МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
НОВОСИБИРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ, НГУ)

15.03.16 - Мехатроника и Робототехника
Специализация (профиль): Интеллектуальная робототехника

Пояснительная записка

Тема задания: **“Игровая консоль”**

Путилов Дмитрий, 24940
Саньжаева Полина, 24940
Крюк Михаил, 24940

Новосибирск
2025

Содержание

Термины и аббревиатуры

Logisim — программное обеспечение для моделирования цифровых схем.

CdM8 Mark5 — восьмиразрядный процессор, применяемый для обучения и проектирования цифровых систем.

Assembler — язык низкого уровня, близкий к машинному коду, используемый для программирования микропроцессоров.

Введение

Игровые консоли на сегодняшний день – распространённое явление. Но раньше они были уникальностью, да и игры на них были значительно проще. Как визуально, так и технически.

Наша команда поставила перед собой задачу создать прототип игровой консоли, дополнительно создав несколько простейших игр для неё. За основу дизайна для пользовательского интерфейса бяла взять известная в пост-советских странах консоль “Brick Game”. Используя такой образец, мы не могли не реализовать игру “Tetris”. В качестве ещё одной тестовой игры мы решили выбрать “Flappy bird”. Оба этих проекта отличаются простым, но интересным игровым процессом.

Наш проект был реализован в среде Logisim с использованием виртуального процессора CdM8 Mark5. Код написан на языке Assembler в среде CocoIDE. Проект является частью учебной программы по цифровым платформам и направлен на изучение и разработку игровой логики на низком уровне с учетом ограничений встроенных систем и на практическое применение цифровой логики при создании програмной архитектуры.

Цель и область применения

Реализовать программу на низкоуровневых платформах, CocoIDE и Logisim. Данный проект предназначен для применения в игровой сфере.

Функциональные характеристики

Программа на assembler представляет собой меню выбора, в котором есть 2 игры (tetris и flappy bird) и кнопка soon для возможности дополнения консоли. Включается консоль по кнопке выбора под названием quit. При ее нажатии включается программа, а также останавливается игра и включается меню, меню выбора реализовано кнопками left, right и select, означающих выбор следующей игры и ее запуск. Код загружен в rom logisism для удобства работы файл asm был переведен в hex, а затем преобразован в mem тип данных

```
; Вывод строки "MENU"
    LDI R3, text_MENU
    LDI R4, #0
    LDI R5, #0
    JSR drawString

; Вывод строки "> TETRIS"
    LDI R3, text_TETRIS
    LDI R4, selectedOption
    LDI R5, #20
    JSR drawString

; Вывод строки "  BIRD"
    LDI R3, text_BIRD
    LDI R4, selectedOption
    LDI R5, #30
    JSR drawString

; Вывод строки "  SOON"
    LDI R3, text_SOON
    LDI R4, selectedOption
    LDI R5, #40
    JSR drawString

main_loop:
    JSR check_buttons
    CMP R0, #0
    BRZ no_input
    CMP R0, #1
    BRZ handle_left
    CMP R0, #2
    BRZ handle_right
    CMP R0, #3
    BRZ launch_game
```

Рисунок 1

```
no_input:
    BRA main_loop

handle_left:
    LDI R0, selectedOption
    LDR R0, R0
    SUB R0, R0, #1
    STR [R0], R0
    BRA redraw

handle_right:
    LDI R0, selectedOption
    LDR R0, R0
    ADD R0, R0, #1
    STR [R0], R0
    BRA redraw

redraw:
    JSR drawMenu
    BRA main_loop

launch_game:
    BRA main_loop

; === DATA ===
selectedOption: .byte 0

text_MENU:   .asciiz "MENU"
text_TETRIS: .asciiz "> TETRIS"
text_BIRD:   .asciiz "  BIRD"
text_SOON:   .asciiz "  SOON"
```

Рисунок 2

```
v2.0 raw
7c 2 7d 0 7e c0 a2 90
82 b1 f6 70 40 0 71 0
72 0 10 40 2 70 50 0
71 0 72 14 10 40 2 70
60 0 71 0 72 1e 10 40
2 70 70 0 71 0 72 28
10 40 2 b0 80 1 40 0
b1 f0 ff 40 1 b1 e0 ff
40 2 b1 d0 ff 40 3 b1
c0 ff f0 c0 ff 7c 0 ad
81 a0 f0 c0 ff 7c 0 ad
80 a0 f0 c0 ff 10 40 2
f0 c0 ff f0 c0 ff 0 4d
45 4e 55 0 3e 20 54 45
54 52 49 53 0 20 42 49
52 44 0 20 53 4f 4f 4e
```

Рисунок 31

Технические характеристики

Первый раздел: Симуляция консоли

В схеме, представленной на рис.1 использовался CDM8-mark5 и с его помощью был реализован декодер памяти для запуска и выбора меню. Другими словами, эта схема с помощью программы на языке Assembler выводит меню.

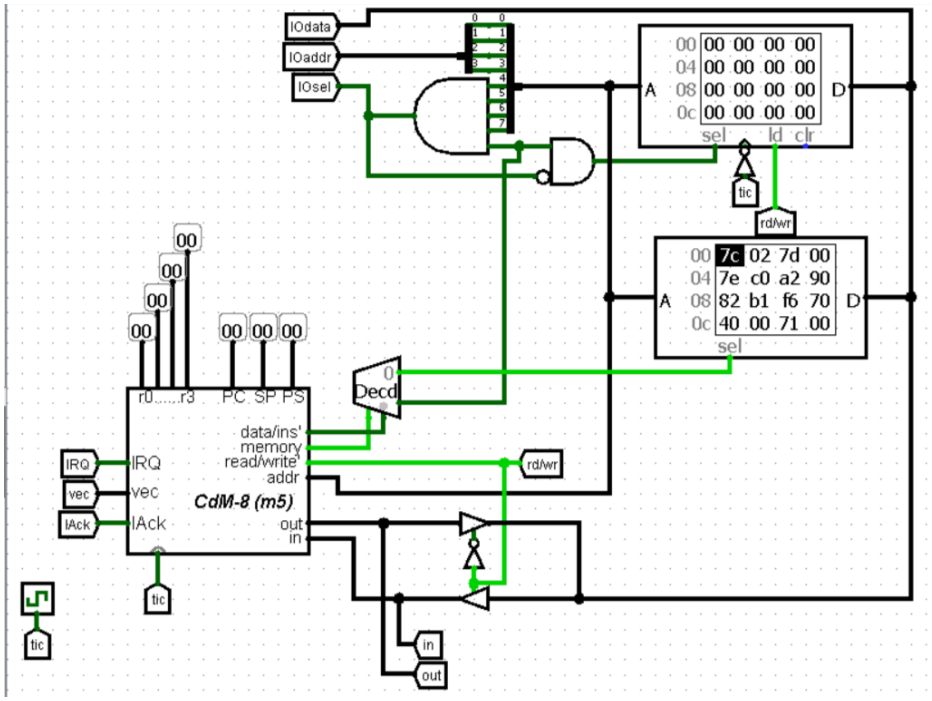


Рисунок 1

Второй раздел: Tetris

Главная схема игры представлена на рис.2.

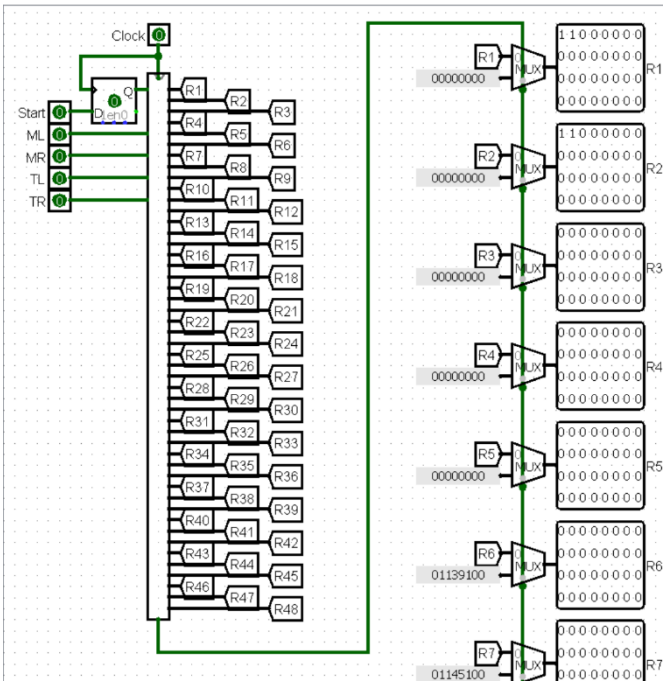


Рисунок 2

Эта схема принимает на вход клавиши управления и такты, а выводит 48 32-битных сигналов, каждый из которых – строка поля. В зависимости от состояния игры (в процессе/проигрыш) на поле выводится либо экран поражения, либо сам игровой процесс.

На рис.3 представлена схема, отвечающяя за игровой процесс. На неё так же передаются все клавиши управления, а возвращаются 48 32-битных сигналов. В самом начале игры (сигнал set) первая подсхема “get_block” (рис.4) возвращает координаты блока. После этого происходит его движение по полю с помошью подсхемы ”movement_block” (). Каждый такт с помощью подсхемы “block_output” (рис.5) его координаты преобразуются в 48 32-битных сигналов, демонстрирующих его положение на поле. С помощью массива гейтов “or” происходит вывод изображения поля. В случае, если происходит совпадение блока с нижней границей или уже лежащими блоками, что отслеживается с помощью подсхемы “collision” (рис.6), происходит сохранения состояния поля в подсхеме “field” (рис.7) и управление передаётся на вновь созданый блок. В случае переполнения поля поднимается выходной сигнал “fail”

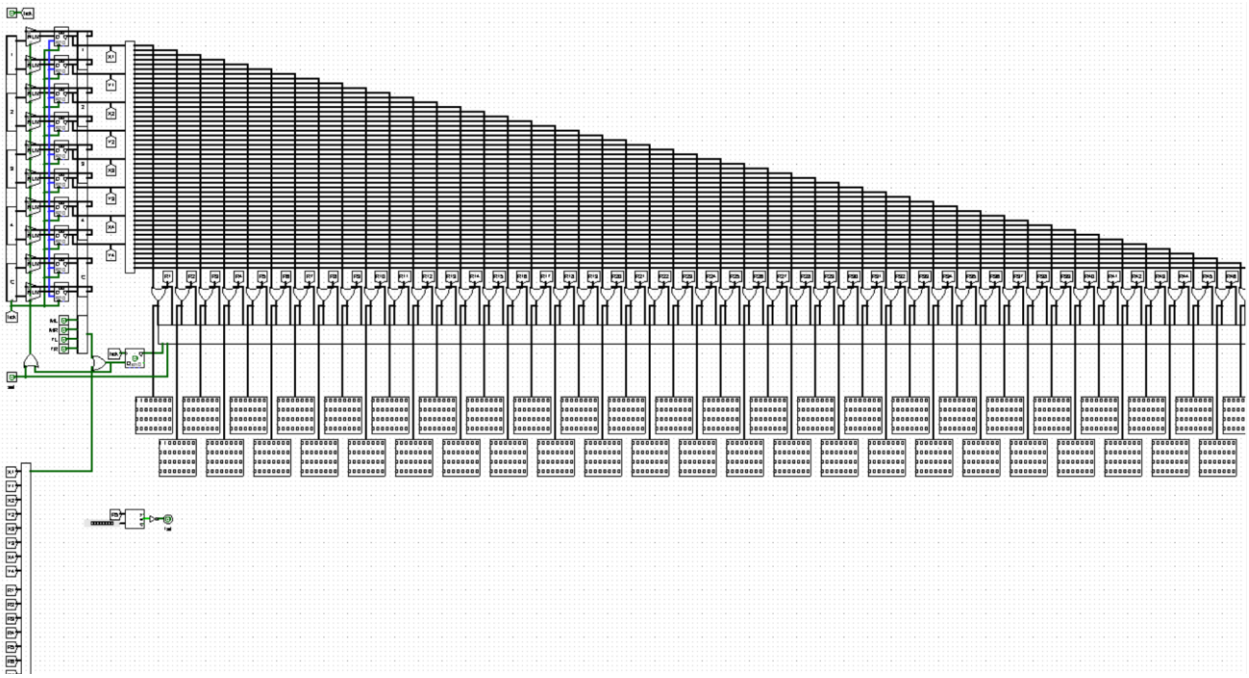


Рисунок 3

Подсхема “getblock” (рис.4) хранит в себе наборы данных всех возможных фигур тетрамино и в зависимости от сигнала, который выдаёт модуль рандома, возвращает конкретный набор.

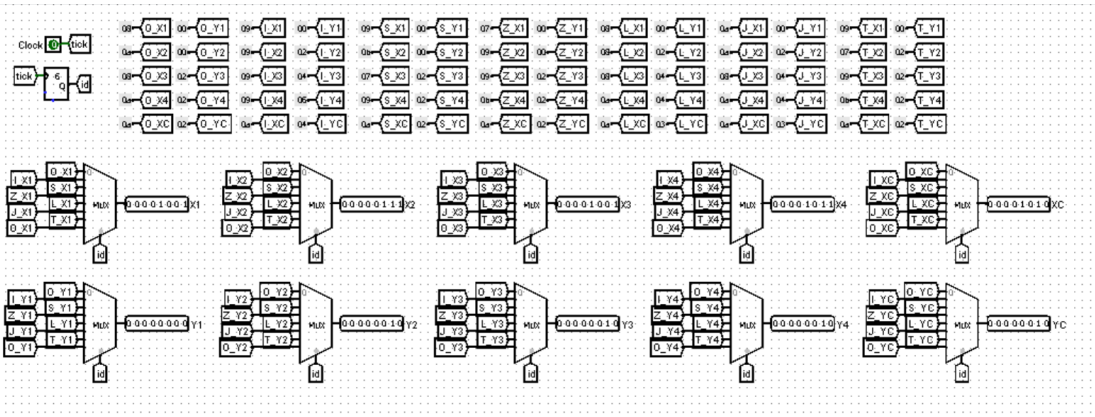


Рисунок 4

В схеме “block_output” на каждую пару координат происходит два преобразования: преобразование 8-бит координаты X в 1 бит в 32-битном сигнале, представляющий собой строку поля, и вывод этого сигнала на определёную позицию (от 1 до 48 строки). С помощью двух массивов гейтов “or” так же происходит расширение изображения в два раза (вместо одного пикселя теперь отображается квадрат 2*2)

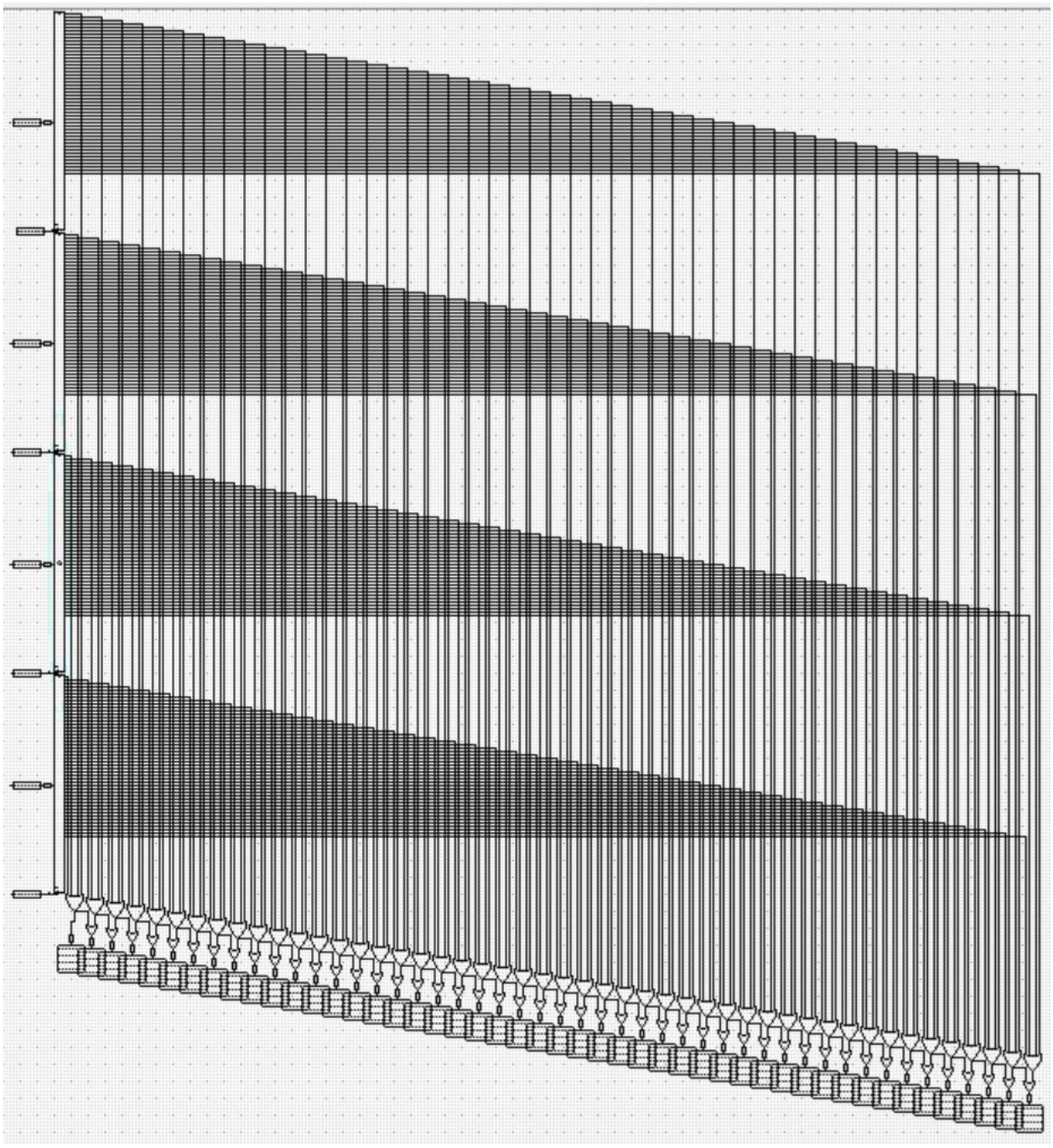


Рисунок 5

В схеме “collision” (рис. 6) на вход подаются координаты падающего блока и они преобразуются в 48 сигналов строк с помощью подсхемы “block_output” (рис.5) и каждый из этих сигналов переадётся в тоннель с названием “RX”, где X – номер ряда. После этого проверяется, что ни на какой из строк поля (которые так же передаются в эту схему) не происходит соприкосновения падающего блока и блоков, лежащих на поле. Если это так, то выходной сигнал “collision” равен 0, иначе - 1.

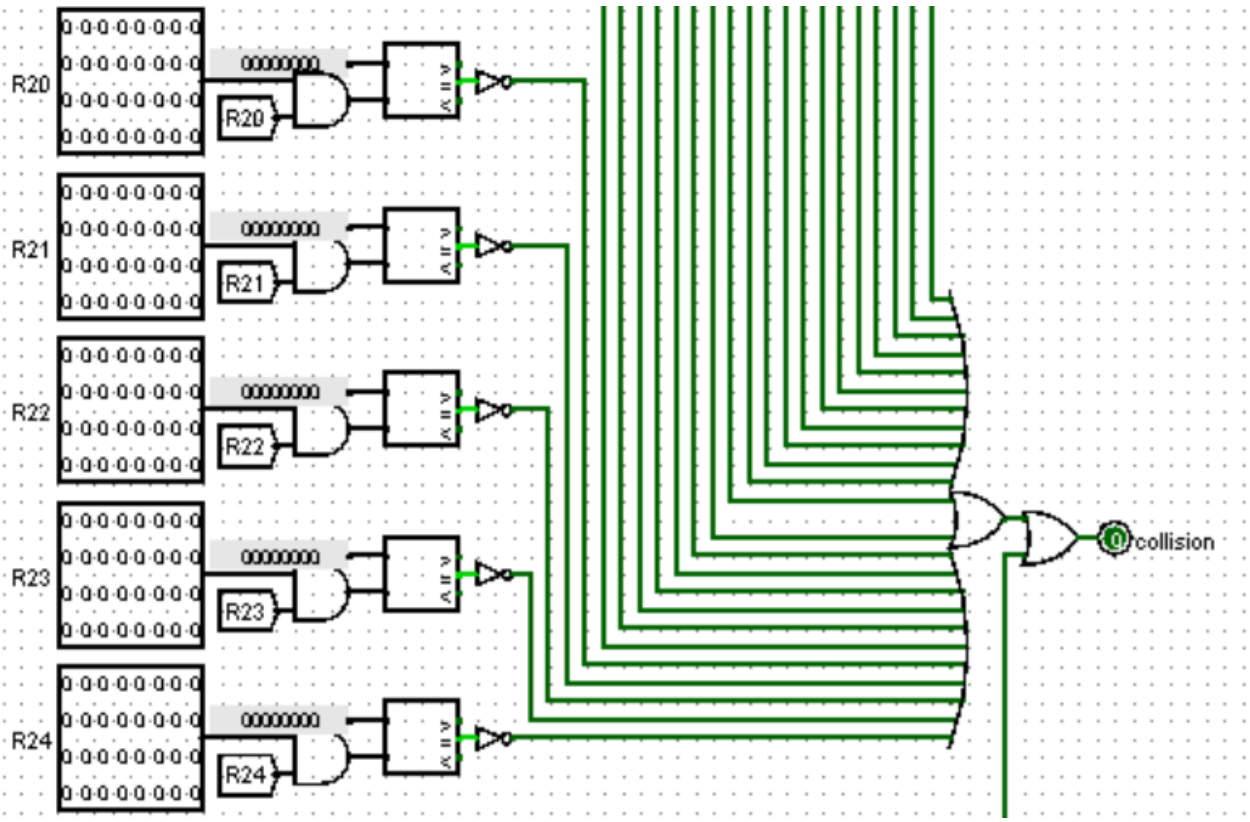


Рисунок 6

На рис.7 показана часть схемы “field”. На вход получаются 48 32-битных сигналов, каждый из которых – строка поля в нынешнем состоянии (в том числе с падающим блоком). С помощью несложной каскадной логики эти сигналы сдвигаются “вниз”, если обнаруживается “полная строка” (т.е. строка, в которой все клетки заняты блоком). В случае, если на схему подаётся сигнал “save” – сдвинутые строки сохраняются в регистры. На выходе схемы так же 48 32-битных сигналов, каждый из которых – состояниее строки поля, но только с уже упавшими блоками.

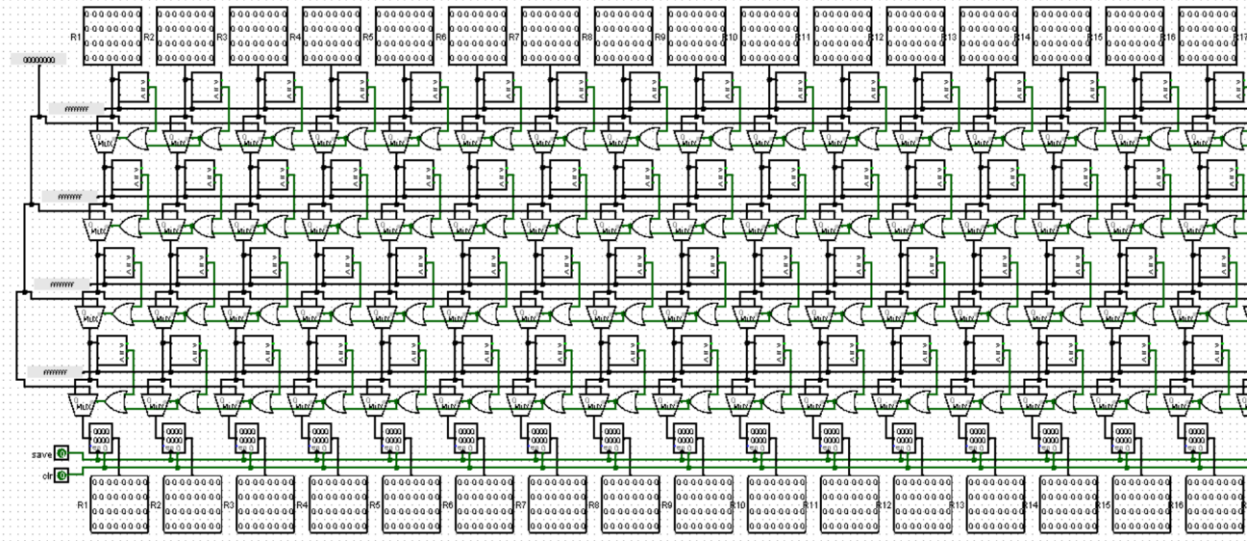


Рисунок 7

Схема “movement_block” (рис.8) получает нынешние координаты падающего блока и клавиши управления. Следующим шагом происходят математические вычисления новых координат блока. В самое левой подсхеме – движение блока по горизонтали (увеличение/уменьшение координаты

X). Во второй подсхеме – поворот блока вокруг своей оси (вычисление обоих координат с помощью математической формулы). Следующая подсхема является копией первой и досдвигает блок по горизонтали, если его координаты нечётны. Сделно это чтобы блок всегда находился в сетке 2*2 и не возникало проблем при его фиксации. Последняя, самая правая, схема – движение блока вниз (уведичение координаты Y на 1). В случае, если блок достигает нижней границы поля – возвращается сигнал “Dropped”, который так же является и выходным сигналом схемы “movement_block”. Новые координаты падающего блока являются выходными сигналами схемы.

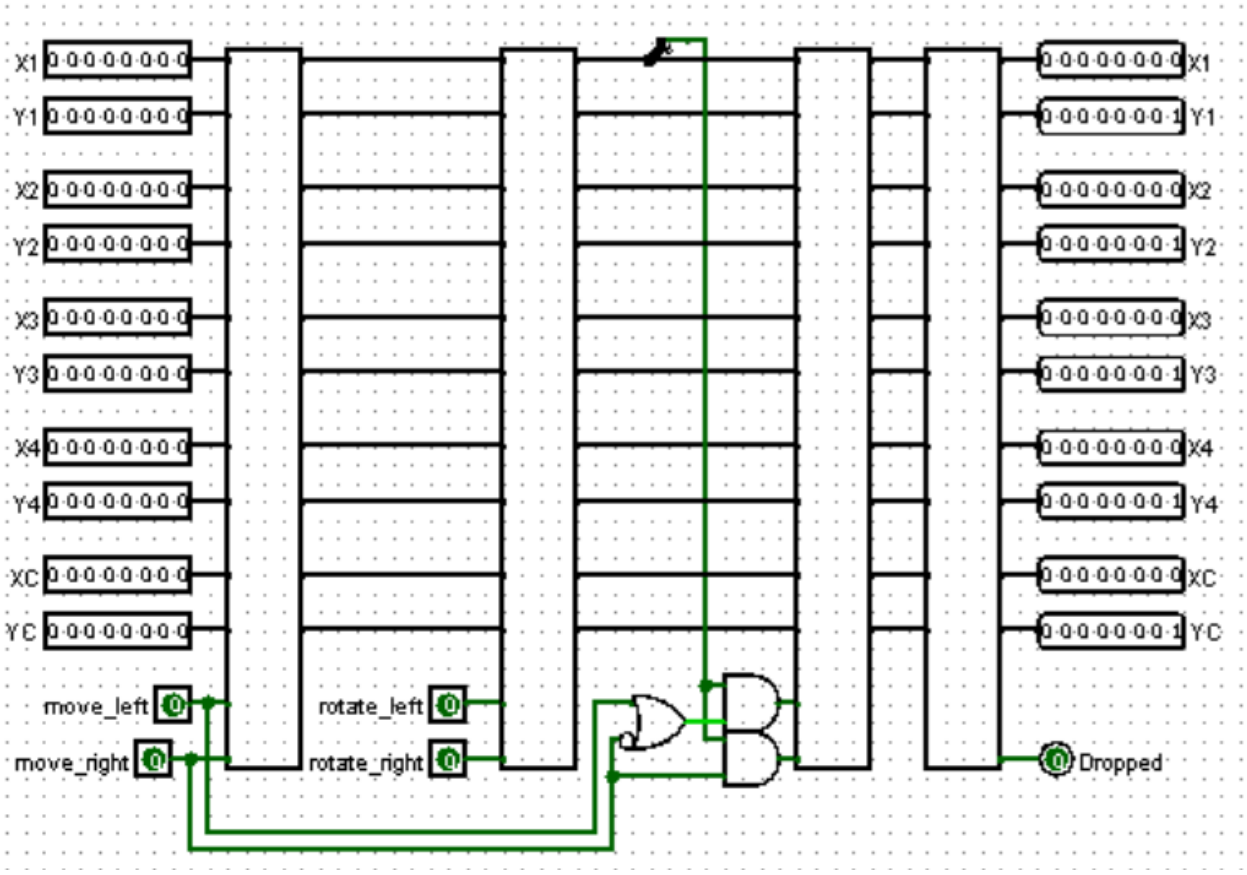
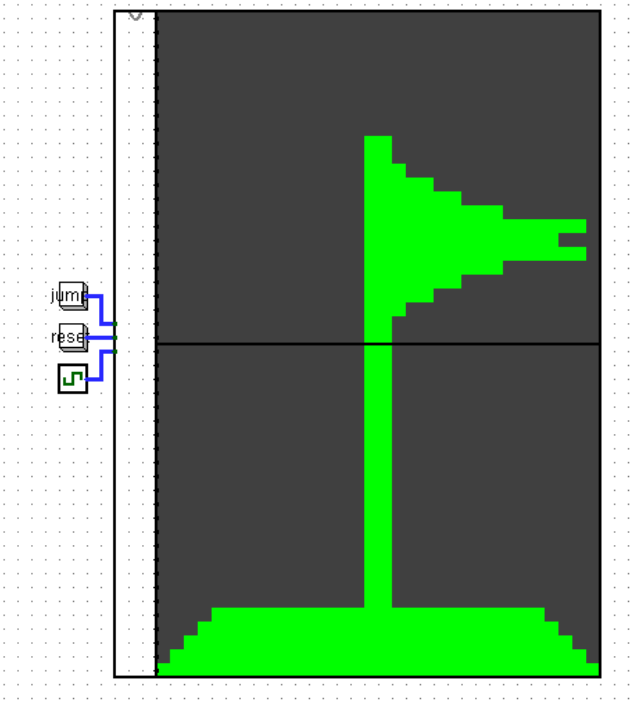


Рисунок 8

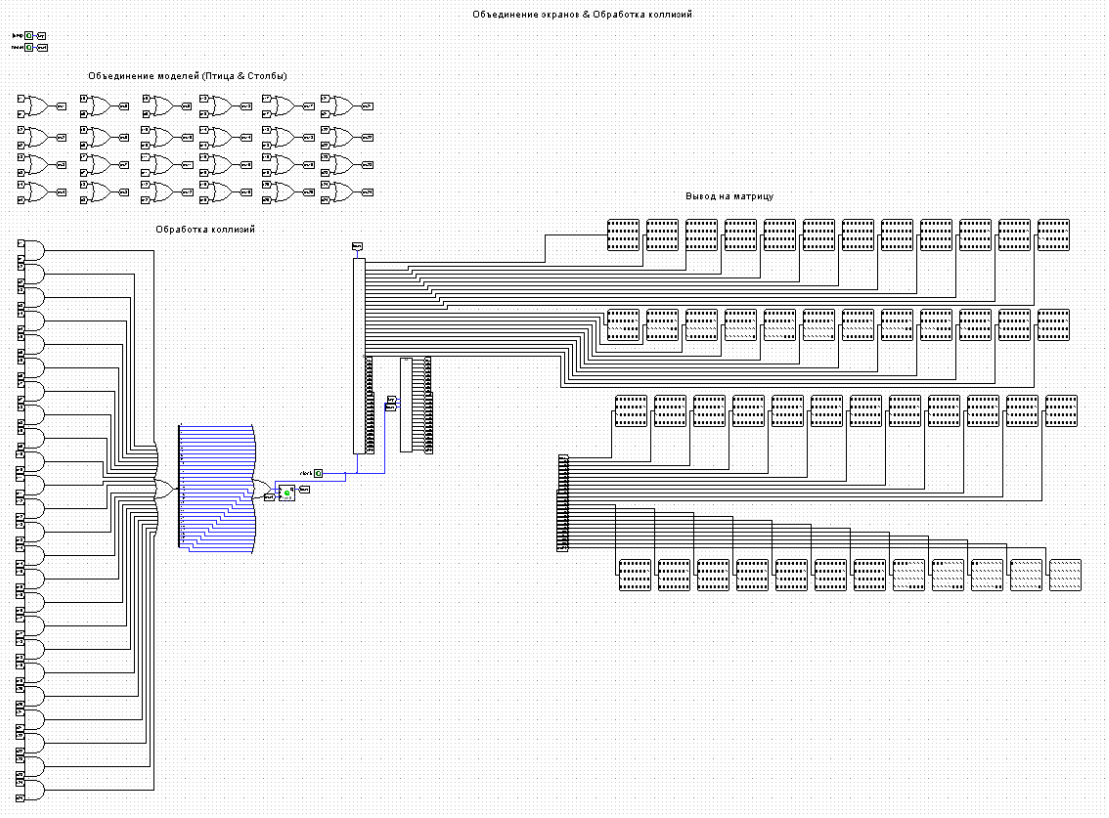
Все остальные схемы, использованные при создании игры, являются вспомогательными и не нуждаютсяя в пояснении логики своей работы.

Третий раздел: Flappy bird



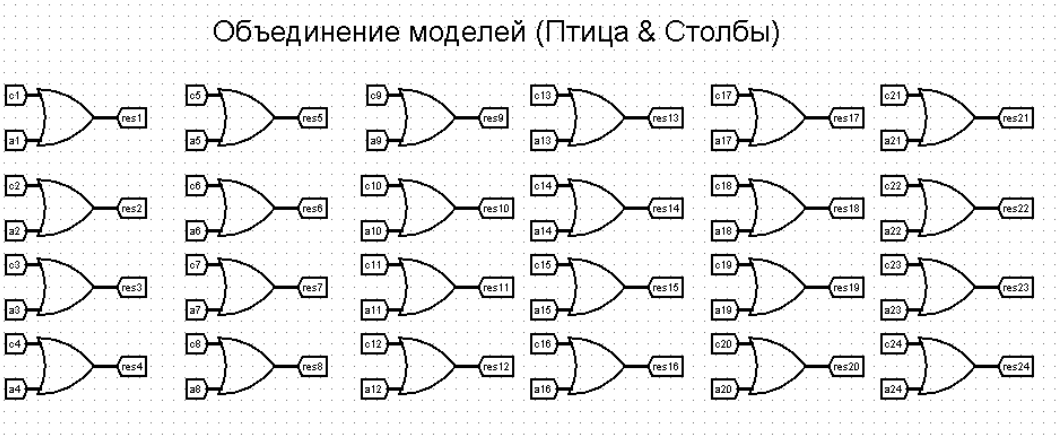
Main_Module

Данная схема реализует подключение модуля ***Screen_United*** к архитектуре проекта, в частности выводя процесс игры на матрицу 32x48.

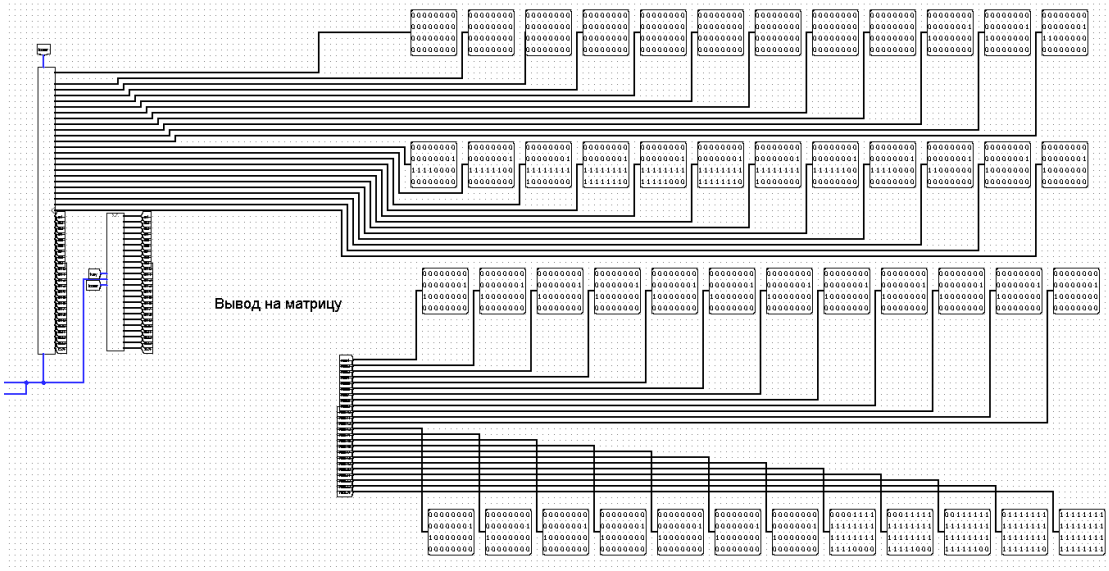


Screen_United

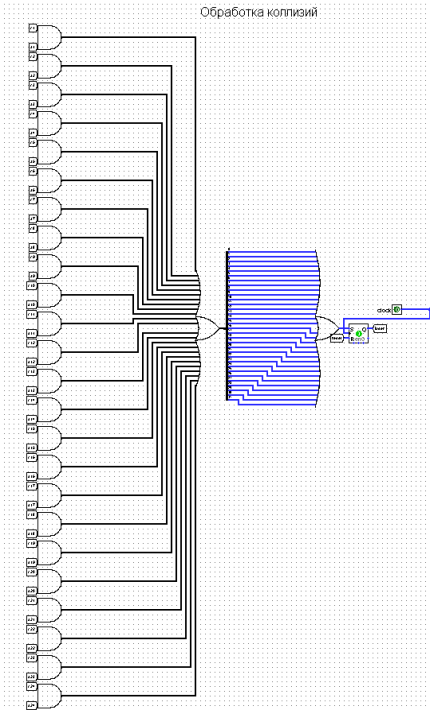
Рассмотрим составляющие модуля по отдельности:



Данная схема отвечает за объединение битов строки птицы, реализованные в **Fluppy**, и строки столбцов **Column** через логическое «ИЛИ»,

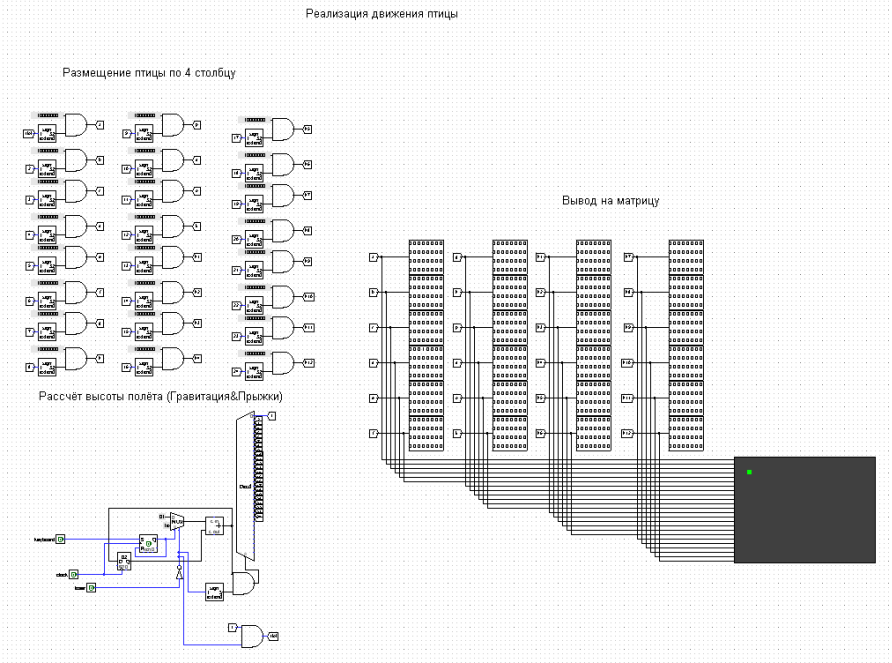


Разводка результатов объединения по регистрам и отображение экрана в зависимости от состояния, реализованное с помощью **Over or Play**



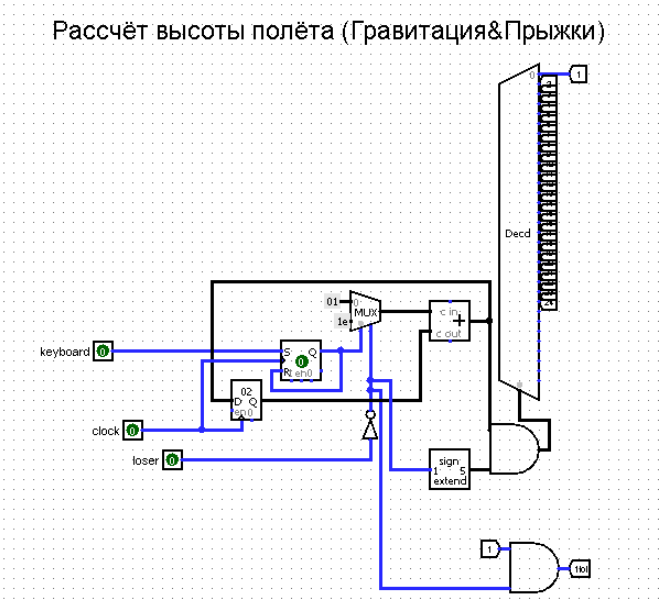
Определение совпадения позиций пикселей препятствий и птицы с помощью логического умножения и последующего сложения всех полученных битов.

Сохранение состояния игры с помощью SR-триггера.

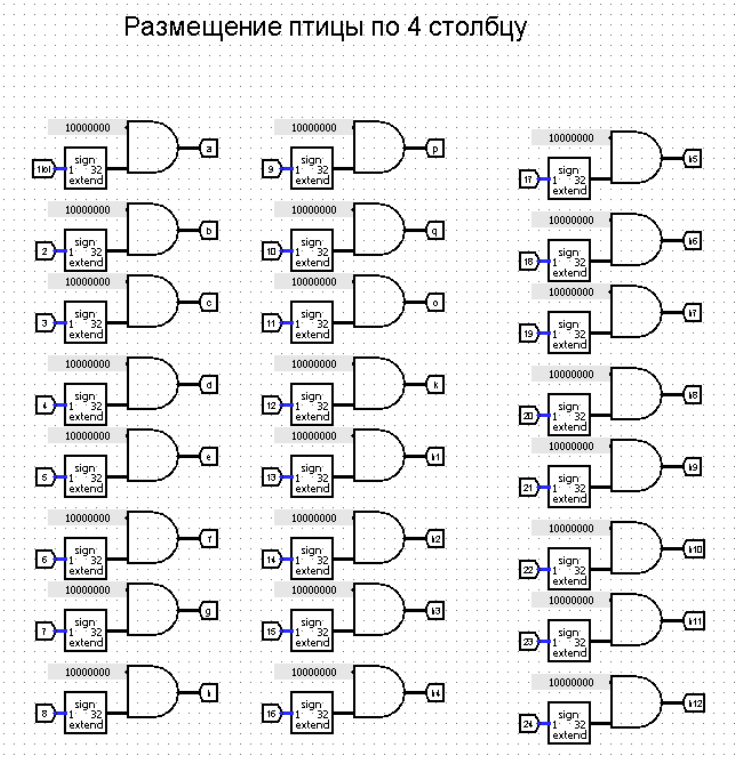


Fluppy

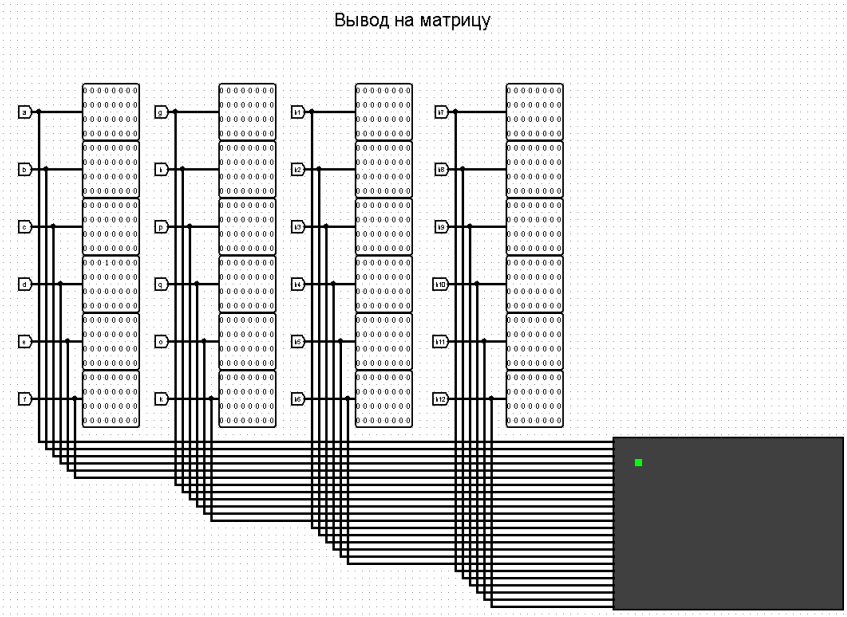
Данный блок отвечает за отображение полёта птицы, а так же реализацию гравитации и взлётов. Рассмотрим подробнее:

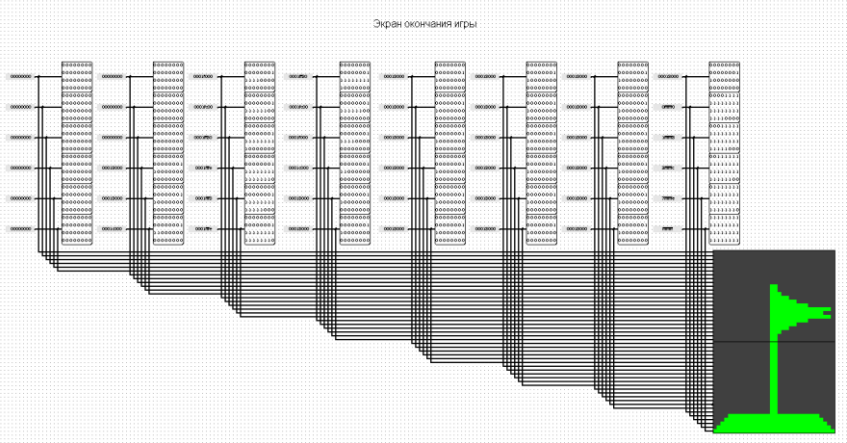


Каждый такт значение регистра обновляется в зависимости от поданного на мультиплексор сигнал. Если кнопка прыжка зажата, значение позиции уменьшается на 2, таким образом совершается прыжок. Иначе – увеличивается на 1, что соответствует падению. Результат выводится на декодер, определяющий на какой из строк будет отображается птица.



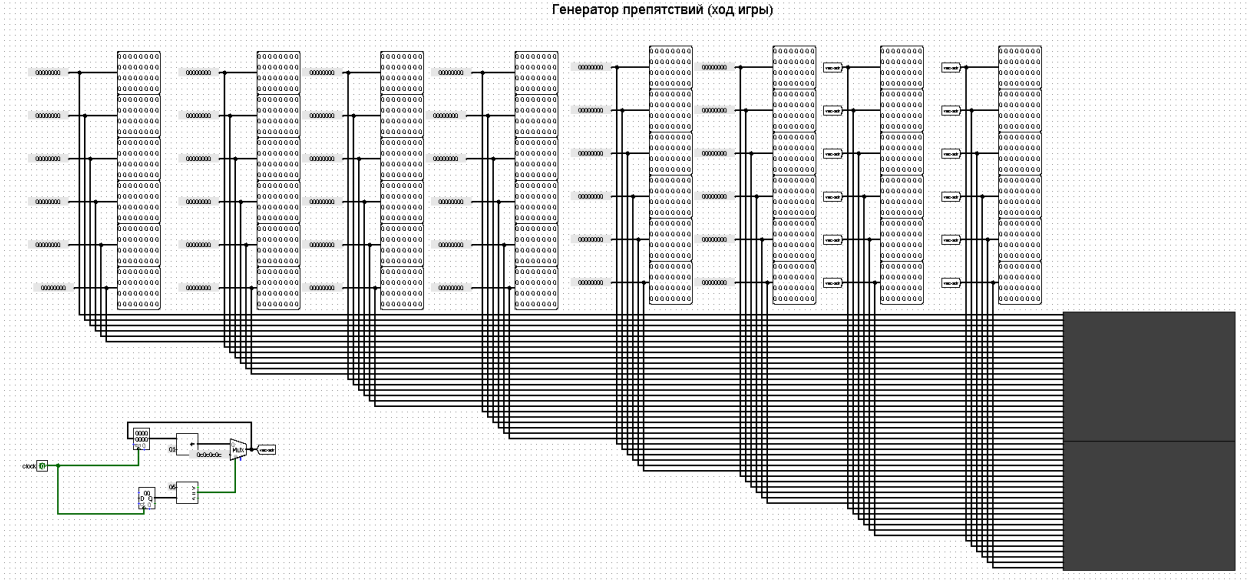
Расширение результатов декодера: используется расширитель битов и логическое умножение на «00010000000000000000000000000000» для сохранения позиции птицы на 4 столбце и вывод на матрицу:



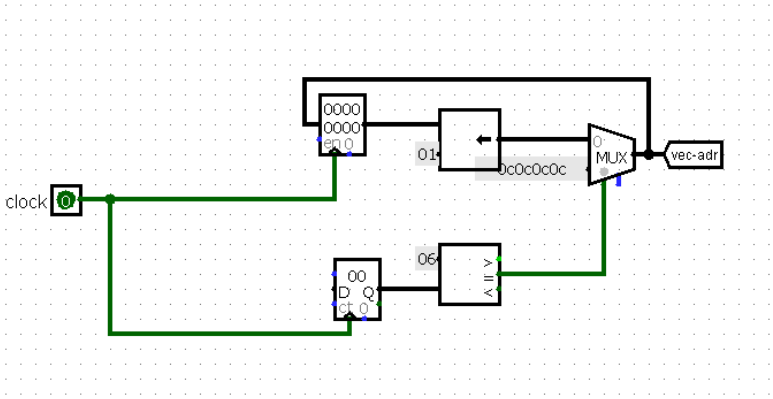


Final Screen

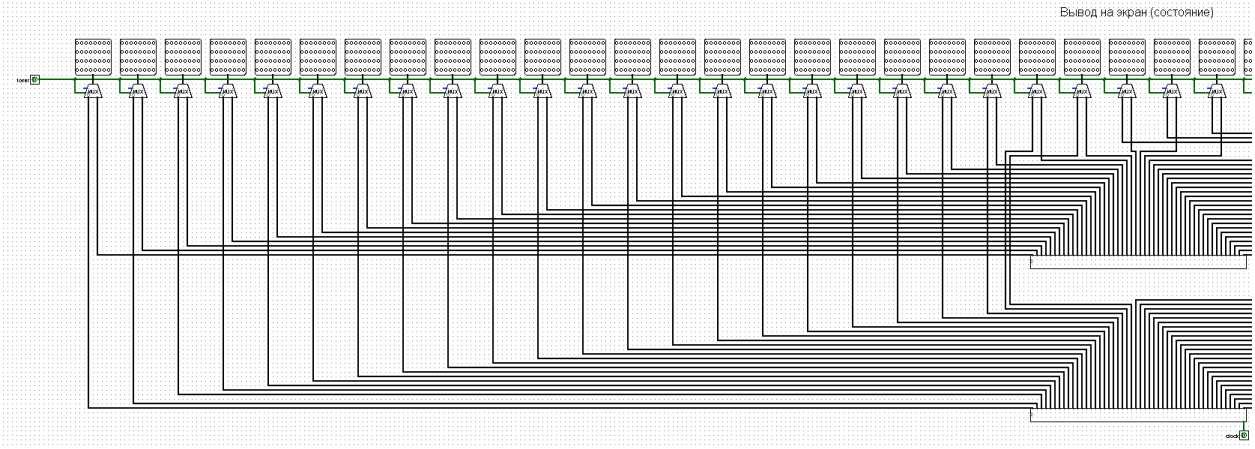
Вывод на экран финального изображения (определено константиами)



Column



С каждым тактом содержание регистра, хранящее положение столба, изменяется с помощью сдвигателя влево на 1 бит. Счётчик определяет частоту обновления. Каждые шесть тактов при достижении на счётчике значения 6, компаратор подаёт сигнал на мультиплексор, выбирая и активируя начальное положение столбов. Данный результат дублируется на матрицу кол-во раз, соответствующее высоте столбов.



Over or Play

Данный модуль отвечает за вывод на экран игры в зависимости от состояния. В мультиплексор подключены модули **Column** и **Final Screen**. То, что будет подано на матрицу, зависит от значения сигнала **loser**. В случае 1 запускается финальный экран, иначе – выводятся столбы.

Заключение

Наша команда выполнила все поставленные цели, реализовав проект “Игровая консоль” и игры “Tetris” и “Flappy Bird”.

Список использованной литературы

1. “Computing platforms”, A. Shafarenko and S.P. Hunt, School of Computer Science University of Hertfordshire 2015
2. Тетрис — Википедия