

Министерство образования Белгородской области
Областное государственное автономное
профессиональное образовательное учреждение
«Белгородский индустриальный колледж»

Рассмотрено
цикловой комиссией
информатики и ПОВТ
Протокол заседания № 1
от «01» сентября 2023 г.
Председатель цикловой комиссии
_____ /Шершнева М.А

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению лабораторных работ
по **МДК 01.01 ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦИФРОВОЙ ТЕХНИКИ**

по специальности

09.02.01 Компьютерные системы и комплексы

Квалификация - Специалист по компьютерным системам

Разработчик:
Преподаватель
Белгородского индустриального
колледжа
Сивокобыленко Н.В.

Белгород 2023 г.

Содержание

	Стр.
1. Пояснительная записка	3
1.1. Краткая характеристика дисциплины, ее цели и задачи. Место лабораторных работ в курсе дисциплины	3
1.2. Организация и порядок проведения лабораторных работ	3
1.3. Общие указания по выполнению лабораторных работ	3
1.4. Критерии оценки результатов выполнения лабораторных работ	4
2. Тематическое планирование лабораторных работ	7
3. Содержание лабораторных работ	9
Лабораторная работа № 1. Организация рабочего места с учетом требований органов технического надзора. Оказание первой доврачебной помощи при различных видах травм.	9
Лабораторная работа № 2. Моделирование цифровых схем в программе gEDA	12
Лабораторная работа № 3. Моделирование цифровых схем в программе gEDA	13
Лабораторная работа № 4. Исследование микросхем комбинационного типа малой интеграции	15
Лабораторная работа № 5. Исследование синтеза комбинационного цифрового устройства с одним выходом	17
Лабораторная работа № 6. Исследование работы сумматора	19
Лабораторная работа № 7. Исследование работы дешифратора	20
Лабораторная работа № 8. Исследование работы шифратора	22
Лабораторная работа № 9. Исследование работы мультиплексора	24
Лабораторная работа № 10. Исследование работы демультимплексора	26
Лабораторная работа № 11. Исследование работы АЛУ	28
Лабораторная работа № 12. Исследование работы компаратора	30
Лабораторная работа № 13. Моделирование цифровых схем в программе gEDA	32
Лабораторная работа № 14. Исследование последовательного цифрового устройства	34
Лабораторная работа № 15. Исследование регистра сдвига	36
Лабораторная работа № 16. Исследование интегральной микросхемы	38
Лабораторная работа № 17. Исследование и расчет счетчика импульса	40
Лабораторная работа № 18. Исследование счетчика с последовательным переносом	42
Лабораторная работа № 19. Исследование счетчика с параллельным переносом	44
Лабораторная работа № 20. Исследование триггера Шмита4	46
4. Информационное обеспечение обучения	48

1. Пояснительная записка

1.1. Краткая характеристика МДК, ее цели и задачи. Место лабораторных работ в курсе МДК

МДК. 01.01 Основы проектирования цифровой техники является частью рабочей основной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности СПО 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы квалификация - специалист по компьютерным системам.

МДК изучается в III и IV семестрах. В целом рабочей программой предусмотрено 40 часов на выполнение лабораторных работ. Обязательная аудиторная нагрузка составляет 92 часа, при этом максимальная нагрузка составляет 102 часа, из них 4 часа приходится на самостоятельную работу обучающихся и 6 часов выделено для консультаций.

Цель настоящих методических рекомендаций: оказание помощи обучающимся в выполнении лабораторных работ по МДК. 01.01 Основы проектирования цифровой техники, качественное выполнение которых поможет обучающимся освоить обязательный минимум содержания курса и подготовиться к промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета.

1.2. Организация и порядок проведения лабораторных работ

Лабораторные работы проводятся после изучения теоретического материала. Введение лабораторных работ в учебный процесс служит связующим звеном между теорией и практикой. Они необходимы для закрепления теоретических знаний, а также для получения практических навыков и умений. При проведении лабораторных работ задания, выполняются студентом самостоятельно, с применением знаний и умений, усвоенных на предыдущих занятиях, а также с использованием необходимых пояснений, полученных от преподавателя. Обучающиеся должны иметь методические рекомендации по выполнению лабораторных работ, конспекты лекций, измерительные и чертежные инструменты, средство для вычислений.

1.3. Общие указания по выполнению лабораторных работ

Курс лабораторных работ по МДК. 01.01 Основы проектирования цифровой техники предусматривает проведение 20 работ, посвященных изучению:

- Моделирования цифровых схем в программе gEDA;
- Исследование микросхем комбинационного типа различной интеграции
- Исследование работы шифраторов и дешифраторов
- Исследования и работа с расчетами счетчиков импульса

При подготовке к проведению лабораторной работы необходимо:

- ознакомиться с лабораторным оборудованием;
- ознакомиться с порядком выполнения работы.

После выполнения лабораторной работы обучающийся к следующему занятию оформляет отчет, который должен содержать:

- название лабораторной работы, ее цель;

- краткие, общие сведения об изучаемом лабораторном оборудовании;
- необходимый графический материал, указанный преподавателем при выполнении лабораторной работы (принципиальная схема лабораторной установки, графики);
- данные, полученные непосредственно из проводимых опытов;
- результаты обработки данных опытов с необходимыми пояснениями;
- графический материал, отображающий полученные в ходе опытов значения измеряемых величин;
- оценку результатов испытаний.

При работе в лаборатории необходимо руководствоваться инструкциями по технике безопасности, учитывающими все специфические особенности лаборатории, такие как наличие высокого напряжения, легкодоступных для прикосновения токоведущих частей электрооборудования.

В лаборатории нельзя находиться в отсутствие преподавателя или лица, ответственного за технику безопасности.

При нахождении в лаборатории следует находиться в рабочей зоне, указанной преподавателем.

Перед выполнением лабораторной работы необходимо получить вводные инструкции преподавателя и внимательно ознакомиться с описанием лабораторного стенда и оборудованием.

Внимание! Включать моноблоки и выполнять какие-либо действия с приборами допускается ТОЛЬКО с разрешения преподавателя!

При обнаружении признаков неисправности, таких как: появление искрения, дыма, специфического запаха, аномальных показаний измерительных приборов, следует немедленно отключить все источники электроэнергии и сообщить о случившемся преподавателю.

При возникновении реальной опасности травматизма для одного или нескольких присутствующих, участники испытания должны произвести срочное отключение лаборатории от всех источников электроэнергии выключением вводного автомата. Лаборатории должны иметь средства пожаротушения и оказания первой медицинской помощи. На первом занятии изучаются правила техники безопасности и проводится вводный инструктаж с последующей проверкой его усвоения, о чем свидетельствует запись в журнале по технике безопасности кабинета/лаборатории, подписываемый преподавателем, проводившем инструктаж, и всеми обучающимися.

1.4. Критерии оценки результатов выполнения лабораторных работ

Критериями оценки результатов работы обучающихся являются:

- уровень усвоения обучающимся учебного материала;
- умение обучающегося использовать теоретические знания при выполнении практических задач;

- сформированность общеучебных и профессиональных компетенций:

ОК 1 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 2 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 3 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях

ОК 4 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде

ОК 5 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста

ОК 6 Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения

ОК 7 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 8 Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности

ОК 9 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках
ОК 10 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языке

ПК 1.1. Анализировать требования технического задания на проектирование цифровых систем

ПК 1.2. Разрабатывать схемы электронных устройств на основе интегральных схем разной степени интеграции в соответствии с техническим заданием

ПК 1.3 Оформлять техническую документацию на проектируемые устройства

ПК 1.4 Выполнять прототипирование цифровых систем, в том числе - с применением виртуальных средств

- обоснованность и четкость изложения материала;

- уровень оформления работы.

- анализ результатов.

Критерии оценивания лабораторной работы

Оценка	Критерии оценивания
5	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения, содержит результаты и выводы, все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики выполнены аккуратно. Обучающийся владеет теоретическим материалом, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, представляет полные и развернутые ответы на дополнительные вопросы.
4	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения, содержит результаты и выводы, все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики выполнены аккуратно. Обучающийся владеет теоретическим материалом, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
3	Работа выполнена в полном объеме, содержит результаты и выводы, все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики выполнены аккуратно.

Оценка	Критерии оценивания
	Обучающийся владеет теоретическим материалом на минимально допустимом уровне, допуская ошибки на дополнительные вопросы.
2	Работа выполнена не полностью. Студент практически не владеет теоретическим материалом, допускает ошибки при ответе на дополнительные вопросы.

2. Тематическое планирование лабораторных работ

	Наименование тем	Вид и название работы студента	Количество часов на выполнение работы
Тема 1	Основы цифровой схемотехники		10
		Лабораторная работа № 1. Организация рабочего места с учетом требований органов технического надзора. Оказание первой доврачебной помощи при различных видах травм.	2
		Лабораторная работа № 2. Моделирование цифровых схем в программе gEDA	2
		Лабораторная работа № 3. Моделирование цифровых схем в программе gEDA	2
		Лабораторная работа № 4. Исследование микросхем комбинационного типа малой интеграции	2
		Лабораторная работа № 5. Исследование синтеза комбинационного цифрового устройства с одним выходом	2
Тема 2	Цифровые устройства последовательного типа		12
		Лабораторная работа № 6. Исследование работы сумматора	2
		Лабораторная работа № 7. Исследование работы дешифратора	2
		Лабораторная работа № 8. Исследование работы шифратора	2
		Лабораторная работа № 9 Исследование работы мультиплексора	2
		Лабораторная работа № 10. Исследование работы демультиплексора	2
		Лабораторная работа № 11. Исследование работы АЛУ	2
Тема 3	Цифровые устройства комбинационного типа		10
		Лабораторная работа № 12 Исследование работы компаратора	
		Лабораторная работа № 13 Моделирование цифровых схем в программе gEDA	

		Лабораторная работа № 14 Исследование последовательного цифрового устройства	
		Лабораторная работа № 15 Исследование регистра сдвига	
		Лабораторная работа № 16 Исследование интегральной микросхемы	
Тема 4	Схемотехника цифровых устройств на основе БИС, СБИС		6
		Лабораторная работа № 17 Исследование и расчет счетчика импульса	
		Лабораторная работа № 18 Исследование счетчика с последовательным переносом	
		Лабораторная работа № 19 Исследование счетчика с параллельным переносом	
Тема 5	Основы микропроцессорной техники		2
		Лабораторная работа № 20 Исследование триггера Шмита	
		Итого:	40

3.Содержание лабораторных работ

Лабораторная работа №1

Тема: Организация рабочего места с учетом требований органов технического надзора. Оказание первой доврачебной помощи при различных видах травм.

Цель:

1)Сформировать практические навыки при изучении доврачебной помощи при различных видах травм.

2) развивать интерес к изучаемой дисциплине

Оснащение: МУ к ПР

Порядок выполнения работы Краткие теоретические

сведения

Рабочие места обжига изоляции с концов электропроводов (жгутов) должны быть оборудованы местной вытяжной вентиляцией. Работа по обжигу изоляции без применения работниками защитных очков не допускается. Для местного освещения рабочих мест при пайке паяльником должны применяться светильники с непросвечивающими отражателями. Светильники должны располагаться таким образом, чтобы их светящие элементы не попадали в поле зрения работников. На участках приготовления флюсов должны быть водопроводный кран с раковиной и нейтрализующие жидкости для удаления паяльных флюсов, содержащих фтористые и хлористые соли, в случаях их попадания на кожу работника. Рабочие поверхности столов и оборудования на участках пайки паяльником, а также поверхности ящиков для хранения инструментов должны покрываться гладким, легко очищаемым и обмываемым материалом.

При пайке паяльником на работника могут воздействовать опасные и вредные производственные факторы:

- повышенная загазованность воздуха рабочей зоны парами вредных -химических веществ;
- повышенная температура поверхности изделия, оборудования, инструмента и расплавов припоев;
- повышенная температура воздуха рабочей зоны;
- пожароопасность;
- брызги припоев и флюсов;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело работника.

Пайку паяльником в замкнутых объемах проводить не менее чем двум работникам. Для осуществления контроля безопасного проведения работ один из работников должен находиться вне замкнутого объема. Работник, находящийся в замкнутом объеме, кроме спецодежды должен применять: защитные каски (полиэтиленовые, текстолитовые или винилпластовые), электрорезиновые перчатки, галоши, коврики) и предохранительный пояс с канатом, конец которого должен находиться у наблюдающего вне замкнутого объема.

При возникновении пожара:
прекратить работу;
отключить электрооборудование;
сообщить непосредственному или вышестоящему руководителю о пожаре; сообщить о пожаре в пожарную охрану;
принять по возможности меры по эвакуации работников, тушению пожара и сохранности материальных ценностей.

Меры первой помощи пострадавшему от электрического тока.

Меры первой помощи зависят от состояния, в котором находится пострадавший после освобождения его от электрического тока.

Для определения этого состояния необходимо немедленно произвести следующие мероприятия:

- уложить пострадавшего на спину на твердую поверхность;
- проверить наличие у пострадавшего дыхания (определяется по подъему грудной клетки или каким-либо другим способом);
- проверить наличие у пострадавшего пульса на лучевые артерии у запястья или на сонной артерии на переднебоковой поверхности шеи;
- выяснить состояние зрачка (узкий или широкий); широкий зрачок указывает на резкое ухудшение кровоснабжения мозга.

Во всех случаях поражения электрическим током вызов врача является обязательным независимо от состояния пострадавшего.

Если пострадавший находится в сознании, но до этого был в состоянии обморока, его следует уложить в удобное положение (подстелить под него и накрыть его сверху чем-либо из одежды) и до прибытия врача обеспечить полный покой, непрерывно наблюдая за дыханием и пульсом. Ни в коем случае нельзя позволять пострадавшему двигаться, а тем более продолжать работу, так как отсутствие тяжелых симптомов после поражения электрическим током не исключает возможности последующего ухудшения состояния пострадавшего. Если врача быстро вызвать невозможно, необходимо срочно доставить пострадавшего в медицинский пункт, обеспечив для этого необходимые транспортные средства или носилки.

Если пострадавший находится в бессознательном состоянии, но с сохранившимся устойчивым дыханием и пульсом, его следует ровно и удобно уложить, распушить и расстегнуть одежду, создать приток свежего воздуха, давать нюхать нашатырный спирт, обрызгивать его водой и обеспечить полный покой и постоянное наблюдение. Одновременно следует срочно вызвать врача. Если пострадавший плохо дышит – очень редко и судорожно (как умирающий), ему следует делать искусственное дыхание и массаж сердца.

При отсутствии у пострадавшего признаков жизни (дыхания и пульса) нельзя считать его мертвым, так как смерть часто бывает лишь кажущейся. В такие состояния

пострадавший, если ему не будет оказана немедленная первая помощь в виде искусственного дыхания и наружного (непрямого) массажа сердца, действительно умрет. Искусственное дыхание следует производить непрерывно, как до, так и после прибытия врача. Вопрос о целесообразности или бесцельности дальнейшего проведения искусственного дыхания решается врачом.

При оказании помощи мнимоумершему бывает дорога каждая ее секунда, поэтому первую помощь следует оказывать немедленно и по возможности на месте происшествия. Переносить пострадавшего в другое место следует только в тех случаях, когда ему или лицу, оказывающему помощь, продолжает угрожать

опасность или когда оказание помощи на месте невозможно.

Пораженного электрическим током можно признать мертвым только в случае наличия видимых тяжелых внешних повреждений, например в случае раздробления черепа при падении или при обгорании всего тела. В других случаях констатировать смерть имеет право только врач.

Задание 1: Ответьте на вопросы согласно варианту

N вар	1 вариант	2 вариант	3 вариант
	Как оказать помощь при поражении током?	Дайте характеристику рабочего места при травлении печатной платы	Составьте инструкцию по порядку работы паяльником

Контрольные вопросы:

1. Как оказать помощь при поражении током?
2. Дайте характеристику рабочего места при травлении печатной платы.
3. Составьте инструкцию о порядке работы с паяльником.

Лабораторная работа №2

Тема: Моделирование цифровых схем в программе gEDA

Цель:

- 1) Сформировать практические навыки при изучении программного обеспечения gEDA
- 2) развивать интерес к изучаемой дисциплине

Оснащение: МУ к ПР, компьютер, ПО gEDA

Порядок выполнения работы Краткие теоретические сведения

Задание 1. Запустите программу gEDA. Постройте и проверьте схему согласно своему варианту

N ва р	1 вариант	2 вариант
	3 вариант	4 вариант

Рис. 1

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначен редактор gEDA?
2. Как открыть библиотеку программы?
3. Как выбрать компонент библиотеки gEDA?
4. Какие модули входят в состав gEDA?

Лабораторная работа №3

Тема: Моделирование цифровых схем в программе gEDA

Цель:

1) Сформировать практические навыки при изучении программного обеспечения gEDA

2) развивать интерес к изучаемой дисциплине

Оснащение: МУ к ПР, компьютер, ПО gEDA

Порядок выполнения работы Краткие теоретические сведения

Задание 1. Запустите программу gEDA. Постройте и проверьте схему согласно своему варианту

N ва р	1 вариант	2 вариант
	<p>3 вариант</p>	<p>4 вариант</p>

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначен редактор gEDA?
2. Как открыть библиотеку программы?
3. Как выбрать компонент библиотеки gEDA?
4. Какие модули входят в состав gEDA?

Лабораторная работа №4

Тема: Исследование микросхем комбинационного типа малой интеграции

Цель:

1) Сформировать практические навыки при исследовании микросхем комбинационного типа малой интеграции

2) развивать интерес к изучаемой дисциплине

Оснащение: МУ к ПР

Порядок выполнения работы Краткие теоретические сведения

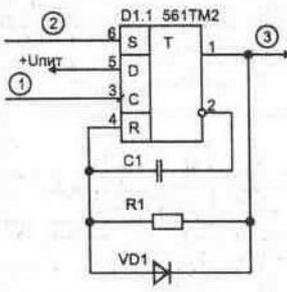
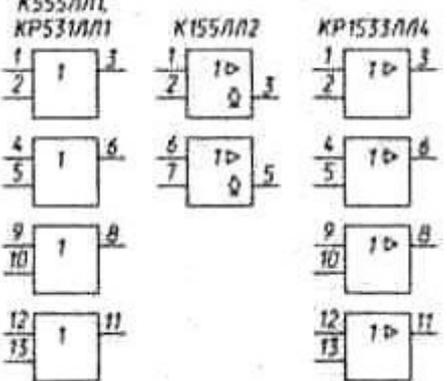
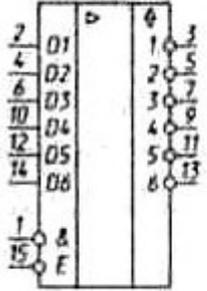
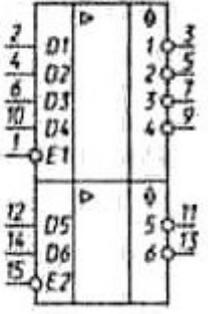
дения

Существует много типов микросхем ТТЛ малой степени интеграции, различающихся по функциональному назначению, нагрузочной способности, схеме выходного каскада. Работа логических элементов этих микросхем достаточно проста. Для элементов И выходной уровень лог. 1 формируется при подаче на все входы элемента

уровней лог. 1, для элемента ИЛИ для формирования уровня лог. 1 на выходе достаточно подачи хотя бы на один вход уровня лог. 1. Элементы И-НЕ (основной элемент серий ТТЛ) и ИЛИ-НЕ дополнительно инвертируют выходной сигнал, элемент И-ИЛИ-НЕ состоит из нескольких элементов И, выходы которых подключены к входам элемента ИЛИ-НЕ.

По нагрузочной способности микросхемы можно разделить на стандартные ($\neq 10$ для серий К 155 и КР531 и $N = 20$ и 40 для микросхем серий К555 и КР1533 соответственно), микросхемы с повышенной нагрузочной способностью ($N = 30$ и более), микросхемы со специальным выходным каскадом, обеспечивающим значительно более высокую нагрузочную способность в одном из логических состояний. Некоторые типы микросхем выпускают с так называемым <открытым> коллекторным выходом.

Задание 1: Постройте схему, обозначьте на схеме все элементы, опишите принцип ее работы

N ва р	1 вариант	2 вариант	3 вариант
		<p>К155АА1, К555АА1, КР531АА1</p> 	<p>К155АА6</p>  <p>КР1533АА7</p> 

Контрольные вопросы:

4. Какие схемы относят к микросхемам малой интеграции?
5. Приведите пример микросхем малой интеграции.
6. Как реализуются микросхемы И, ИЛИ, НЕ?

Лабораторная работа №5

Тема: Исследование синтеза комбинационного цифрового устройства с одним выходом

Цель:

1) Сформировать практические навыки при исследовании синтеза комбинационного цифрового устройства с одним выходом

2) развивать интерес к изучаемой дисциплине

Оснащение: МУ к ПР

Порядок выполнения работы Краткие теоретические сведения

Синтез КЦУ предусматривает построение структурной схемы устройства, т.е. определение состава необходимых логических элементов и соединений между ними, при которых обеспечивается преобразование входных цифровых сигналов в выходные в соответствии с заданными условиями работы устройства. В процессе синтеза обычно подразумевается необходимость минимизации аппаратных затрат на реализацию устройства. Рассмотрим синтез КЦУ с одним выходом. Последовательность синтеза целесообразно разбить на ряд этапов:

запись условий функционирования КЦУ в виде таблиц истинности, логической функции, последовательности десятичных чисел или кубического комплекса; запись и минимизация СДНФ или СКНФ;

запись минимизированной структурной формулы и ее преобразование с помощью законов и тождеств алгебры логики в заданном базисе, обычно И-НЕ, ИЛИ-НЕ, И-ИЛИ-НЕ;

оставление структурной схемы КЦУ, т.е. изображение нужных логических элементов и связей между ними.

Проиллюстрируем пример синтеза КЦУ на элементах И-НЕ для реализации логической функции, заданной в виде десятичных цифр

$$f(A, B, C, D) = \nu(1, 2, 3, 5, 6, 7, 10, 11, 14, 15)$$

Структурная формула в СДНФ имеет вид

$$f = \overline{A}BCD \vee \overline{A}B\overline{C}D \vee \overline{A}BC\overline{D} \vee \overline{A}B\overline{C}\overline{D} \vee \overline{A}BCD \vee \overline{A}B\overline{C}D \vee \overline{A}BC\overline{D} \vee \overline{A}B\overline{C}\overline{D} \vee \overline{A}BCD \vee \overline{A}B\overline{C}\overline{D}$$

После выполнения процесса минимизации методами, рассмотренными в теме 1, получим МДНФ

$$f = \overline{A}D \vee C$$

Для перехода к заданному базису И-НЕ поставим два знака инверсии над правой частью формулы и применим к ней правило де Моргана. В результате получим структурную формулу в следующем виде:

$$f = \overline{\overline{A}D} \vee \overline{\overline{C}} = \overline{\overline{A}D} \overline{\overline{C}}$$

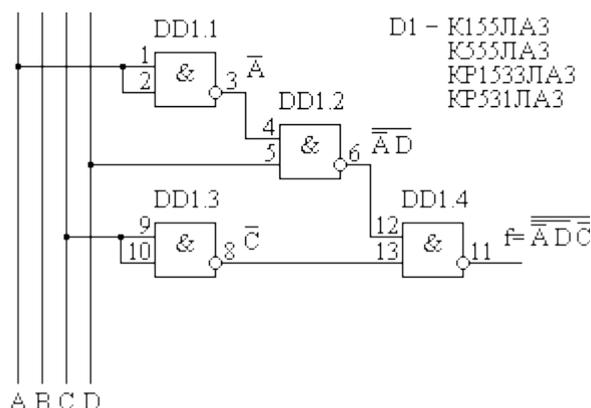
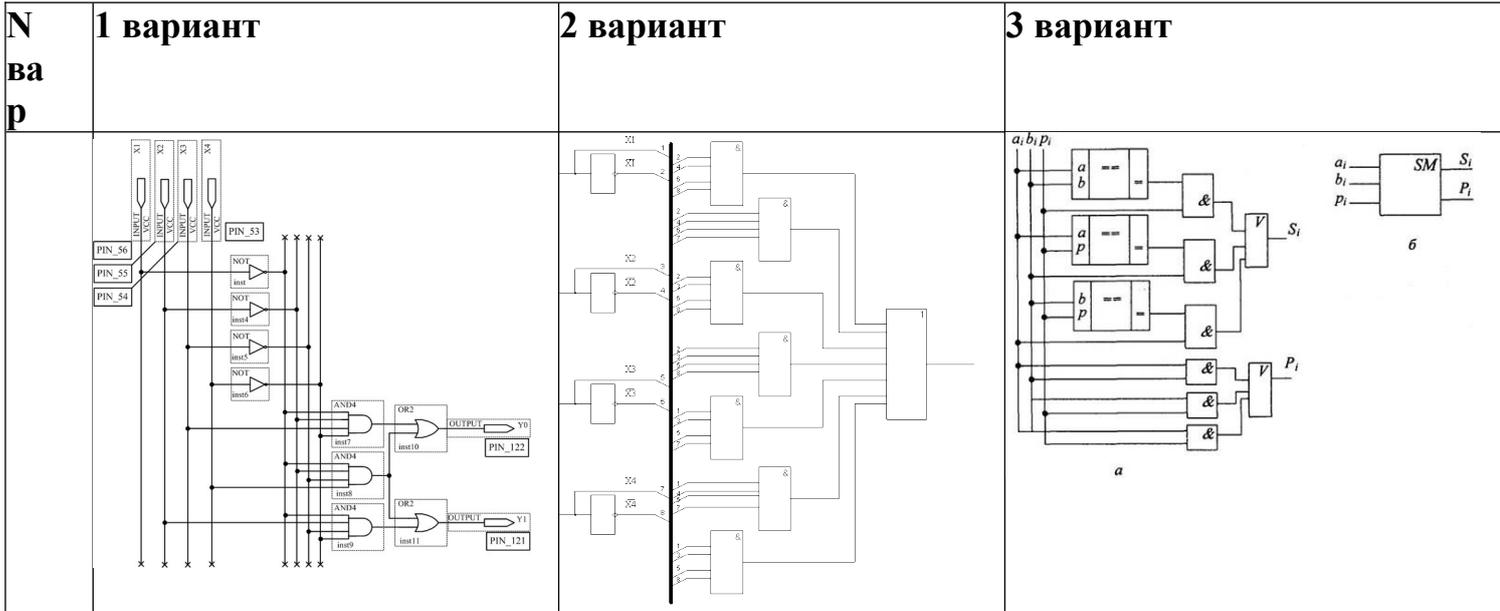


Рисунок 1 – Пример синтеза комбинационного устройства

Задание 1: Постройте схему, обозначьте на схеме все элементы, опишите принцип ее работы



Контрольные вопросы:

1. Какие схемы относят к комбинационным устройствам?
2. Приведите пример комбинационного цифрового устройства с одним выходом
3. Как реализуются микросхемы комбинационных устройств?

Лабораторная работа №6

Тема: Исследование работы сумматора

Цель: 1) Получить практические навыки по изучению требований, предъявляемых к сумматорам
2) развивать интерес к изучаемой дисциплине

Оснащение: методические указания к практической работе, компьютер

Ход работы Теоретическое обоснование

Сумматор — логический операционный узел, выполняющий арифметическое сложение двоичных, троичных или n-ичных кодов двух (бинарный), трёх (тринарный) или n чисел (n-нарный). При арифметическом сложении выполняются и другие дополнительные операции: учёт знаков чисел, выравнивание порядков слагаемых и тому подобное.

Сумматоры являются комбинационными схемами, выполняющими бинарную (двух-операндные), тринарную (трёхоперандные) или n-арную (n-операндную) логическую функцию сложения. Входят в состав узлов арифметическо-логических устройств (АЛУ).

Основным узлом АЛУ, входящего в состав операционного устройства, является сумматор - логический элемент, реализующий алгебраическое сложение двух чисел.

При сложении двух чисел независимо от системы счисления в каждом разряде производится сложение трёх цифр: цифры данного разряда первого слагаемого, цифры данного разряда второго слагаемого и цифры (1 или 0) переноса из соседнего младшего разряда. В результате сложения для каждого разряда получаются цифры суммы для этого разряда и цифры (1 или 0) переноса в следующий старший разряд.

С момента одновременной подачи слагаемых на входы сумматора определяется следующей формулой:

$$t_{\Sigma} = t_s + n \cdot t_p,$$

где t_s - время формирования сигнала суммы в одном разряде; t_p - время задержки сигнала переноса в одном разряде; n - число разрядов параллельного сумматора.

Из приведённой формулы видно, что повысить быстродействие можно двумя способами: во-первых, уменьшением времени задержки сигнала переноса в одноразрядном сумматоре; во-вторых, уменьшением влияния числа разрядов на время распространения переноса.

Варианты к выполнению задания

Рассчитать сигнал сумматора в соответствии с вариантом

N вар	1	2	3	4	5	6
t_s	2с	3с	4с	5с	1с	0,2с
t_p	0,1с	0,2с	0,3с	0,4с	0,5с	0,6с
n	2	4	6	8	10	12

Контрольные вопросы:

1. Назначение, принципы построения.
2. Булевы функции, описывающие работу одноразрядного полного сумматора.
3. Полные и неполные сумматоры.
4. Параллельные и последовательные сумматоры.
5. Последовательный, параллельный и групповой переносы.
6. Быстродействие многоразрядных сумматоров

Лабораторная работа №7

Тема: Исследование работы дешифратора

Цель:

- 1) Получить практические навыки по изучению требований, предъявляемых к дешифраторам
- 2) развивать интерес к изучаемой дисциплине

Оснащение: методические указания к практической работе, компьютер

Ход работы Теоретическое обоснование

Дешифратор (декодер) — комбинационное устройство, преобразующее n -разрядный двоичный, троичный или k -ичный код в n -ичный одноединичный код, где n — основание системы счисления. Логический сигнал, появляется на том выходе, порядковый номер которого соответствует двоичному, троичному или k -ичному коду.

Дешифраторы являются устройствами, выполняющими двоичные, троичные или k -ичные логические функции (операции).

Двоичный дешифратор работает по следующему принципу: пусть дешифратор имеет N входов, на них подано двоичное слово $x_{N-1}x_{N-2}\dots x_1x_0$, тогда на выходе будем иметь такой код, разрядности меньшей или равной $2N$, что разряд, номер которого равен входному слову, принимает значение единицы, все остальные разряды равны нулю. Очевидно, что максимально возможная разрядность выходного слова равна $2N$. Такой дешифратор называется полным. Если часть входных наборов не используется, то число выходов меньше $2N$, и дешифратор является неполным.

Часто дешифраторы дополняются входом разрешения работы E . Если на этот вход поступает единица, то дешифратор функционирует, в ином случае на выходе дешифратора вырабатывается логический ноль вне зависимости от входных сигналов.

Существуют дешифраторы с инверсными выходами, у такого дешифратора выбранный разряд показан нулём.

Функционирование дешифратора описывается системой конъюнкций:

$$\begin{aligned}F_0 &= \bar{x}_{N-1}\bar{x}_{N-2}\dots\bar{x}_1\bar{x}_0E \\F_1 &= \bar{x}_{N-1}\bar{x}_{N-2}\dots\bar{x}_1x_0E \\F_2 &= \bar{x}_{N-1}\bar{x}_{N-2}\dots x_1\bar{x}_0E \\F_{2^{N-2}} &= x_{N-1}x_{N-2}\dots x_1\bar{x}_0E \\F_{2^{N-1}} &= x_{N-1}x_{N-2}\dots x_1x_0E\end{aligned}$$

Дешифраторы. Это комбинационные схемы с несколькими входами и выходами, преобразующие код, подаваемый на входы в сигнал на одном из выходов. На выходе дешифратора появляется логическая единица, на остальных — логические нули, когда на входных шинах устанавливается двоичный код определённого числа или символа, то есть дешифратор расшифровывает число в двоичном, троичном или k -ичном коде, представляя его логической единицей на определённом выходе. Число входов дешифратора равно количеству разрядов поступающих двоичных, троичных или k -ичных чисел. Число выходов равно полному количеству различных двоичных, троичных или k -ичных чисел этой разрядности.

Задание

Дайте определение

№вар	1	2	3	4
	шифратор	дешифратор	ОЗУ и ПЗУ	Ячейка памяти

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначен шифратор?
2. Какую функцию выполняет шифратор?
3. Где в ПК используется шифратор?

Лабораторная работа №8

Тема: Исследование работы шифратора

Цель:

- 1) Получить практические навыки по изучению требований, предъявляемых к шифраторам
- 2) развивать интерес к изучаемой дисциплине

Оснащение: методические указания к практической работе, компьютер

Ход работы Теоретическое обоснование

Шифратор (кодер) — (англ. *encoder*) логическое устройство, выполняющее логическую функцию (операцию) — преобразование позиционного n -разрядного кода в m -разрядный двоичный, троичный или k -ичный код.

Двоичный шифратор выполняет логическую функцию преобразования унитарного n -ичного однозначного кода в двоичный. При подаче сигнала на один из n входов (обязательно на один, не более) на выходе появляется двоичный код номера активного входа.

Если количество входов настолько велико, что в шифраторе используются все возможные комбинации сигналов на выходе, то такой шифратор называется полным, если не все, то неполным. Число входов и выходов в полном шифраторе связано соотношением:
где $n = 2^m$,

n — число входов,

m — число выходных двоичных разрядов.

Троичный шифратор выполняет логическую функцию преобразования унарно n -ичного однозначного (одноединичного или однонулевого) кода в троичный. При подаче сигнала («1» в одноединичном коде или «0» в однонулевом коде) на один из n входов на выходе появляется троичный код номера активного входа.

Число входов и выходов в полном троичном шифраторе связано соотношением:
 $= 3^m$, где

n — число входов,

m — число выходных троичных разрядов.

Число входов и выходов в полном k -ичном шифраторе связано соотношением:
 $= k^m$, где

n — число входов,

m — число выходных k -ичных разрядов,

k — основание системы счисления.

Приоритетный шифратор отличается от шифратора наличием дополнительной логической схемы выделения активного уровня старшего входа для обеспечения условия работоспособности шифратора (только один уровень на входе активный). Уровни сигналов на остальных входах схемой игнорируются.

Задание

Дайте определение

№вар	1	2	3	4
	шифратор	дешифратор	ОЗУ и ПЗУ	Ячейка памяти

Контрольные вопросы:

4. Для чего предназначен шифратор?
5. Какую функцию выполняет шифратор?
6. Где в ПК используется шифратор?

Лабораторная работа №9

Тема: Исследование работы мультиплексора

Цель:

1) Сформировать практические навыки при изучении схемы мультиплексора и ее функциональных узлов.

2) развивать интерес к изучаемой дисциплине

Оснащение: Му к ПР, схема

Порядок выполнения работы Краткие теоретические сведения

ния

Мультиплексор — устройство, имеющее несколько сигнальных входов, один или более управляющих входов и один выход. Мультиплексор позволяет передать сигнал с одного из входов на выход; при этом выбор желаемого входа осуществляется подачей соответствующей комбинации управляющих сигналов.

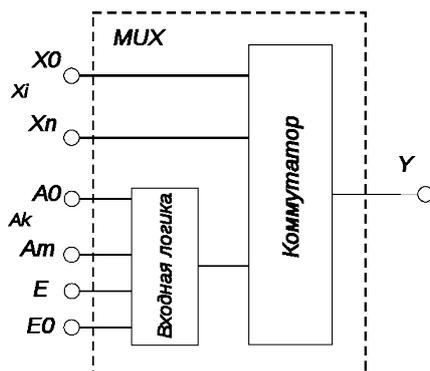
Аналоговые и цифровые мультиплексоры значительно различаются по принципу работы. Первые электрически соединяют выбранный вход с выходом (при этом сопротивление между ними невелико — порядка единиц/десятков ом). Вторые же не образуют прямого электрического соединения между выбранным входом и выходом, а лишь «копируют» на выход логический уровень ('0' или '1') с выбранного входа. Аналоговые мультиплексоры иногда называют ключами.

Схематически мультиплексор можно изобразить в виде коммутатора, обеспечивающего подключение одного из нескольких входов (их называют информационными) к одному выходу устройства. Коммутатор обслуживает управляющая схема, в которой имеются адресные входы и, как правило, разрешающие (стробирующие). Сигналы на адресных входах определяют, какой конкретно информационный канал подключен к выходу.

Разрешающие входы используют для расширения функциональных возможностей мультиплексора. Они используются для наращивания разрядности мультиплексора, синхронизации его работы с работой других узлов. Сигналы на разрешающих входах могут разрешать, а могут и запрещать подключение определенного входа к выходу, то есть могут блокировать действие всего устройства.

В качестве управляющей схемы обычно используется дешифратор. В цифровых мультиплексорах логические элементы коммутатора и дешифратора обычно объединяются.

Обобщённая схема мультиплексора

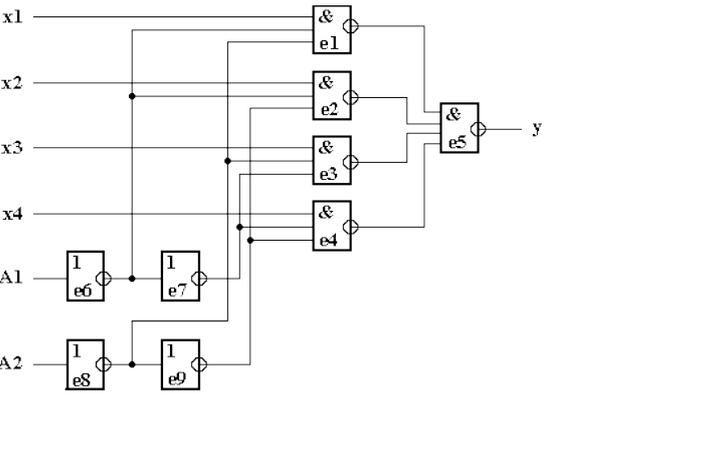
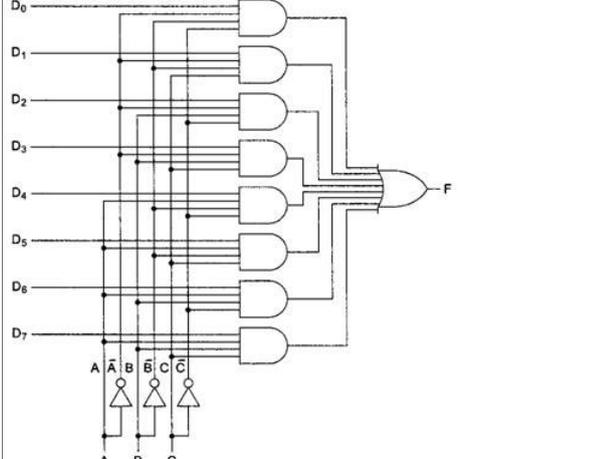


Р и с у н о к 1 - Обобщённая схема мультиплексора

Входные логические сигналы X_i поступают на входы коммутатора и через коммутатор передаются на выход Y . На вход управляющей схемы подаются адресные сигналы A_k (от англ. Address). Мультиплексор также может иметь дополнительный управляющий вход E (от англ. Enable), который разрешает или запрещает прохождение входного сигнала на выход Y .

Кроме этого, некоторые мультиплексоры могут иметь выход с тремя состояниями: два логических состояния 0 и 1, и третье состояние — отключённый выход (выходное сопротивление равно бесконечности, высокоимпедансное Z -состояние). Перевод мультиплексора в третье состояние производится снятием управляющего сигнала OE (от англ. Output Enable).

Задание 1: Обозначить элементы на схемах мультиплексора

N вар	1 вариант	2 вариант
		

Контрольные вопросы:

1. Дать определение мультиплексору.
2. Построить схему мультиплексора, обозначив все функциональные узлы

Лабораторная работа №10

Тема: Исследование работы демультиплексора

Цель:

1) Сформировать практические навыки при изучении схемы демультиплексора и ее функциональных узлов

2) развивать интерес к изучаемой дисциплине

Оснащение: Му к ПР, схема

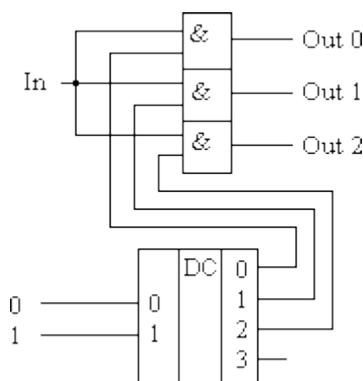
Порядок выполнения работы Краткие теоретические сведения

Демультиплексор — устройство, в котором сигналы с одного информационного входа поступают в желаемой последовательности по нескольким выходам в зависимости от кода

на адресных шинах. Таким образом, демультиплексор в функциональном отношении противоположен мультиплексору. Демультиплексоры обозначают через DMX или DMS. Если между числом выходов и числом адресных входов действует соотношение $n=2^m$ для двоичных демультиплексоров или $n=3^m$ для троичных демультиплексоров, то такой демультиплексор называют полным. Если $n < 2^m$ для двоичных демультиплексоров или $n < 3^m$ для троичных демультиплексоров, то демультиплексор называют неполным. Функции демультиплексоров сходны с функциями дешифраторов. Дешифратор можно рассматривать как демультиплексор, у которого информационный вход поддерживает напряжение выходов в активном состоянии, а адресные входы выполняют роль входов дешифратора. Поэтому в обозначении как дешифраторов, так и демультиплексоров используются одинаковые буквы - ИД.

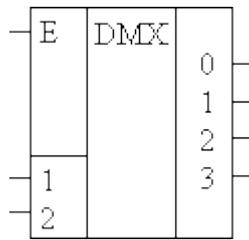
Демультиплексоры выполняют унарные (одновходовые, однооперандные) логические функции с n -арным выходом.

Схема демультиплексора приведена на рисунке. В этой схеме для выбора конкретного выхода демультиплексора, как и в мультиплексоре, используется двоичный дешифратор.



Р и с у н о к 1 - Принципиальная схема демультиплексора, управляемого двоичным кодом.

Если рассмотреть принципиальную схему самого дешифратора, то можно значительно упростить демультиплексор. Достаточно просто к каждому логическому элементу 'И', входящему в состав дешифратора просто добавить ещё один вход – In. Такую схему часто называют дешифратором с входом разрешения работы. Условно-графическое изображение демультиплексора приведено на рисунке.

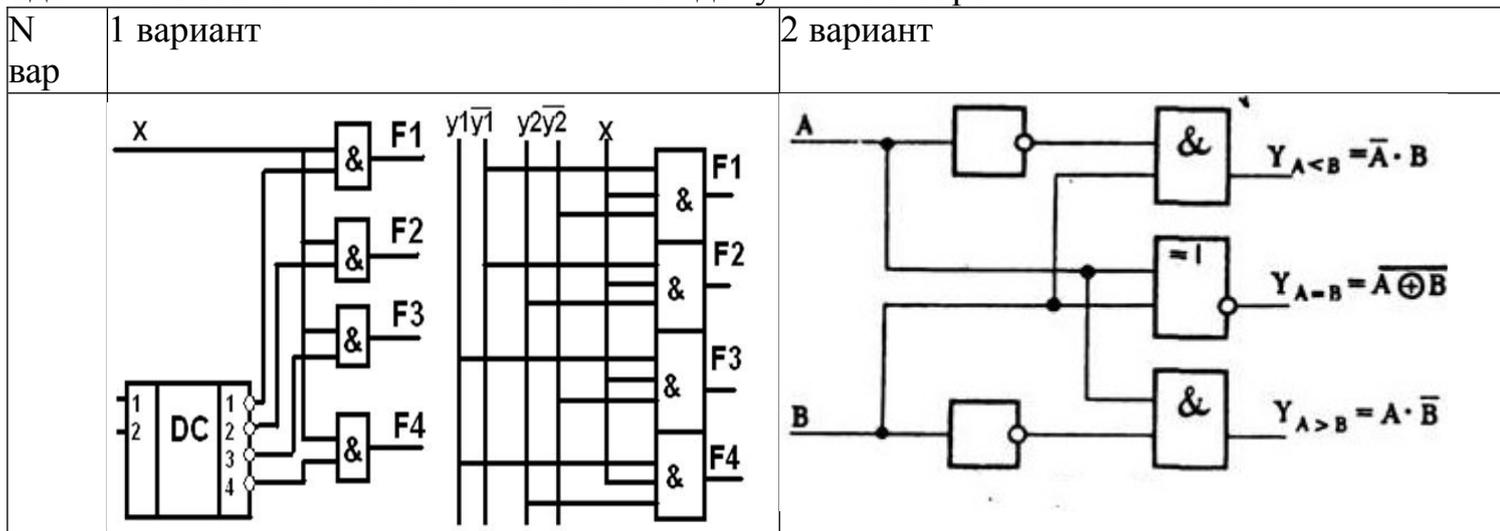


Р и с у н о к 2 - Условно графическое обозначение демультиплектора с четырьмя выходами.

В этом обозначении вход In обозначен как вход E , а выходы не названы никак, оставлены только их номера.

В МОП микросхемах не существует отдельных микросхем демультиплекторов, так как МОП мультиплекторы, описанные ранее по информационным сигналам не различают вход и выход, т.е. направление распространения информационных сигналов, точно также как и в механических ключах, может быть произвольным. Если поменять входы и выход местами, то КМОП мультиплекторы будут работать в качестве демультиплекторов. Поэтому их часто называют просто коммутаторами.

Задание 1: Обозначить элементы на схемах демультиплектора



Контрольные вопросы:

1. Дать определение демультиплектору.
2. Построить схему демультиплектора, обозначив все функциональные узлы

Лабораторная работа №11

Тема: Исследование работы АЛУ

Цель:

1) Сформировать практические навыки при изучении схемы АЛУ и ее функциональных узлов

2) развивать интерес к изучаемой дисциплине

Оснащение: Му к ПР, схема

Порядок выполнения работы Краткие теоретические сведения

ния

Арифметическо-логическое устройство (АЛУ) – это практически сердце процессора. Это то, что позволяет процессору складывать, вычитать, а также выполнять базовые логические операции вроде И\ИЛИ. Так как каждый компьютер должен уметь выполнять эти простые функции, АЛУ всегда присутствует в процессоре. То, как производитель организует АЛУ, определяет в дальнейшем общую производительность процессора.

Все выполняемые в АЛУ операции являются логическими операциями (функциями),

которые можно разделить на следующие группы:

операции двоичной арифметики для чисел с фиксированной точкой;

операции двоичной (или шестнадцатеричной) арифметики для чисел с плавающей точкой;

операции десятичной арифметики;

операции индексной арифметики (при модификации адресов команд); операции специальной арифметики;

операции над логическими кодами (логические операции); операции над алфавитно-цифровыми полями.

По способу представления чисел различают АЛУ:

для чисел с фиксированной точкой;

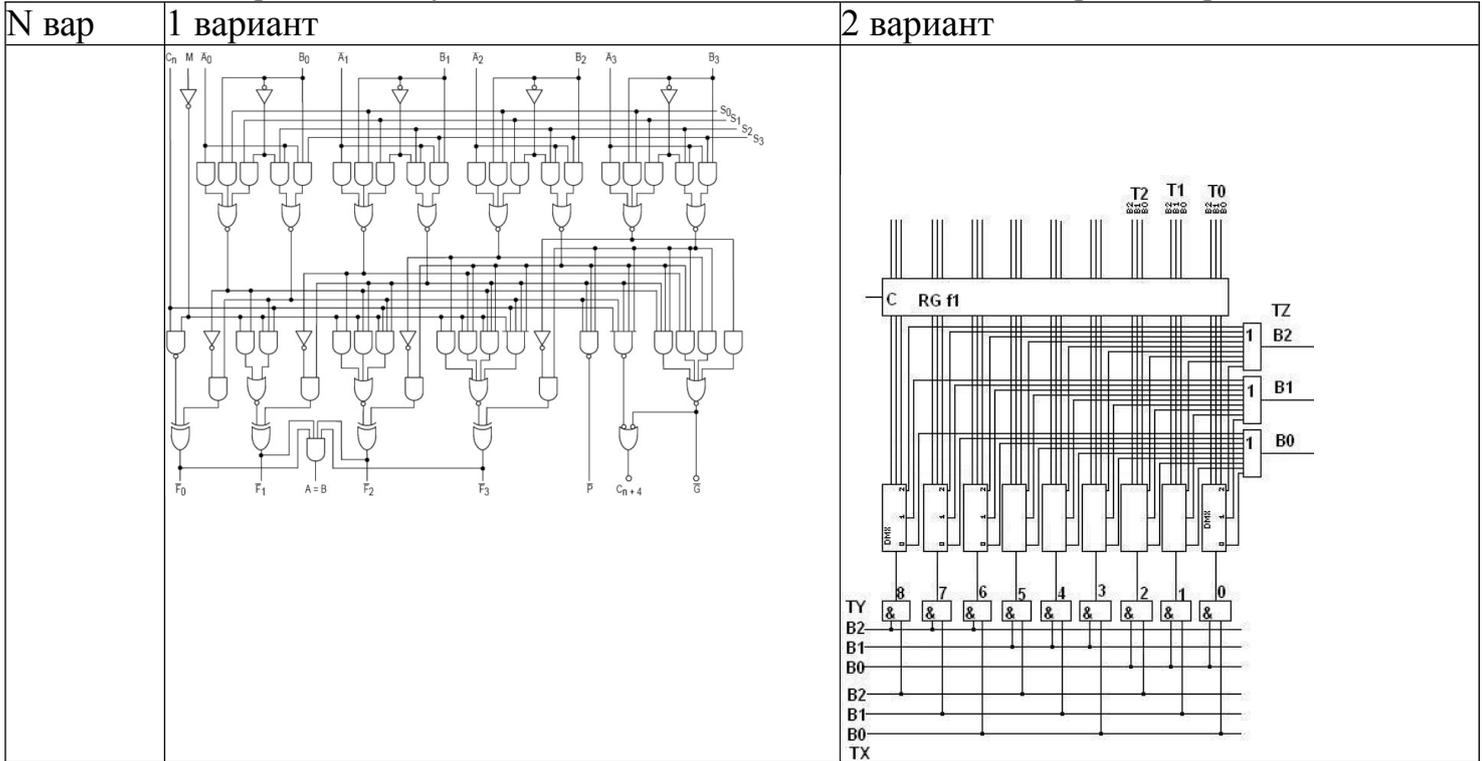
для чисел с плавающей точкой;

для десятичных чисел.

По характеру использования элементов и узлов АЛУ делятся на блочные и многофункциональные. В блочном АЛУ операции над числами с фиксированной и плавающей точкой, десятичными числами и алфавитно-цифровыми полями выполняются в отдельных блоках, при этом повышается скорость работы, так как блоки могут параллельно выполнять соответствующие операции, но значительно возрастают затраты оборудования. В многофункциональных АЛУ операции для всех форм представления чисел выполняются одними и теми же схемами, которые коммутируются нужным образом в зависимости от требуемого режима работы.

По своим функциям АЛУ является операционным блоком, выполняющим микрооперации, обеспечивающие приём из других устройств (например, памяти) операндов, их преобразование и выдачу результатов преобразования в другие устройства. Арифметическо-логическое устройство управляется управляющим блоком, генерирующим управляющие сигналы, инициирующие выполнение в АЛУ определённых микроопераций. Генерируемая управляющим блоком последовательность сигналов определяется кодом операции команды и оповещающими сигналами.

Задание 1: Построить схему АЛУ, обозначить элементы, описать принцип работы



Контрольные вопросы:

1. Дать определение АЛУ
2. Построить схему АЛУ, обозначив все функциональные узлы
3. Какую роль играет АЛУ в вычислительной системе процессора?

Лабораторная работа №12

Тема: Исследование работы компаратора

Цель:

- 1) Сформировать практические навыки при изучении схемы компаратора и ее функциональных узлов
- 2) развивать интерес к изучаемой дисциплине

Оснащение: Му к ПР, схема

Порядок выполнения работы Краткие теоретические сведения

Компаратор (аналоговых сигналов) (англ. comparator — сравнивающее устройство) — электронная схема, принимающая на свои входы два аналоговых сигнала и выдающая логическую «1», если сигнал на прямом входе («+») больше чем на инверсном входе («-»), и логический «0», если сигнал на прямом входе меньше, чем на инверсном входе.

Простейший компаратор представляет собой дифференциальный усилитель. Компаратор отличается от линейного операционного усилителя (ОУ) устройством и входного, и выходного каскадов:

Входной каскад компаратора должен выдерживать широкий диапазон входных напряжений между инвертирующим и неинвертирующим входами, вплоть до размаха питающих напряжений, и быстро восстанавливаться при изменении знака этого напряжения. В ОУ, охваченном обратной связью, это требование не критично, так как дифференциальное входное напряжение измеряется милливольтами и микровольтами.

Выходной каскад компаратора выполняется совместимым по уровням и токам с конкретным типом логических схем (ТТЛ, ЭСЛ и т. п.). Возможны выходные каскады на одиночном транзисторе с открытым коллектором (совместимость с ТТЛ и КМОП логикой).

При подаче эталонного напряжения на инвертирующий вход, входной сигнал подаётся на неинвертирующий вход и компаратор является неинвертирующим (повторителем, буфером).

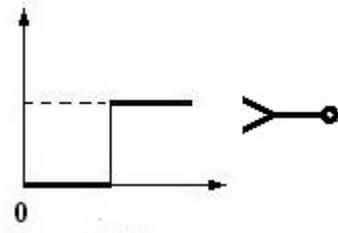
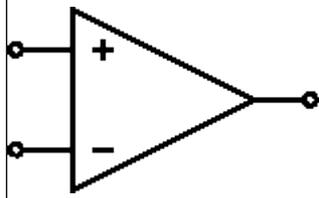
При подаче эталонного напряжения на неинвертирующий вход, входной сигнал подаётся на инвертирующий вход и компаратор является инвертирующим (инвертором).

Несколько реже применяются компараторы на основе логических элементов, охваченных обратной связью (см., например, триггер Шмитта — не компаратор по своей природе, но устройство с очень схожей областью применения).

При математическом моделировании компаратора возникает проблема выходного напряжения компаратора при одинаковых напряжениях на обоих входах компаратора. В этой точке компаратор находится в состоянии неустойчивого равновесия. Проблему можно решить, если принять доопределение, что, в точке неустойчивого равновесия выходное напряжение компаратора остаётся в предыдущем состоянии.

Задание 1: Построить схему компаратора, обозначить элементы, описать принцип работы

N вар	1 вариант	2 вариант
-------	-----------	-----------



Контрольные вопросы:

1. Дать определение компаратору
2. Построить схему компаратора, обозначив все функциональные узлы
3. Какую роль играет компаратор в вычислительной системе ЭВМ?

Лабораторная работа №13

Тема: Моделирование цифровых схем в программе gEDA

Цель:

- 1) Сформировать практические навыки при изучении программного обеспечения gEDA
- 2) развивать интерес к изучаемой дисциплине

Оснащение: МУ к ПР, компьютер, ПО gEDA

Порядок выполнения работы Краткие теоретические сведения

Задание 1. Запустите программу gEDA. Постройте и проверьте схему согласно своему варианту

N ва р	1 вариант	2 вариант
	3 вариант	4 вариант
	<p style="text-align: center;">Реверсивный счётчик на LCD</p>	

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначен редактор gEDA?
2. Как открыть библиотеку программы?
3. Как выбрать компонент библиотеки gEDA?
4. Какие модули входят в состав gEDA?

Лабораторная работа №14

Тема: Исследование последовательного цифрового устройства

Цель:

- 1) Сформировать практические навыки при изучении схемы последовательного цифрового устройства и его функциональных узлов
- 2) развивать интерес к изучаемой дисциплине

Оснащение: Му к ПР, схема

Порядок выполнения работы Краткие теоретические све-

дения

Последовательностные цифровые устройства (ПЦУ) характеризуются тем, что выходные сигналы зависят не только от текущих значений входных сигналов, но и от последовательности значений входных сигналов, поступивших на входы в предшествующие моменты времени.

Триггер — простейшее ПЦУ, предназначенное для записи и хранения одноразрядных двоичных чисел.

Входные триггера разделяются на информационные и управляющие. Информационные входы обозначаются следующим образом:

S — вход для установки в состояние «1»; R

— вход для установки в состояние «0»;

J — вход для установки в состояние «1» в универсальном триггере;

K- вход для установки в состоянии «0» в универсальном триггере; T — счётный (общий) вход;

D — вход для установки в состояние «1» или состояние «0».

Регистр — это последовательное логическое устройство, используемое для хранения n — разрядных двоичных чисел и выполнения преобразований над ними. Регистр представляет собой упорядоченную последовательность триггеров, число которых соответствует числу разрядов в слове (обычно от 4 до 16). На схемах регистры обозначаются буквами RG. Регистр обеспечивает выполнение следующих типичных операций:

приём слова в регистр; передача слова из регистра;

поразрядные логические операции;

сдвиг слова влево или вправо на заданное число разрядов; преобразование последовательного кода слова в параллельный и обратно; установка регистра в начальное состояние (сброс).

Счётчики представляют более высокий, чем регистры, уровень сложности цифровых микросхем, имеющих внутреннюю память. Хотя в основе любого счётчика лежат те же самые триггеры, которые образуют и регистры, но в счётчиках триггеры соединены более сложными связями, в результате чего их функции сложнее, и на их основе можно строить более сложные устройства, чем на регистрах.

Цифровые запоминающими называют устройства, предназначены для записи, хранения и считывания информации, представленной в цифровом коде. Они представляют собой более сложные цифровые устройства по сравнению с рассмотренным ранее. Каждый код хранится в отдельном элементе, называемом ячейкой памяти.

К основным параметром запоминающих устройствам (ЗУ) относятся информационная ёмкость, потребляемая мощность, время хранения кодов, быстродействие.

ОЗУ (RAM) подразделяются на статически и динамические.

Каждая ячейка оперативной (статической) памяти представляет собой, по сути, регистр из триггерных ячеек, в который может быть записана информация и из которой можно информацию читать. Выбор того или иного регистра (той или иной ячейки памяти) производится с помощью кода адреса памяти

В ПЗУ информация заносится раз и навсегда.

ПЗУ можно разделить на следующие группы:

Программируемые при изготовлении (обозначают как ПЗУ или ROM);

С однократным программированием, позволяющим пользователю однократно изменить состояние матрицы памяти электрическим путём по заданной программе (обозначают как ППЗУ или PROM);

Перепрограммируемые (репрограммируемые), с возможностью многократного электрического перепрограммирования, с ультрафиолетовым (обозначают как РПЗУУФ или EPROM) или электрическим (обозначают как РПЗУЭС или EEPROM, или) стиранием информации.

Задание1: Построить схему последовательного цифрового устройства, описать принцип ее работы

N вар	1 вариант	2 вариант	3 вариант	4 вариант
	ОЗУ	ПЗУ	регистр	счетчик

Контрольные вопросы:

1. Дать определение последовательным ЦУ
2. В чем отличие устройств последовательного типа от комбинационного?
3. Какие устройства относят к устройствам последовательного типа?

Лабораторная работа №15

Тема: Исследование регистра сдвига

Цель:

- 1) Сформировать практические навыки при изучении схемы последовательного цифрового устройства и его функциональных узлов
- 2) развивать интерес к изучаемой дисциплине

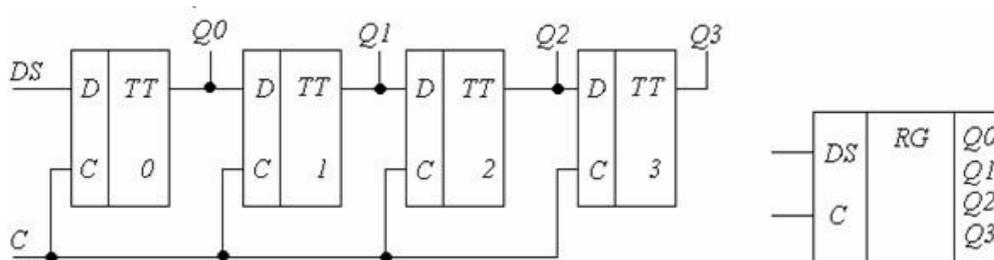
Оснащение: Му к ПР, схема

Порядок выполнения работы Краткие теоретические све-

дения

Кроме операции хранения данных регистры могут использоваться и для операции сдвига данных с целью преобразования двоичного последовательного кода в параллельный и наоборот. Это так называемые сдвиговые регистры или регистры сдвига, которые получаются путем цепочного соединения триггеров.

Суть сдвига состоит в том, что по сигналу синхроимпульса происходит одновременная перезапись содержимого каждого триггера в соседний триггер. При этом не меняется само двоичное слово (число), записанное в регистре, оно лишь сдвигается на один разряд и только содержимое последнего триггера ТТ3 пропадает из регистра, а на вход первого ТТ0 поступает новый бит.

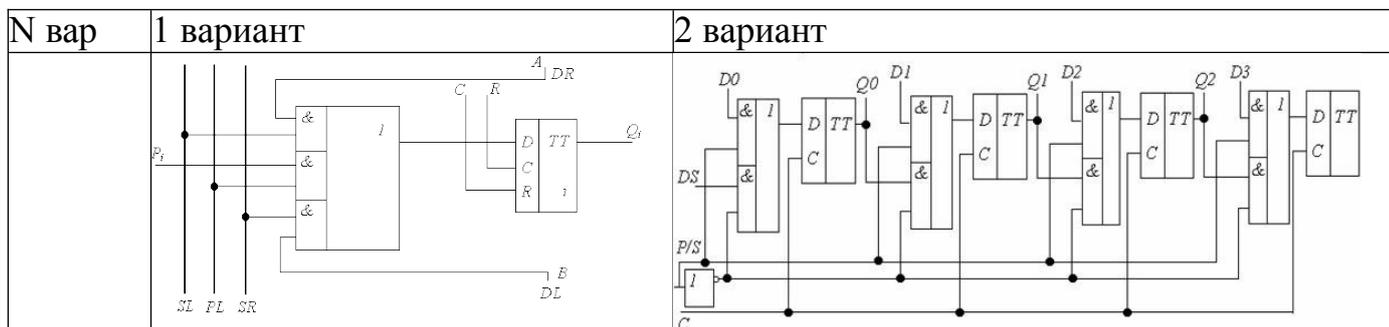


Р и с у н о к – Регистр сдвига

Сдвигающий регистр в отличие от регистра памяти должен обязательно состоять из непрозрачных триггеров, иначе при первом же сигнале сдвига бит, поступивший на вход первого триггера регистра сдвига, сразу же пройдет на выход этого триггера и соответственно, на вход второго триггера, а значит и на выход второго триггера и т. д. до последнего триггера регистра сдвига.

В некоторых сдвиговых регистрах сдвиг происходит не только в одну сторону, а и влево и вправо - это так называемые реверсивные регистры.

Задание 1: Построить схему регистра сдвига, описать принцип ее работы



Контрольные вопросы:

1. Дать определение последовательным регистру сдвига
2. В чем отличие устройств последовательного типа от комбинационного?
3. Какие устройства относят к устройствам последовательного типа?

Лабораторная работа №16

Тема: Исследование интегральной микросхемы

Цель:

1) Сформировать практические навыки при изучении интегральной микросхемы и ее функциональных узлов

2) развивать интерес к изучаемой дисциплине

Оснащение: Му к ПР, схема

Порядок выполнения работы Краткие теоретические сведения

Интегральная (микро)схема (ИС, ИМС, м/сх, англ. integrated circuit, IC, microcircuit), чип, микрочип (англ. microchip, silicon chip, chip — тонкая пластинка — первоначально термин относился к пластинке кристалла микросхемы) — микроэлектронное устройство — электронная схема произвольной сложности (кристалл), изготовленная на полупроводниковой подложке (пластине или плёнке) и помещённая в неразборный корпус, или без такового, в случае вхождения в состав микросборки.

Интегральная микросхема выполняет определенные функции обработки (преобразования) информации, заданной в виде электрических сигналов: напряжений или токов. Электрические сигналы могут представлять информацию в непрерывной (аналоговой), дискретной и цифровой форме.

Компоненты, входящие в состав ИС, не могут быть выделены из нее в качестве самостоятельных изделий, кроме того, они характеризуются некоторыми особенностями по сравнению с дискретными транзисторами, диодами и т. д.

Особенностью цифровых ИС является высокая сложность выполняемых ими функций, поэтому количество компонентов в одной микросхеме может исчисляться сотнями тысяч и даже миллионами.

Функциональную сложность ИС обычно характеризуют степенью компонентной интеграции, т. е. количеством чаще всего транзисторов на кристалле. Количественно степень интеграции описывается условным коэффициентом $K = \lg N$, где N — число компонентов.

В зависимости от значений K интегральные схемы подразделяются:

$K < 2$, ($N < 100$) — малая интегральная схема (МИС или IS);

$2 < K < 4$, ($N < 10^4$) — интегральная схема средней степени интеграции (СИС или MSI);

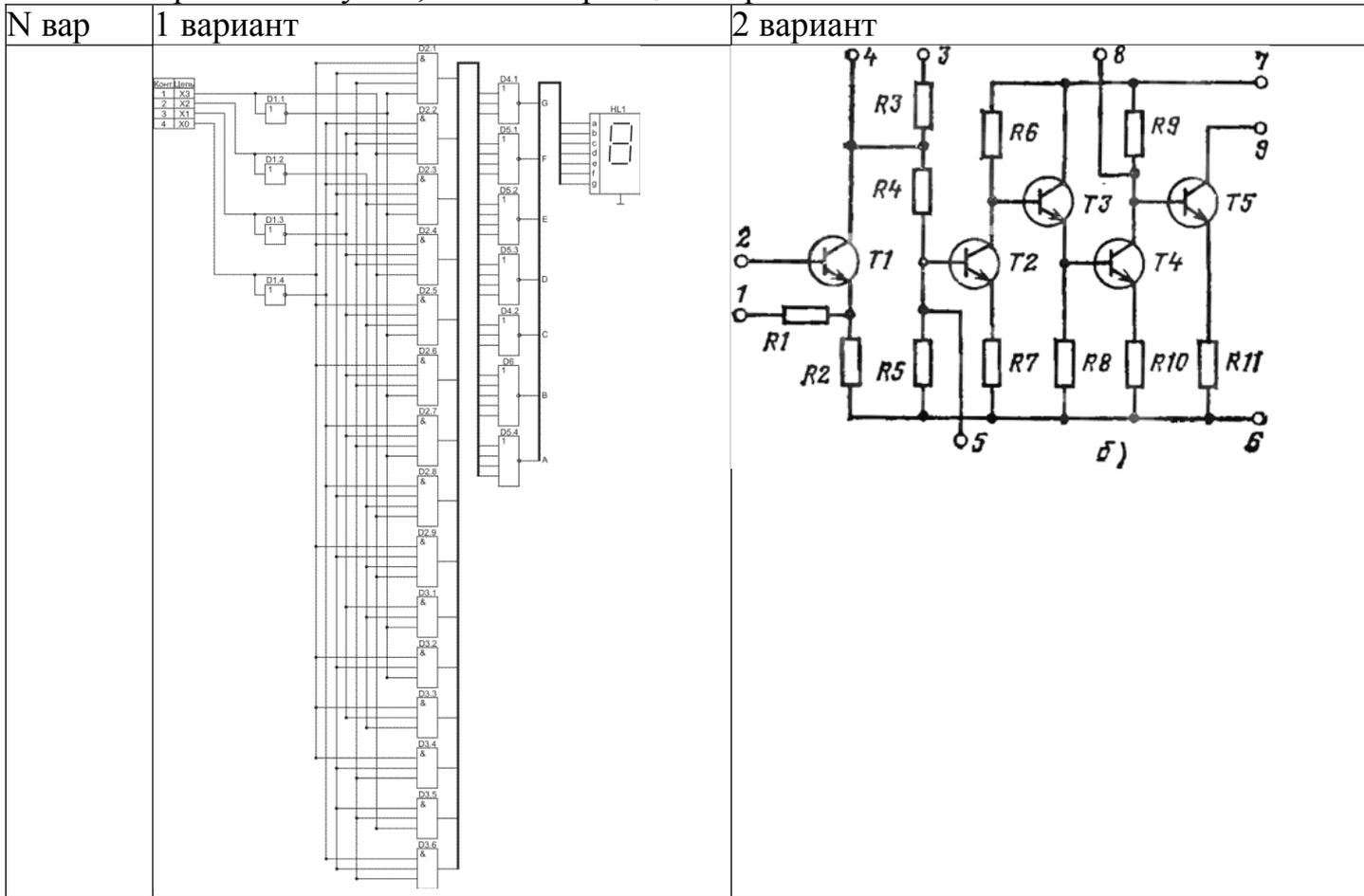
$4 < K < 5$, ($N < 10^6$) — большая интегральная схема (БИС или LSI);

$K > 6$, ($N > 10^6$) — сверхбольшая интегральная схема (СБИС или VLSI).

Сокращения приведенные на английском языке имеют следующий смысл: IS — Integrated Circuit; MSI — Medium Scale Integration; LSI — Large Scale Integration; VLSI — Very Large Scale Integration.

Иногда сложность ИС характеризуют таким показателем, как плотность упаковки. Это количество компонентов, приходящихся на единицу площади кристалла. Этот показатель характеризует уровень технологии, и в настоящее время он составляет более 10⁴ компонентов/мм².

Задание 1: Построить схему ИС, описать принцип ее работы



Контрольные вопросы:

1. Дать определение интегральной схеме
2. Приведите пример использования интегральных схем в ПК
3. Какие устройства выполнены на интегральных схемах?

Лабораторная работа №17

Тема: Исследование и расчет счетчика импульса

Цель:

1) Сформировать практические навыки при исследовании и расчете счетчика импульсов

2) развивать интерес к изучаемой дисциплине

Оснащение: Му к ПР, схема

Порядок выполнения работы Краткие теоретические сведения

Счетчик – устройство для подсчета числа входных импульсов. Число, представляемое состоянием его выходов по фронту каждого входного импульса, изменяется на единицу. Счетчик можно реализовать на нескольких триггерах. В суммирующих счетчиках каждый входной импульс увеличивает число на его выходе на единицу, в вычитающих счетчиках каждый входной импульс уменьшает это число на единицу.

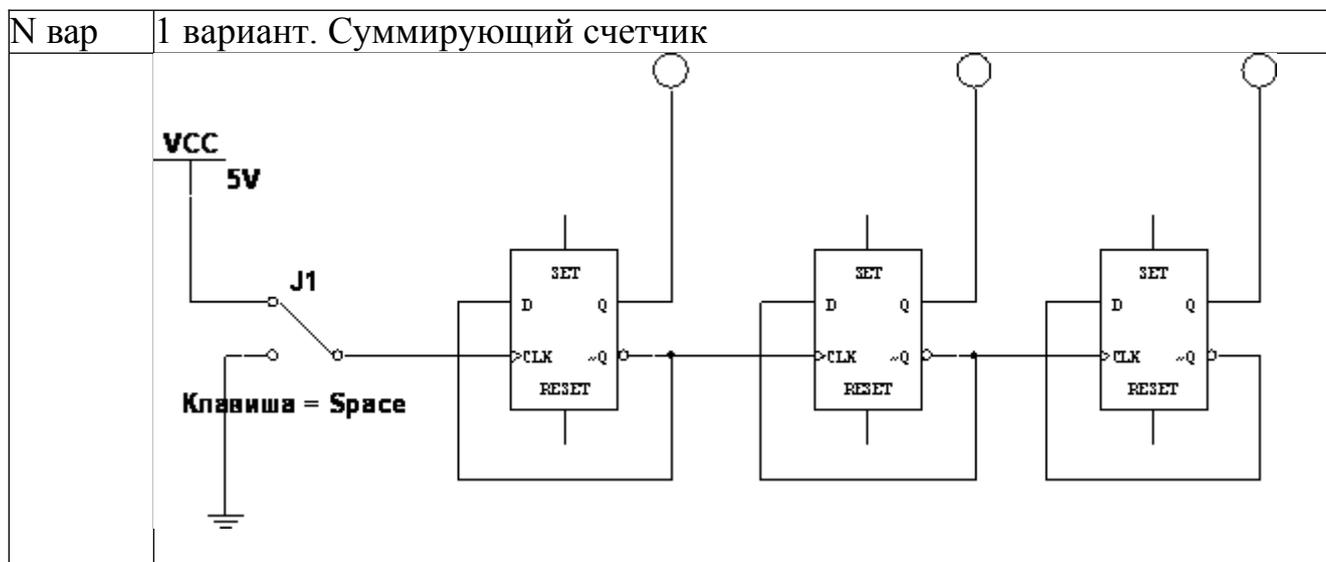
Счетчики можно реализовать на триггерах. При этом триггеры соединяют последовательно. Выход каждого триггера непосредственно действует на тактовый вход следующего. Для того чтобы реализовать суммирующий счетчик, необходимо счетный вход очередного триггера подключать к инверсному выходу предыдущего. Для того чтобы изменить направление счета (реализовать вычитающий счетчик), можно предложить следующие способы:

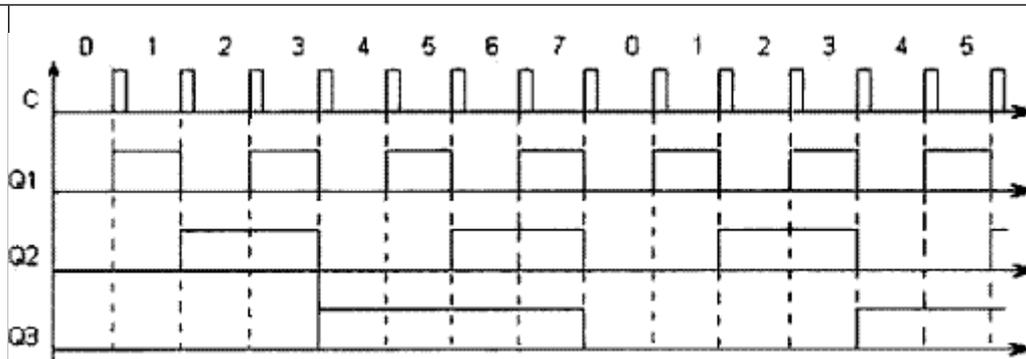
а) считывать выходные сигналы счетчика не с прямых, а с инверсных выходов триггеров. Число, образуемое состоянием инверсных выходов триггеров счетчика, связано с числом, образованным состоянием прямых выходов триггеров следующим соотношением:

$$N_{\text{ПР}} = 2^n - N_{\text{ИНВ}} - 1;$$

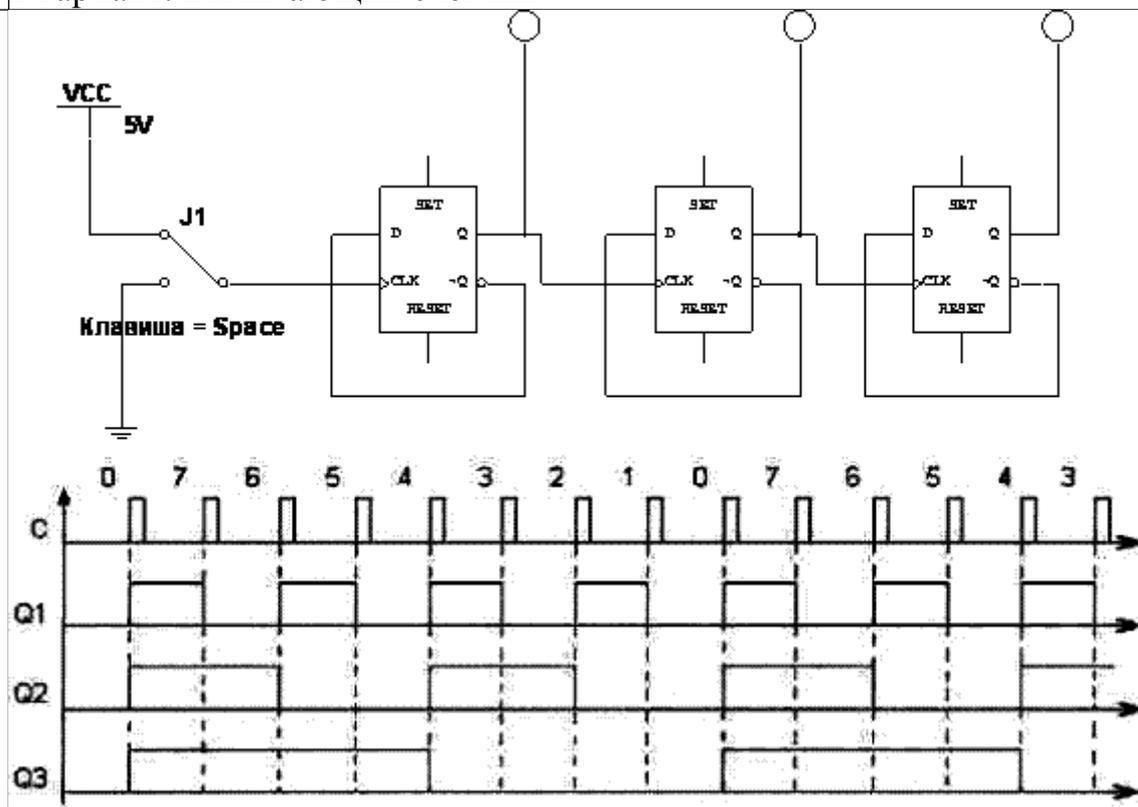
б) изменить структуру связей в счетчике: подавать на счетный вход следующего триггера сигнал не с инверсного, а с прямого выхода предыдущего.

Задание 1: Проведите расчет счетчика по следующим схемам





2 вариант. Вычитающий счетчик



Контрольные вопросы:

1. Дать суммирующему и вычитающему счетчику.
2. Приведите пример использования счетчиков в ЭВМ
3. Как проводится расчет счетчика импульсов?

Лабораторная работа №18

Тема: Исследование счетчика с последовательным переносом

Цель:

- 1) Сформировать практические навыки при исследовании счетчика с последовательным переносом
- 2) развивать интерес к изучаемой дисциплине

Оснащение: Му к ПР, схема

Порядок выполнения работы Краткие теоретические сведения

Счётчики с последовательным переносом. В этих счётчиках импульсы, подлежащие счёту, поступают на вход только одного первого триггера, а сигнал переноса передаётся последовательно от одного разряда к другому. Такие счётчики отличаются простотой схемы, но имеют невысокое быстродействие.

Основными показателями счётчиков являются ёмкость и быстродействие.

Ёмкость, численно равная КСЧ, характеризует число импульсов, доступное счёту за один цикл. Как уже было показано выше, ёмкость определяется количеством разрядов счётчика.

Быстродействие или максимально возможная скорость работы оценивается двумя параметрами:

Разрешающая способность $t_{раз.сч}$ - минимальное время между двумя входными сигналами, в течение которого ещё не возникают сбои в работе счётчика. Величина, обратная разрешающей способности, называется максимальной частотой счёта f_{max} . f_{max} определяет количество импульсов, которое может подсчитать счётчик за 1 сек.

$$f_{max} = 1/t_{раз.сч}$$

– Время установки кода счётчика $t_{уст}$ — это время между моментом прихода входного сигнала и переходом счётчика в новое устойчивое состояние.

Для удовлетворения потребностей разработчиков цифровых электронных устройств различного назначения разработаны интегральные микросхемы счётчиков с широким спектром параметров. Всё многообразие счётчиков можно классифицировать по следующим признакам.

1 По направлению счёта:

- Суммирующие,
- Вычитающие,
- Реверсивные.

2 По коэффициенту счёта:

- Двоичные,
- Двоично-десятичные (декадные),
- С постоянным произвольным коэффициентом счёта,
- С переменным коэффициентом счёта.

3 По способу организации внутренних связей:

- С последовательным переносом,
- С параллельным переносом,
- С комбинированным переносом,
- Кольцевые.

Классификационные признаки независимы и могут встречаться в разных сочетаниях. Например, суммирующие счётчики могут быть как с последовательным, так и с параллельным переносом и могут иметь двоичный или десятичный коэффициент счёта.

Задание1: Постройте схему согласно варианту и опишите принцип ее работы

N вар	1 вариант	2 вариант	3 вариант	4 вариант
	Счётчик с произвольным коэффициентом счёта	Вычитающий счетчик	Реверсивный счетчик	Суммирующий счетчик

Контрольные вопросы:

1. Дать суммирующему и вычитающему счетчику.
2. Приведите пример использования счетчиков в ЭВМ
3. Как проводится расчет счетчика по основным показателям, характеризующих его работу?

Лабораторная работа №19

Тема: Исследование счетчика с параллельным переносом

Цель:

1) Сформировать практические навыки при исследовании счетчика с параллельным переносом

2) развивать интерес к изучаемой дисциплине

Оснащение: Му к ПР, схема

Порядок выполнения работы Краткие теоретические сведения

Счётчики с параллельным переносом строятся на синхронных триггерах.

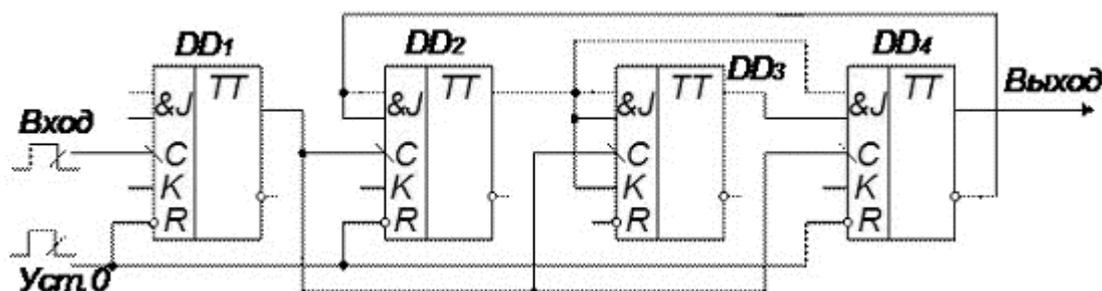
Счётные импульсы подаются одновременно на тактовые входы всех триггеров, а каждый из триггеров цепочки служит по отношению к последующим только источником сигналов. Срабатывание триггеров параллельного счётчика происходит синхронно, и задержка переключения всего счётчика равна задержке для одного триггера. Следовательно, такие счётчики более быстродействующие. Их основным недостатком является большая мощность, потребляемая от источника входных сигналов, так как входные импульсы подаются на тактовые входы всех триггеров.

Для устранения недостатков рассмотренных выше счётчиков разработаны и используются счётчики с последовательно-параллельным переносом.

В счётчиках с последовательно-параллельным переносом триггеры объединены в группы так, что отдельные группы образуют счётчики с параллельным переносом, а группы соединяются с последовательным переносом. В роли групп могут быть и готовые счётчики.

Общий коэффициент счёта таких счётчиков равен произведению коэффициентов счёта всех групп.

В качестве примера рассмотрим счётную декаду на JK-триггерах, приведённую на рисунке 1



Р и с у н о к 1 -Счётная декада на JK-триггерах

Схема состоит из двух групп. Первая группа — это триггер DD1.

Вторая группа, состоящая из трёх триггеров DD2–DD4, представляет собой счётчик с параллельным переносом и тактируется выходным сигналом первого триггера. Группы соединены между собой последовательно.

Схема работает следующим образом.

При подаче на вход импульсов с 1-го по 8-ой декада работает как обычный двоичный счётчик импульсов.

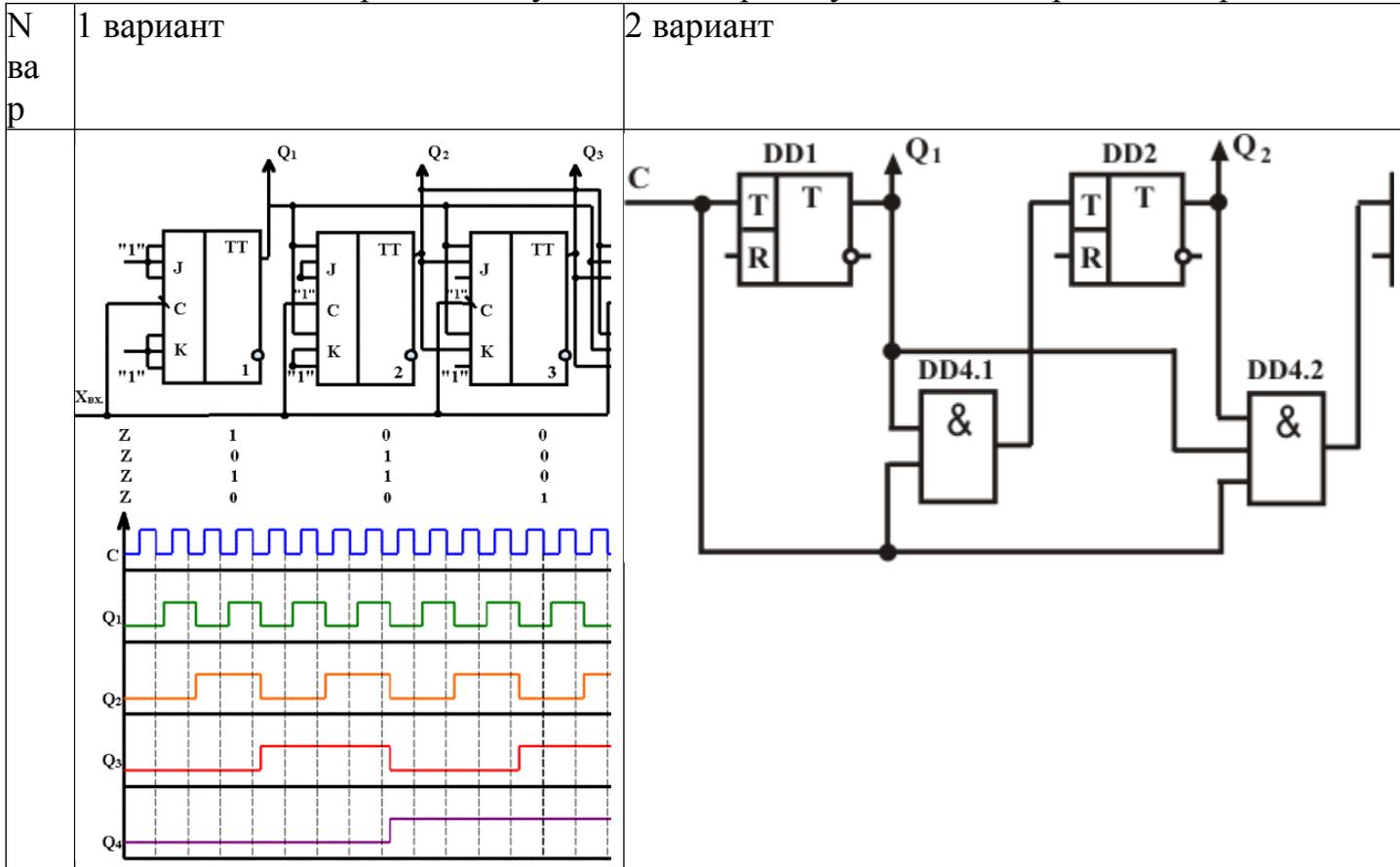
К моменту прихода 8-го импульса на двух входах J 4-го триггера формируется уро-

вень лог. «1». 8-ым импульсом этот триггер переключается в состояние лог. «1», а

уровень лог. «0» с его инверсного выхода, подаваемый на вход «J» второго триггера, запрещает его переключение в единичное состояние под действием 10-го импульса.

10-ый импульс восстанавливает нулевое состояние 4-го триггера и цикл работы счётчика повторяется.

Задание 1: Постройте схему согласно варианту и опишите принцип ее работы



Контрольные вопросы:

1. Дать определение счётчику с параллельным переносом.
2. Приведите пример использования счётчиков с параллельным переносом в ЭВМ
3. В чем отличие счётчика с параллельным переносом от счётчика с последовательным переносом?

Лабораторная работа №20

Тема: Исследование триггера Шмита

Цель:

- 1) Сформировать практические навыки при исследовании триггера Шмита
- 2) развивать интерес к изучаемой дисциплине

Оснащение: Му к ПР, схема

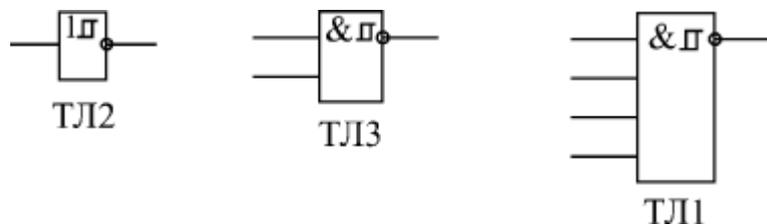
Порядок выполнения работы Краткие теоретические све-

дения

Триггеры — это электронные устройства, обладающие двумя устойчивыми состояниями равновесия и способные скачком переходить из одного устойчивого состояния в другое под воздействием внешних управляющих сигналов.

Триггер Шмитта (не Шмидта) — электронная модель двухпозиционного релейного элемента, статическая характеристика которого имеет зону неоднозначности (петлю гистерезиса). Структурно, триггер Шмитта представляет собой усилитель с достаточно большим коэффициентом усиления, охваченный глубокой положительной обратной связью. Триггер Шмитта используется для восстановления цифрового сигнала, искаженного в линиях связи, фильтрах дребезга, в качестве двухпозиционного регулятора в системах автоматического регулирования. Этот триггер стоит особняком в семействе триггеров: он имеет один аналоговый вход и один выход.

Триггеры Шмитта представляют собой специфические логические элементы, специально рассчитанные на работу с входными аналоговыми сигналами. Они предназначены для преобразования входных аналоговых сигналов в выходные цифровые сигналы. Появление таких микросхем связано в первую очередь с необходимостью восстановления формы цифровых сигналов, искаженных в результате прохождения по линиям связи. Фронты таких сигналов оказываются пологими, в результате чего форма сигналов вместо прямоугольной может стать близкой к треугольной или синусоидальной. К тому же сигналы, передаваемые на большие расстояния, сильно искажаются шумами и помехами. Восстановить их форму в исходном виде, устранить влияние помех и шумов как раз и призваны триггеры Шмитта.



Р и с у н о к 1 – Триггеры Шмитта

Задание 1: Постройте схему согласно варианту и опишите принцип ее работы

N ва р	1 вариант	2 вариант
	3 вариант	4 вариант

Контрольные вопросы:

1. Дать определение триггеру Шмитта
2. Приведите пример использования счетчиков Шмита в ЭВМ
3. В чем особенность триггеров Шмитта?

4. Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники

1. Кистрин А. В., Костров Б. В., Никифоров М. Б., Устюков Д. И. Проектирование цифровых устройств. - М.:Курс, ИНФРА-М, 2019. - 352 с. - (Среднее профессиональное образование). [Электронный ресурс]. URL:<http://znanium.com/catalog/product/1002587> ;
2. Колдаев В.Д., Лупин С.А. Архитектура ЭВМ. Учебное пособие. Москва: ФОРУМ, 2019.-383 с. [Электронный ресурс] . URL: <http://znanium.com/catalog/product/1010475> ;
3. Максимов Н.В., Партыка Т.Л., Попов И.И. Архитектура ЭВМ и вычислительных систем: Учебник.5-е издание. - М.: Форум: ИНФРА – М, 2018.- 511 с. [Электронный ресурс] URL: <http://znanium.com/catalog/product/944312> .

Дополнительные источники

1. Новиков Ю.В. Введение в цифровую схемотехнику / Ю.В. Новиков - М: Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. - 343
2. Исаев А.Н. Методическое пособие для внеаудиторной самостоятельной работы по МДК 01.02 Проектирование цифровых устройств специальности 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы, Тихорецк, 2017.

Электронные издания (электронные ресурсы)

1. Миленина С. А. Электроника и схемотехника: учебник и практикум для СПО/ С.А. Миленина; под. ред. Н.К. Миленина,- М.: Издательство Юрайт, 2017 (доступ <http://urait.ru>)
2. Миловзоров О.В. Основы электроники: учебник для СПО/ О.В. Миловзоров, И.Г. Панков 6-е изд. перераб. И доп; под. ред. Н.К. Миленина.- М.: Издательство Юрайт, 2017 (доступ <http://urait.ru>)
3. Введение в цифровую схемотехнику: - Режим доступа: <https://www.intuit.ru/studies/courses/104/104/info>