



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ _____ ИНФОРМАТИКА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ _____

КАФЕДРА _____ КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ _____

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ __ 09.03.01 Информатика и вычислительная техника _____

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

НА ТЕМУ:

*Схемотехническое проектирование
электронного устройства*

Студент ИУ6-63Б
(Группа)

(Подпись, дата)

В.К. Залыгин
(И.О. Фамилия)

Руководитель курсовой работы

(Подпись, дата)

С.С. Данилюк
(И.О. Фамилия)

2025 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой ИУ6
(Индекс)
А.В.Пролетарский
(И.О.Фамилия)
« » 2025 г.

З А Д А Н И Е на выполнение курсовой работы

по дисциплине Схемотехника

Студент группы ИУ6-63Б

Залыгин Вячеслав Константинович
(Фамилия, имя, отчество)

Тема курсовой работы Схемотехническое проектирование
электронного устройства

Направленность КР (учебная, исследовательская, практическая, производственная, др.)
учебная

Источник тематики (кафедра, предприятие, НИИ) кафедра

График выполнения работы: 25% к 3 нед., 50% к 10 нед., 75% к 13 нед., 100% к 15 нед.

Задание Поле чудес. Ттл

Оформление курсовой работы:

Расчетно-пояснительная записка на 20-30 листах формата А4.

1. Схема структурная
2. Схема электрическая функциональная
3. Диаграммы временные работы устройства
4. Схема электрическая принципиальная
5. Спецификация (перечень) используемых элементов

Дата выдачи задания «08» февраля 2025 г.

Руководитель курсовой работы

С.С. Данилюк
(Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

Студент

В.К. Залыгин
(Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

Примечание: Задание оформляется в двух экземплярах: один выдается студенту, второй хранится на кафедре.

РЕФЕРАТ

Расчетно-пояснительная записка состоит из 29 страниц, включающих в себя 17 рисунков, 6 таблиц, 5 источников и 0 приложений.

ТТЛ, РЕГИСТР, КОМБИНАЦИОННАЯ СХЕМА, ПОЛЕ ЧУДЕС, ЯКУБОВИЧ

Курсовая работа посвящена разработке структурной (функциональной) схемы системы «Поле чудес. ТТЛ», декомпозиции и выбора элементной базы.

Целью курсовой работы является закрепление и углубление знаний, приобретенных в процессе обучения по курсу и получение практических навыков разработки электрической функциональной схемы устройства, выбор схемотехнического решения и обоснование элементной базы, выполнение расчетов потребляемой мощности, временных задержек распространения, моделирование устройства и составление временных диаграмм. Умение описать работу схемы с учетом требований технического задания. Создание конструкторской документации и спецификаций. расчетно-пояснительной записки и графических материалов.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 Анализ требований	7
1.1 Описание принципа работы разрабатываемого устройства	7
1.2 Выбор схемотехнического решения	8
2 Проектирование электрической функциональной схемы	11
2.1 Блок выработки случайного значения	11
2.2 Блок управления колесом	12
2.3 Блок выбора количества очков	12
2.4 Блок выработки управляющих сигналов	13
2.5 Блок обновления состояния игрока	14
2.6 Блок хранения состояния игроков	14
2.7 Блок выбора состояния текущего игрока	14
2.8 Блок выработки номера следующего игрока	15
2.9 Блок хранения номера текущего игрока	16
3 Разработка принципиальной электрической схемы	17
3.1 Выбор элементной базы	17
3.2 Обоснование и синтез принципиальной схемы	18
3.3 Выбор генератора тактовых импульсов	22
3.4 Выбор входных и выходных разъемов	23
3.5 Устранение помех	23
4 Построение временных диаграмм	24
5 Расчет быстродействия	25
6 Расчет потребляемой мощности	26
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	28
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	29

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ТТЛ – транзисторно-транзисторная логика

УГО – условное графическое обозначение

ШД – шина данных

ШУ – шина управления

ТЗ – техническое задание

МС – микросхема

ВВЕДЕНИЕ

Поле чудес – советская и российская телеигра, выходящая каждую пятницу в 19:45 на ОРТ/«Первом канале» и являющаяся частичным аналогом американской телевизионной программы «Колесо Фортуны» (Wheel of Fortune). Программа была создана телекомпанией ВИД и выходит в эфир с 1990 года. С 1991 года её ведущим является Леонид Якубович, который занимает должность художественного руководителя программы.

С ростом популярности телепередачи все больше людей желают поучаствовать в игре, однако количество игроков строго ограничено. Данные ограничения приводят к тому, что люди стремятся повторить игры в домашних условиях. Для соблюдения всех правил и для наибольшей реалистичности имеет смысл использовать готовую схему, подключенную к табло с информацией об игре и колесу.

Предлагаемая схема представляет собой устройство, занимающееся хранением и обновлением информации по состоянию игры, отслеживанием счета игроков на основе входных сигналов с пульта управления и выработкой выходных сигналов для отображения на табло и барабане. В процессе выполнения курсового проекта были решены следующие задачи:

- анализ объекта разработки на функциональном уровне;
- разработка функциональной схемы;
- выбор элементной базы для реализации объекта;
- поиск схемотехнических решений;
- синтез принципиальной электрической схемы;
- моделирование работы устройства в среде Multisim;
- расчёт временных задержек и потребляемой мощности.

В рамках работы рассмотрены различные схемы хранения и обновления данных, рассмотрена реализация механик игры на основе схемотехнических устройств; спроектировано требуемое техническое устройство и написана соответствующая документация.

Электрические схемы выполнены согласно ГОСТ [1].

1 Анализ требований

Для разработки устройства, соответствующего требованиям технического задания, требуется разработать систему обработки управляющих сигналов, имитации вращения колеса, систему хранения и обновления состояния игры, состоящего из количества очков каждого игрока, статусов игроков и номера выбранного игрока.

1.1 Описание принципа работы разрабатываемого устройства

Устройство реализует правила игры «Поле чудес» для трех игроков с использованием цифровой логики. Управление осуществляется через сигналы, передаваемые с ШУ в блок выработки управляющих сигналов (блок управления). Устройство состоит из трех подсистем – подсистема контроля колеса, подсистема хранения и обновления состояния игроков, подсистема выбора текущего игрока, которые подключены к одному и тому же блоку управления и выходному разъему, а также соединены между собой с помощью нескольких ШД.

Подсистема контроля колеса вращает колесо и случайным образом выбирает позицию, в котором колесо остановится. Подсистема также выбирает количество очков, которое прибавляется игроку, для которого происходило вращение, и передает количество ШД для подсистему хранения и обновления состояния игроков. Случайный выбор позиции колеса для остановки реализуется при помощи подачи сигнала выбор на входную ШУ, который затем посредством блока управления преобразуется в управляющий сигнал к описываемой подсистеме. Сигнал выбор является элементом энтропии в системе, за счет которой гарантируется случайность выбранной позиции колеса. Описанное поведение можно достичь при использовании счетчика, работающего при высокой частоте – без использования синхросигнала невозможно определить состояние счетчика в момент подачи сигнала выбора. Для вращения колеса используется второй счетчик, подключенный к синхросигналу через делитель частоты – это необходимо для понижения

скорости вращения колеса до приемлемой. Остановка колеса происходит при совпадении значений обоих счетчиков и выставленного флага выбора (выставляется после подачи сигнала выбора на ШУ).

Подсистема хранения и обновления состояния игроков представлена группой регистров хранения состояния каждого игрока (7 бит под очки игрока и 1 бит под активность игрока), подгруппой мультиплексоров, подключенных к регистрам информационными входами и ШД от подсистемы выбора текущего игрока адресными входами, а также группой сумматоров, осуществляющих обновление состояния текущего игрока при помощи суммирования его текущего состояния с данными для обновления.

Наконец подсистема выбора текущего игрока состоит из регистра, хранящего номер текущего игрока, и комбинационной схемы, подключенной через ШД к подсистеме хранения и обновления состояния игроков, которая вырабатывает номер следующего игрока.

Устройство работает в режиме реального времени, незамедлительно обрабатывая управляющие сигналы и отображая изменения на сигналах к выходному разъему. Вся логика реализована на комбинационных и последовательных схемах серией K555 и K155 без использования программного обеспечения.

1.2 Выбор схемотехнического решения

Для реализации устройства используются различные схемы – триггеры, дешифраторы, мультиплексоры, счетчики, логические операторы.

Блок выработки управляющих сигналов принимает входящие сигналы и на их основе вырабатывает управляющие сигналы для подсистем.

Подсистема контроля колеса представлен на рисунке 1 и состоит из нескольких блоков: блок выработки случайного значения, блок управления колесом, блок выбора количества очков. Блок выработки случайного значения по выставлению сигнала управления «выбор» генерирует случайную позицию на колесе. Блок управления колесом занимается вращением колеса и его остановкой в случае совпадения положения колеса с случайно выбранным.

Результатом работы блока управления колесом становятся данные о положении колеса, которые передаются в следующий блок подсистемы и на выходной разъем. Блок выбора количества очков вырабатывает сигнал с количеством очков, которое можно прибавить к счету игрока за угаданную букву, на основе информации о положении колеса.

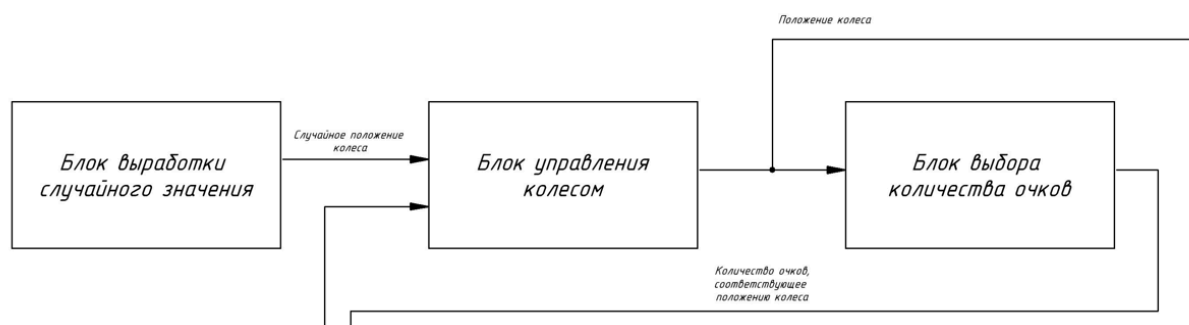


Рисунок 1 — Подсистема контроля колеса

Подсистема хранения и обновления состояния игроков состоит из блока хранения состояния игры, блока выбора состояния текущего игрока и блока обновления состояния игрока. Блок хранения обеспечивает хранение очков игроков на период игры, а также информации о том, какие игроки выбыли из игры. Блок выбора состояния текущего игрока используется, чтобы подать на блок обновления состояния игрока значения, верные для текущего игрока. Наконец блок обновления вырабатывает обновленное состояние игрока в соответствии с управляющими сигналами и позицией колеса и передает обновленное состояние на запись. Данная подсистема изображена на рисунке 2.



Рисунок 2 — Подсистема хранения и обновления состояния игроков

Подсистема выбора текущего игрока основана на блоке хранения номера текущего игрока, а также блоке выработки номера следующего игрока. Состав подсистемы изображен на рисунке 3.

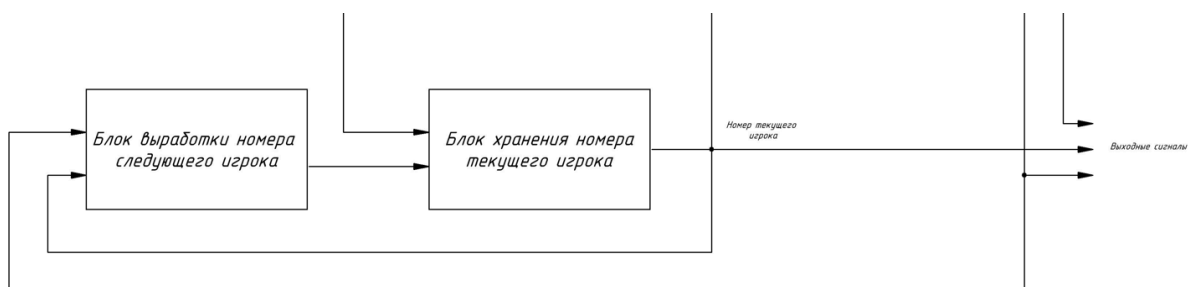


Рисунок 3 — Подсистема выбора текущего игрока

Все блоки синхронизируются тактовыми импульсами.

Структурная схема устройства представлена в приложении Б и на рисунке 4.

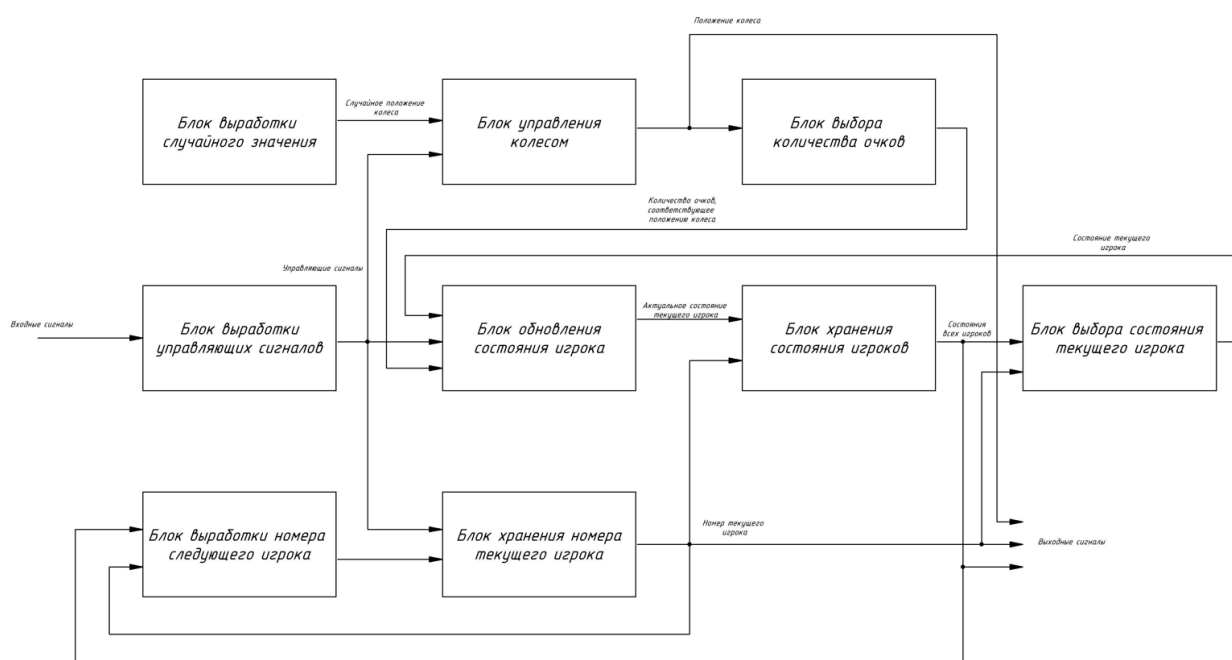


Рисунок 4 — Структурная схема

2 Проектирование электрической функциональной схемы

На основе схемотехнического решения выделены следующие блоки:

- блок выработки случайного значения;
- блок управления колесом;
- блок выбора количества очков;
- блок выработки управляющих сигналов;
- блок обновления состояния игрока;
- блок хранения состояния игроков;
- блок выбора состояния текущего игрока;
- блок выработки номера следующего игрока;
- блок хранения номера текущего игрока.

Ниже приведено функциональное описание каждого из блоков. На рисунке 5 и в приложении В изображена функциональная схема устройства.

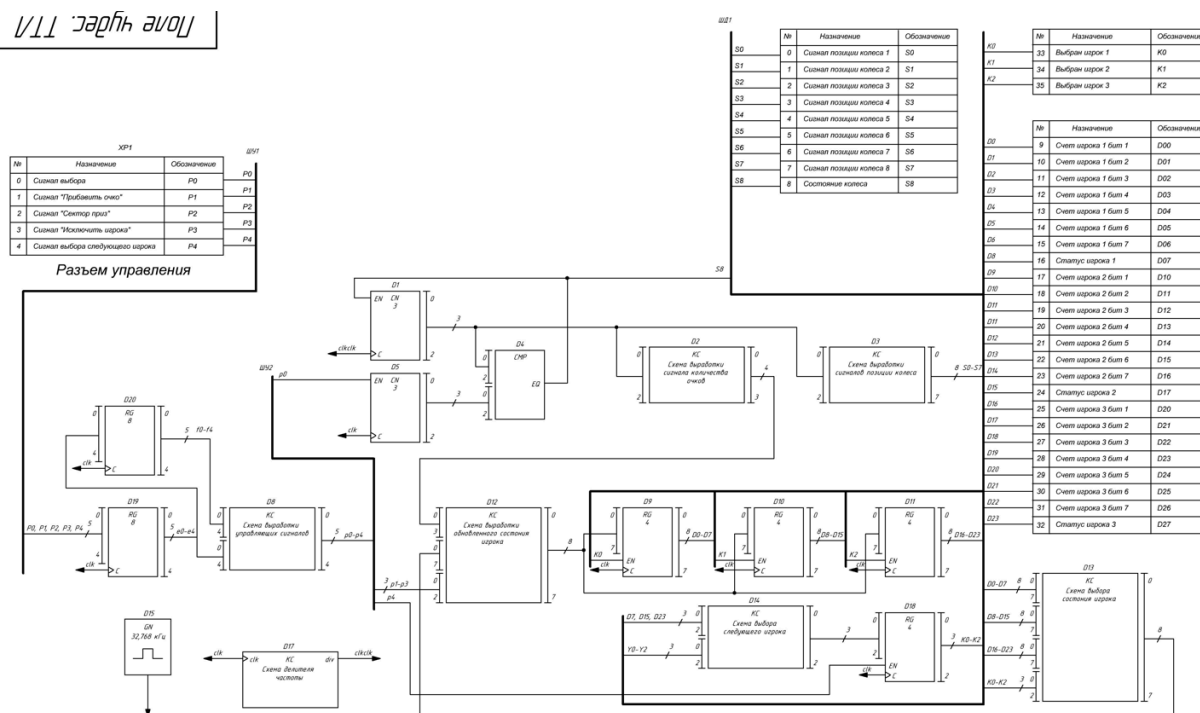


Рисунок 5 — Функциональная схема

2.1 Блок выработки случайного значения

Блок выработки случайного значения состоит из трёхразрядного синхронного счётчика D5. На входе блока располагается тактовый сигнал clk,

который обеспечивает счётчику инкрементирование своего содержимого по модулю 8 при каждом фронте. Выходом блока служит трёхбитная шина, на которой формируется псевдослучайное значение в диапазоне от 000 до 111. Фиксация значения на счетчике происходит при помощи подачи асинхронного сигнала P0 со стороны пользователя. Отследить значение счетчика со стороны пользователя не представляется возможным, за счет чего достигается эффект случайности значения.

2.2 Блок управления колесом

Блок управления колесом представляет собой последовательный счетчик D1 на 3 бита, кодирующий 8 положений колеса и подключенный к тактовому сигналу от делителя частоты clk_{clk} , и трехразрядный компаратор D4, который сравнивает текущее положение колеса с требуемым и в случае совпадения останавливает колесо.

2.3 Блок выбора количества очков

Блок выбора количества очков предназначен для определения количества очков, соответствующего положению колеса, установленному в процессе игры, представлен КС D2. КС преобразует код положения колеса в код количества очков, который далее используется для обновления состояния игроков. Входом КС является код положения колеса, получаемый от блока управления колесом, а выходом — сигнал количества очков, передаваемый на блок обновления состояния игрока. КС реализована в виде набора мультиплексоров. Набор мультиплексоров обеспечивает выбор одного из заранее заданных значений количества очков на основе управляющего кода положения колеса, который подается на адресные входы мультиплексоров. Каждому положению колеса сопоставляется определенное количество очков от 1 до 4. Таблица истинности 1 демонстрирует принцип работы КС

Таблица 1 — Таблица истинности КС «Схема выработки сигнала количества очков»

Входные сигналы	Выходные сигналы
X00	0001
X01	0010
X10	0011
X11	0100

2.4 Блок выработки управляющих сигналов

Блок выработки управляющих сигналов принимает на вход пять асинхронных сигналов с шины управления ШУ1: P0 (сигнал выбора), P1 (сигнал «Прибавить очко»), P2 (сигнал «Сектор приз»), P3 (сигнал «Исключить игрока») и P4 (сигнал «Выбора следующего игрока»). Сигналы синхронизируются по тактовому импульсу через регистр D19 и поступают в комбинационную схему D8 «Схема выработки управляющих сигналов» напрямую и через регистр D20. КС формирует на своих выходах сигналы для управления обновлением состояния игроков, выбором текущего игрока и работой колеса. Принципиальной задачей КС является проведение управляющих сигналов только на один такт. Для каждого управляющего сигнала PA, где A от 0 до 4, справедлива таблица истинности 2.

Таблица 2 — Таблица истинности КС «Схема выработки управляющих сигналов» для PA

Входной сигнал PA	Промежуточ- ный сигнал eA	Промежуточ- ный сигнал fA	Выходной сиг- нал pA
0	0	0	0
1	0	0	0
1	1	0	1

Продолжение таблицы 2

1	1	1	0
---	---	---	---

2.5 Блок обновления состояния игрока

Блок обновления состояния игроков предназначен для формирования нового состояния игрока на основе текущего состояния игрока, поступающих управляющих сигналов (p1, p2, p3) и количества очков согласно положению барабана из КС выработки сигнала количества очков. Блок реализован в виде комбинационной схемы D12, которая вырабатывает актуализированное состояние игрока. КС оперирует состоянием, как 8-битным сигналом. Младшие 7 бит предназначены для хранения количества очков, 8 бит предназначен для определения участия игрока в игре (0 – игрок участвует в игре, 1 – исключен из игры). При подаче сигнала прибавления очков значения с КС D2 складываются с текущим счетом игрока (младшие 7 бит), при подаче сигнала «сектор приз» к счету прибавляется 32, при подаче сигнала исключения игрока выставляется 8 бит состояния игрока.

2.6 Блок хранения состояния игроков

Блок состоит из массива регистров (D9, D10, D11), подключенных к блоку обновления состояния игрока. В зависимости от выбранного игрока происходит запись обновленного состояния в регистры, ответственные за хранение состояние только текущего игрока (согласно сигналам K0, K1, K2).

2.7 Блок выбора состояния текущего игрока

Блок выбора состояния текущего игрока собой КС D13 (набор мультиплексоров), формирующих в выходном сигнале состояние игрока, соответствующего значениям управляющих сигналов (K0-K2). Принцип работы КС D13 показан в таблице 3.

Таблица 3 — Принцип работы КС D13

Сигнал состояния игрока 1, D0-D7	Сигнал состояния игрока 2, D8-15	Сигнал состояния игрока 1, D16-23	Сигнал номера игрока, K0-K2	Выходной сигнал
A	X	X	001	A
X	A	X	010	A
X	X	A	100	A

2.8 Блок выработки номера следующего игрока

Блок выработки номера следующего игрока состоит из КС D14, которая для выбора следующего игрока учитывает номер текущего игрока и наличие следующего и последующего игрока в игре (проверка, не исключены ли игроки). Для этого на вход схемы подаются сигналы включенности игроков в игру (соответствующие D7, D15, D23) и сигналы выбранности игроков (Y0-Y2). На выходе схема вырабатывает значение для следующего игрока. Таблица 4 иллюстрирует принцип работы КС, демонстрируя допустимые комбинации входных сигналов.

Таблица 4 — Таблица истинности КС D14

Y0	Y1	Y2	D7	D15	D23	Выходной сигнал 0	Выходной сигнал 1	Выходной сигнал 2
1	0	0	X	0	0	0	1	0
0	1	0	0	X	0	0	0	1
0	0	1	0	0	X	1	0	0
1	0	0	X	1	0	0	0	1
0	1	0	0	X	1	1	0	0
0	0	1	1	0	X	0	1	0
1	0	0	0	1	1	1	0	0

Продолжение таблицы 4

0	1	0	1	0	1	0	1	0
0	0	1	1	1	0	0	0	1

2.9 Блок хранения номера текущего игрока

Блок хранения номера текущего игрока состоит из регистра, который при подаче управляющего сигнала обновляет значение текущего игрока при помощи КС D14 выработки номера следующего игрока.

3 Разработка принципиальной электрической схемы

Разработанная принципиальная схема устройства представлена на рисунке 6 и в приложении Г.

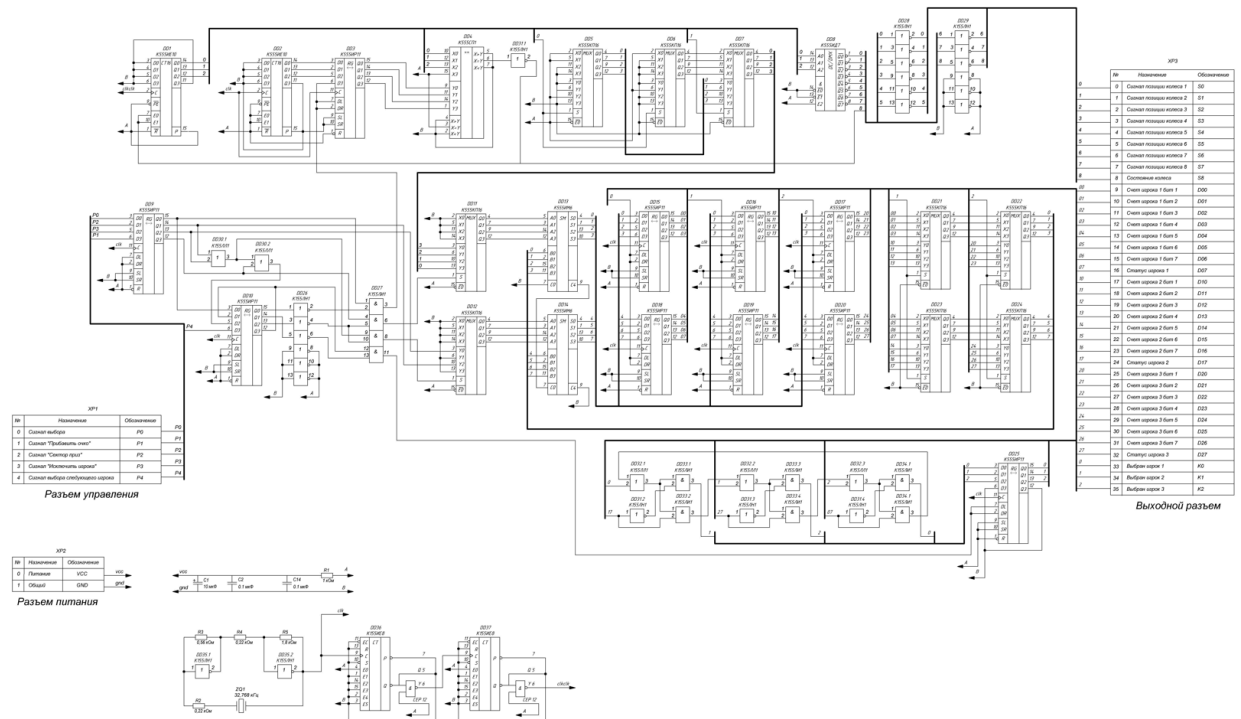


Рисунок 6 — Принципиальная схема

3.1 Выбор элементной базы

Согласно ТЗ, компонентная база решения должна состоять из микросхем технологии ТТЛ. ТТЛ (транзисторно-транзисторная логика) – разновидность цифровых логических микросхем, построенных на основе биполярных транзисторов и резисторов. Название транзисторно-транзисторный возникло из-за того, что транзисторы используются как для выполнения логических функций, так и для усиления выходного сигнала.

Наиболее распространенной в мире является серия 7400 ТТЛ микросхем компании Texas Instruments. Отечественным аналогом которой является серия К555. Поскольку ТЗ не предъявляет требований к выбору серии, а также ввиду распространенности компонентной базы на основе 7400, принято решение использовать микросхемы К555, а также К155 (для микросхем, не входящих в серию К555), подбор МС осуществлялся согласно справочнику [2].

3.2 Обоснование и синтез принципиальной схемы

Для реализации схемы необходимы регистры, счетчики, мультиплексоры, дешифраторы, логические операторы и делители частоты. Принципиальная схема оформлена согласно ГОСТ [3], [4], [5].

Микросхема K555IE10 представляет собой 4-разрядный последовательный счетчик. Вывод С – вход синхронизации. Выводы для установки значений D0-D3 задают начальное состояние, а выводы Q0-Q3 служат для получения текущего состояния счетчика. Входы E0 и E1 используются для управления режимами работы счетчика. Вывод R отвечает за сброс. Вывод Р используется для наращивания каскада счетчиков. При подаче импульсов на синхронизирующие входы и настройке управляющих сигналов, счетчик отсчитывает значения. УГО счетчика показано на рисунке 7.

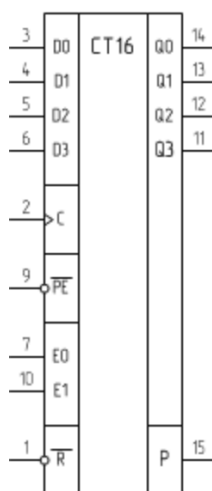


Рисунок 7 — УГО K555IE10

Микросхема K555IP11, УГО которой изображено на рисунке 8, представляет собой четырехразрядный универсальный регистр сдвига, оснащенный входами для записи информации при сдвиге влево (DL) и вправо (DR), а также входами для записи в каждый из разрядов (D0, D1, D2, D3). Вход С служит для синхронизации работы регистра, определяя моменты записи данных в регистр. Вход R предназначен для асинхронного сброса регистра. Выводы Q0, Q1, Q2, Q3 выводят данные, сохраненные в соответствующих разрядах. Микросхема может быть использована как для записи данных, так и для сдвига их влево или вправо в зависимости от управляющих сигналов.

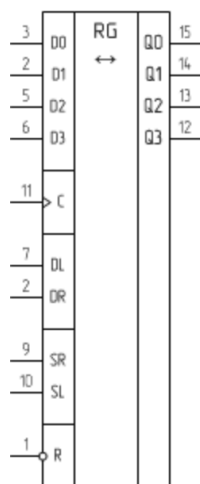


Рисунок 8 — УГО K555IP11

На рисунке 9 изображена микросхема K555КП16, которая представляет собой четырехразрядный селектор-мультиплексор 1 из 2. Уровень сигнала на входе выбора S определяет откуда на выходы Q мультиплексора будет подаваться информация - со входов X либо со входов Y. Высокий уровень сигнала на входе ЕО переводит все выходы в состояние низкого логического уровня.

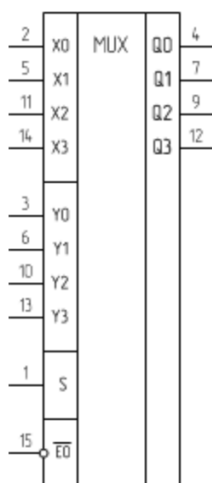


Рисунок 9 — УГО K555КП16

Микросхема K555ИД7 представляет собой двоичный дешифратор на 8 направлений. УГО микросхемы показано на рисунке 10. Информационные входы обозначены как A0, A1, A2 для соответствующих разрядов. Информационные выходы обозначены за Q0, Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, Q7. E0, E1, E2 – разрешающие входы.

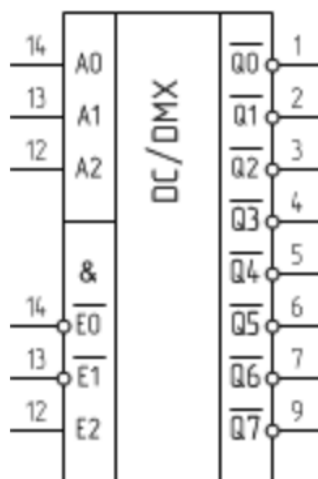


Рисунок 10 — УГО K555ИД7

Микросхема K555ИМ6 (KM555ИМ6) выполнена по ТТЛ технологии и представляет собой четырёхразрядный полный сумматор двух двоичных чисел с ускоренным переносом. Он имеет входы для двух операндов A0-A3 и B0-B3, вход (C0) и выход переноса (C4), выходы суммы чисел S0-S3. Схема ускоренного (параллельного) переноса обеспечивает одновременное появление результата на выходах различных разрядов. При суммировании младших разрядов многоразрядных чисел на вход C0 подается потенциал низкого уровня. УГО представлено на рисунке 11.

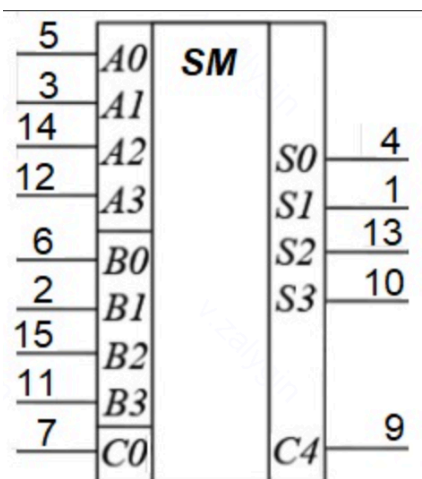


Рисунок 11 — УГО K555ИМ6

Микросхема представляет собой делитель частоты с переменным коэффициентом деления (от 1 до 64). Назначение выводов микросхемы: 1 - вход умножения; 2 - вход умножения; 3 - вход умножения; 4 - вход умножения; 5 - выход «Z»; 6 - выход «Y»; 7 - выход «разрешения счета»; 8 - общий; 9 - вход счетный; 10 - вход стробирования; 11 - вход «разрешения счета»; 12 - вход

последовательного включения; 13 - вход установки «0»; 14 - вход умножения; 15 - вход умножения; 16 - напряжение питания. УГО представлено на рисунке 12.

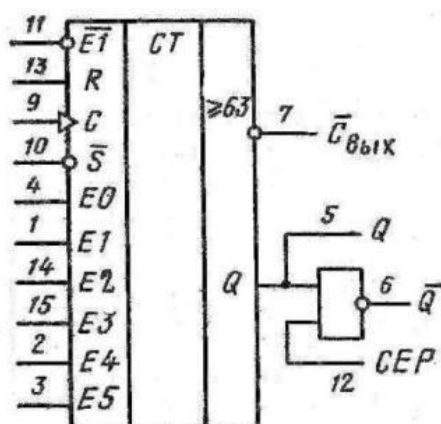


Рисунок 12 — УГО К155ИЕ8

Микросхема К155ЛН1 представляет собой шесть логических элементов НЕ. Выводы 1, 3, 5, 9, 11, 13 – входы, Выводы 2, 4, 6, 8, 10, 12 – выходы. УГО микросхемы изображено на рисунке 13.

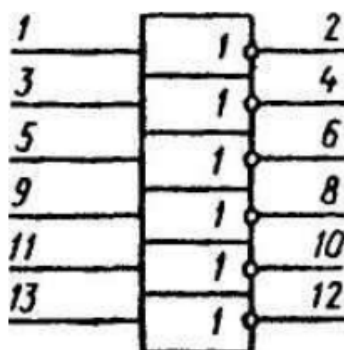


Рисунок 13 — УГО К155ЛН1

Микросхема К155ЛЛ1 (показана на рисунке 14) представляет собой четыре логических элемента 2ИЛИ. Информационными входами являются пары выводов: 1 и 2, 4 и 5, 9 и 10, 12 и 13. Информационными выходами являются выводы 3, 6, 8, 11.

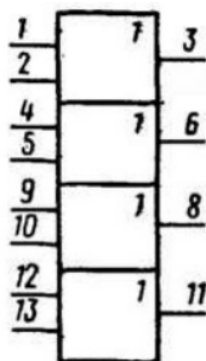


Рисунок 14 — УГО K155ЛЛ1

Микросхема K155ЛИ1 (показана на рисунке 15) представляет собой четыре логических элемента 2И. Информационными входами являются пары выводов: 1 и 2, 4 и 5, 9 и 10, 12 и 13. Информационными выходами являются выводы 3, 6, 8, 11.



Рисунок 15 — УГО K155ЛИ1

3.3 Выбор генератора тактовых импульсов

В качестве генератора тактовых импульсов используется схема на двух инверторах и кварцевом резонаторе частотой 32,678 Гц.

Схема генерации тактовых сигналов имеет 2 выхода — генерация высокой частоты, 32,768 кГц, и низкой, 8 Гц. Для выработки низкой частоты используются делители частоты объединенные в каскад. Потребителем низкой частоты является счетчик, осуществляющий вращения колеса. Остальные микросхемы используют высокую частоту для поддержания быстродействия. Схема приведена на рисунке 16.

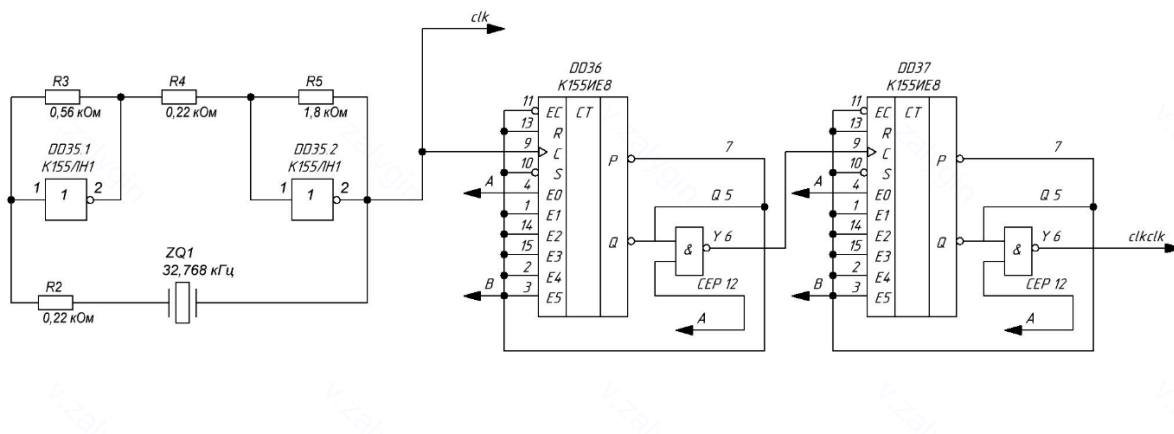


Рисунок 16 — Схема генератора тактовых импульсов

3.4 Выбор входных и выходных разъемов

Для работы схемы требуется 3 разъема на 5, 2 и 35 контактов. Подобраны разъемы соответствующего количества контактов:

- XP1, 5 контактов SCT1001H-05PL100;
- XP2, 2 контакта SCT1001H-05PL100;
- XP3, 35 контактов СКК7353LNS-1.5-11В.

3.5 Устранение помех

Источник питания может быть нестабилен и выдавать скачки напряжения, из-за чего работа устройства может быть прервана. Для «сглаживания» скачков и обеспечения работы устройства в моменты, когда напряжение резко пропадает, используется схема получения логических сигналов. В схему был включён один полюсный конденсатор электролитический на 10 мкФ, а также 13 конденсаторов с расчётом на обеспечение работы 34 микросхем. Помехи в разрабатываемом устройстве могут возникать также из-за неиспользуемых входов, которые могут создавать помехи в цепях. Для устранения такого явления все неиспользуемые прямые входы были соединены с общей линией земли (линия В).

4 Построение временных диаграмм

Модель устройства собрана и протестирована в программе multisim. В процессе тестирования построена временная диаграмма, показывающие задержки от входных сигналов до применения изменений на выходных сигналах. Указанные на временной диаграмме сигналы:

- P1 – входной сигнал, прибавить очки игроку;
- D00 – выходной сигнал, разряд в составе шины количества очков игрока;
- P2 – входной сигнал, сектор приз;
- D04 – выходной сигнал, разряд в составе шины количества очков игрока;
- P3 – входной сигнал, исключить игрока;
- D07 – выходной сигнал, индикатор исключения игрока;
- P4 – входной сигнал, выбор следующего игрока;
- K1 – выходной сигнал, сигнал выбора 2 игрока;
- P0 – входной сигнал, сигнал выбора случайности;
- S8 – выходной сигнал, сигнал фиксации колеса.

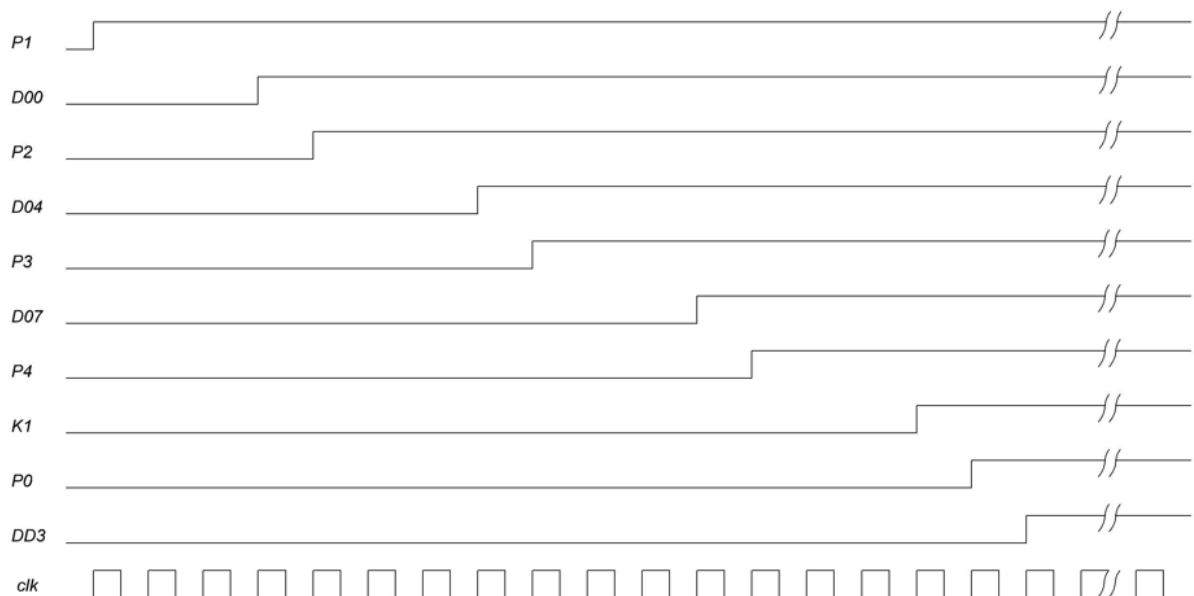


Рисунок 17 — Временная диаграмма

5 Расчет быстродействия

Для определения минимальной задержки в формировании выходного сигнала проведены расчеты быстродействия. В таблице 5 представлены максимальные задержки используемых микросхем согласно документации.

Таблица 5 — Максимальные задержки на микросхемах

Микросхема, обозначение	Время задержки максимальное, нс
K555ИР11	30
K555ИЕ10	35
K555КП16	27
K555ИМ6	24
K555ИД7	41
K155ИЕ8	33
K155ЛИ1	27
K155ЛЛ1	22
K155ЛН1	22

Тогда минимальное время отображения изменений после подачи сигнала на ШУ для различных сигналов:

– сигнал выбора следующего игрока с разъема ХР1 применяется к сигналам на разъеме ХР3 с задержкой согласно формуле (1);

$$t_{\text{зд.р.1}} = t_{\text{ир11}} * 2 + t_{\text{лн1}} + t_{\text{лл1}} + t_{\text{ли1}} = 30 * 2 + 22 + 22 + 27 = 131\text{нс} \quad (1)$$

– сигналы прибавления очков, исключения игрока с разъема ХР1 применяется к сигналам на разъеме ХР3 с задержкой по формуле (2).

$$\begin{aligned} t_{\text{зд.р.2}} &= t_{\text{ир11}} * 2 + t_{\text{лн1}} + t_{\text{лл1}} + t_{\text{ли1}} + t_{\text{кп16}} + t_{\text{им16}} = \\ &= 30 * 2 + 22 + 22 + 27 + 27 = 158\text{нс} \end{aligned} \quad (2)$$

6 Расчет потребляемой мощности

Выполнен расчет мощности, потребляемой устройством. На все микросхемы подано напряжение питания 5В.

Расчет мощности выполняется по формуле (3).

$$P_{\text{устр}} = \sum_{i=1}^N P_{\text{МС}i}, \quad (3)$$

где N – количество микросхем (для собранной схемы верно значение 34),
 $P_{\text{МС}i}$ – мощность i -той микросхемы.

В таблице 6 показаны мощности различных МС.

Таблица 6 — Потребляемые мощности различных МС

Микросхема, обозначение	Потребляе- мая мощность (макс.), мВт	Количество МС в устройстве	Суммарная потребляе- мая мощность (макс.), мВт
K555ИР11	120	11	1320
K555ИЕ10	168	2	336
K555КП16	88	9	792
K555ИМ6	191	2	382
K555ИД7	51	1	51
K155ИЕ8	630	2	1260
K155ЛИ1	35 (на один логический эле- мент)	10	350

Продолжение таблицы 6

K155ЛЛ1	39 (на один логический эле- мент)	5	195
K155ЛН1	20 (на один логический эле- мент)	24	480

Согласно данным из таблицы суммарная потребляемая мощность устройства $P_{\text{устр}} = 5166 \text{ мВт}$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам выполнения курсовой работы спроектировано электронное устройство для проведения игры «Поле чудес» для трех игроков.

Разработанное устройство соответствует требованиям, заявленным в ТЗ. В ходе разработки был создан пакет документации, включающий в себя расчетно-пояснительную записку, схему структурную, схему электрическую функциональную, схему электрическую принципиальную, временные диаграммы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 2.702-2011 Правила выполнения электрических схем.
2. Справочник по стандартным цифровым ТТЛ микросхемам [электронный ресурс]. URL: <https://www.qrz.ru/reference/kozak/ttl/ttlh06.shtml> (дата обращения: 20.04.2025)
3. ГОСТ 2.743-91 Обозначения условные в графических схемах. Элементы цифровой техники.
4. ГОСТ 2.728-74 Обозначения условные в графических схемах. Резисторы, конденсаторы.
5. ГОСТ 2.751-73 Обозначения условные в графических схемах. Электрические связи, провода, кабели и шины.