговое значение 40 баллов за 2 раздела). Необходимый минимум баллов набирается при выполнении 60-80% практических заданий, в зависимости от уровня сложности задания. Примерные разноуровневые задания к практическим работам приведены в приложении.

Возможны «премиальные» баллы (до 10), которые могут быть добавлены студенту за активные формы работы, высокое качество выполненных практических работ и т.д. Максимальное количество баллов за текущую работу в семестре ограничивается 100 баллами.

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации (в форме экзамена).**

Промежуточная аттестация направлена на проверку сформированности компетенций ПК-2 и проводится в форме экзамена.

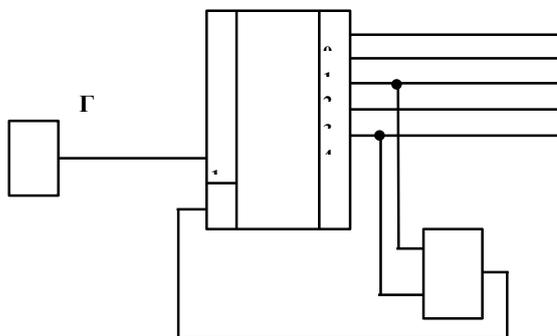
Студент допускается к экзамену в том случае, если он наберет за выполнение разноуровневых заданий пороговые 40 баллов (по 20 за каждый раздел). К данному рейтингу студента суммируются полученные им «премиальные» баллы и баллы за посещение занятий. В результате получается итоговый рейтинг студента, переводящийся в академическую оценку дифференциального зачета.

Критерии определения академической оценки дифференцированного зачета на основании итогового рейтинга студента.

Итоговый рейтинг студента	Академическая оценка
86-100 баллов	Отлично
71-85 баллов	Хорошо
50-70 баллов	Удовлетворительно

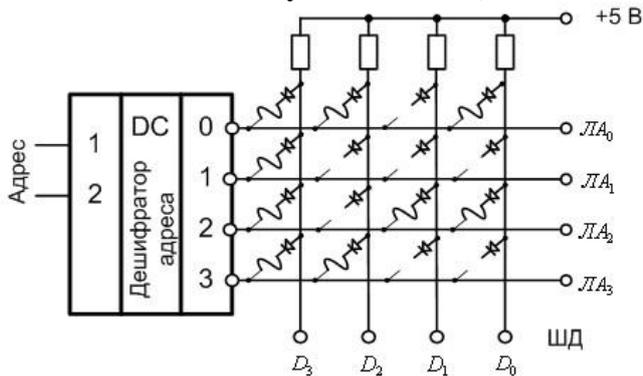
Пример тестовых заданий для проверки сформированности компетенции ПК-2:

1. На рисунке представлен циклический счетчик. Коэффициент его пересчета равен:



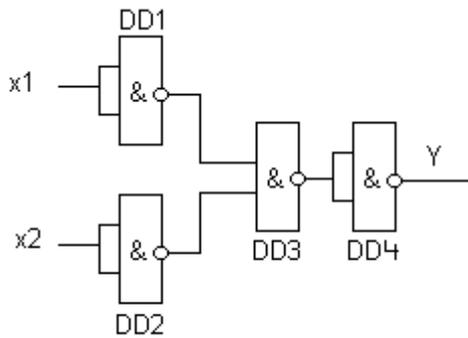
- A. 30
- B. 10
- C. 16
- D. 15
- E. 20

2. Выделите таблицу истинности, соответствующую схеме ПЗУ



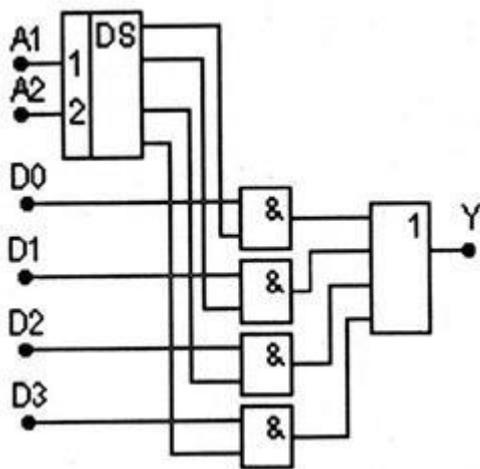
А		В		С		D	
Адрес	Данные	Адрес	Данные	Адрес	Данные	Адрес	Данные
00	0010	00	1101	00	0011	00	1100
01	0111	01	1000	01	0100	01	1011
10	0100	10	1011	10	0111	10	1000
11	0011	11	1100	11	0010	11	1101

3. Какую логическую функцию реализует устройство, схема которого представлена на рисунке?



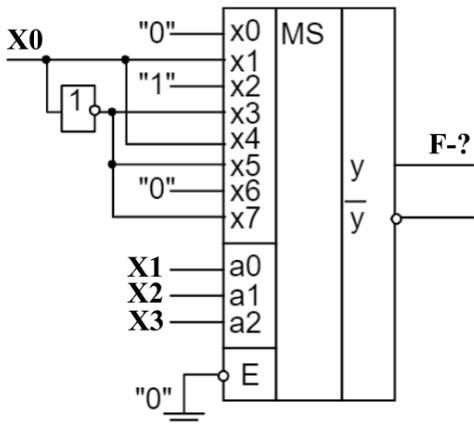
- A. ИЛИ
- B. И-НЕ
- C. И
- D. ИЛИ-НЕ

4. Логическая структура какого устройства показана на рисунке?



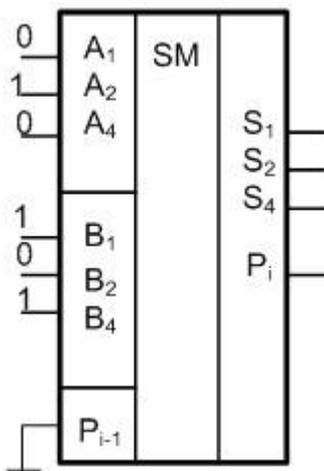
- A. Мультиплексор
- B. Дешифратор
- C. Регистр
- D. Счетчик
- E. Шифратор
- F. Демультимплексор

5. Какую функцию ( $Y_1, Y_2, Y_3, Y_4$ ) от 4 аргументов реализует схема, представленная на рисунке?



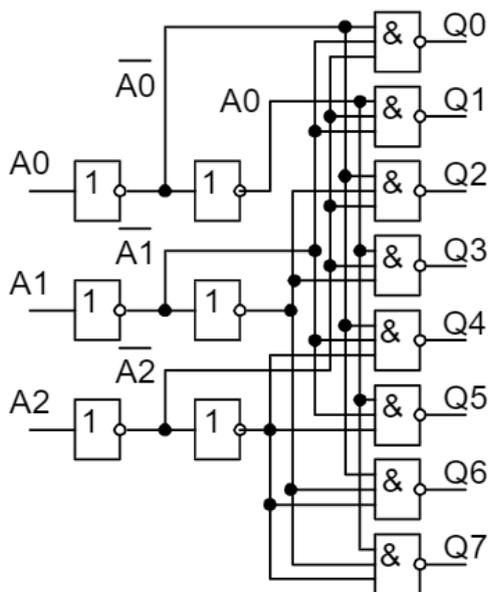
X3	X2	X1	X0	A	B	C	D
0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	0	1	0	1	1
0	0	1	1	1	1	0	1
0	1	0	0	1	1	0	1
0	1	0	1	1	1	0	1
0	1	1	0	0	1	0	1
0	1	1	1	0	0	1	1
1	0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	1	1	1	1	0
1	0	1	0	1	1	1	0
1	0	1	1	1	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	1
1	1	0	1	0	0	0	1
1	1	1	0	0	1	0	1
1	1	1	1	0	0	1	0

6. Укажите правильные коды на выходе сумматора



- A.  $S_4S_2S_1 = 111_2, P_i = 0$
- B.  $S_4S_2S_1 = 000_2, P_i = 1$
- C.  $S_4S_2S_1 = 111_2, P_i = 1$
- D.  $S_4S_2S_1 = 000_2, P_i = 0$

7. На рисунке представлена схема

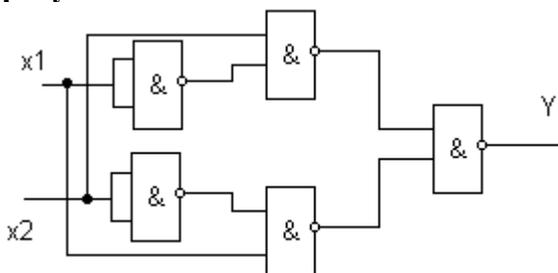


- A. шифратора
- B. дешифратора
- C. сумматора
- D. компаратора
- E. полусумматора
- F. регистрового файла
- G. мультиплексора

8. В регистрах какого типа выход каждого предыдущего триггера соединен с входом D следующего триггера?

- A. в параллельных регистрах
- B. в сдвиговых регистрах
- C. во всех регистрах

9. Какую логическую функцию реализует устройство, схема которого представлена на рисунке?



- A. Дизъюнкция
- B. Штрих Шеффера
- C. Стрелка Пирса
- D. Сумма по модулю 2
- E. Импликация
- F. Эквивалентность

**10. Как перевести D триггер в счетный режим?**

- A. соединить входы D и C
- B. соединить вход C с инверсным выходом
- C. соединить вход D с прямым выходом
- D. все перечисленные операции сделать одновременно
- E. соединить вход D с инверсным выходом

**Разработчик:**



доцент, А.Л. Семенов

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учитывает рекомендации ПООП по направлению и профилю подготовки **03.03.03 Радиофизика**.

Программа рассмотрена на заседании кафедры радиофизики и радиоэлектроники «08» апреля 2024 г. протокол № 8

И.О. зав. кафедрой  Колесник С.Н.

*Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.*