

УДК 621.771

**ФОРМИРОВАНИЕ УЧЕБНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ МОТИВОВ  
МЛАДШИХ ПОДРОСТКОВ КАК ВАЖНЫЙ ЭТАП УЧЕБНОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ****Мальцев Андрей Анатольевич,**

доцент кафедр ФН-7 и МТ-10 МГТУ имени Н.Э. Баумана – e-mail: a.a.mal@bmstu.ru

**Четвертак Юлия Сергеевна,**старший преподаватель кафедры ФН-7 МГТУ имени Н.Э. Баумана – e-mail:  
chetvertak@bmstu.ru**Аннотация**

В программной среде Multisim разработано дискретное комбинационное цифровое устройство (ДКЦУ) с целью мониторинга технического состояния (работоспособен или неработоспособен) литейно-прокатного агрегата (ЛПА).

**Ключевые слова:** литейно-прокатный агрегат, работоспособность, электроника**DISCRETE COMBINATION DIGITAL DEVICE FOR MONITORING THE  
PERFORMANCE OF CASTING AND ROLLING UNIT****Andrey A. Maltsev,**

associate professor of BMSTU ФН-7 and МТ-10 departments – e-mail: a.a.mal@bmstu.ru

**Julia S. Chetvertak,**

senior lecturer of BMSTU ФН-7 department – e-mail: chetvertak@bmstu.ru

**ABSTRACT**

In the Multisim software environment, a discrete digital combination device has been developed to monitor the technical condition (operable or inoperable) of the casting and rolling unit.

**Keywords:** casting and rolling unit, operability, electronics

Актуальность темы исследования связана с цифровизацией производственных процессов в металлургии.

Объект исследования – литейно-прокатный агрегат (рис. 1).

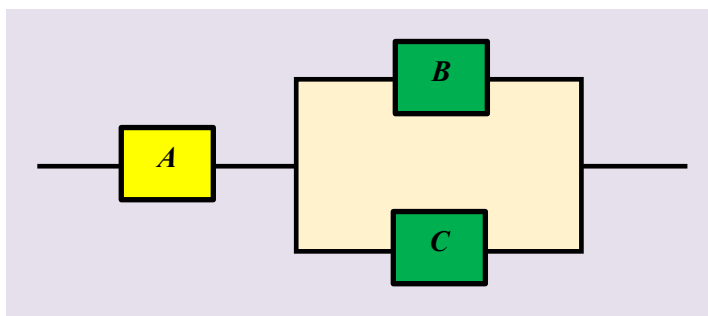


Рисунок 1. Структурная схема надежности ЛПА:

А – двухручьевая МНЛЗ;

В – первый прокатный стан;

С – второй прокатный стан

Задача исследования – разработать компьютерную модель ДКЦУ для мониторинга работоспособности ЛПА.

Материалы и методы исследования взяты из ГОСТ Р 51901.14 – 2005 «Менеджмент риска. Метод структурной схемы надёжности», а также из литературных источников [1] и [2].

ДКЦУ имеет три входа (А, В, С) и один выход (У), соотношение между которыми задано таблицей истинности (табл. 1).

Таблица 1. Таблица истинности логической функции У

№ набор а	Набор аргументов			У
	А	В	С	
0	0	0	0	0
1	0	0	1	0
2	0	1	0	0
3	0	1	1	0
4	1	0	0	0
5	1	0	1	1
6	1	1	0	1
7	1	1	1	1

ЛПА работоспособен ( $Y = 1$ ), если работоспособна МНЛЗ ( $A = 1$ ) и работоспособен хотя бы один из двух прокатных станом ( $B = 1$  и/или  $C = 1$ ).

Логическая функция представлена в канонической совершенной дизъюнктивной нормальной форме (СДНФ), в которой повторы слагаемых и сомножителей запрещены, причем в каждом слагаемом обязательно присутствуют все аргументы (в прямой или инверсной форме записи):

$$\begin{aligned}
 Y &= \text{минтерм №5} + \text{минтерм №6} + \text{минтерм №7} = \\
 &= A \cdot \bar{B} \cdot C + A \cdot B \cdot \bar{C} + A \cdot B \cdot C = 1 \quad (1)
 \end{aligned}$$

Для упрощения логической функции  $Y(A, B, C)$  сформирована карта Карно – 8-клетчатая матрица, в которой каждая клетка связана с номером определенного набора аргументов (табл. 2).

Таблица 2. Шаблон карты Карно

	А	А	$\bar{A}$	$\bar{A}$
--	---	---	-----------	-----------

	$\bar{c}$	$c$	$c$	$\bar{c}$
$B$	№6	№7	№3	№2
$\bar{B}$	№4	№5	№1	№0

Шаблон карты Карно заполнен путем записи «1» в клетки №5, №6, №7 и записи «0» в остальные клетки матрицы (табл. 3).

Таблица 3. Карта Карно

	$A$	$A$	$\bar{A}$	$\bar{A}$
	$\bar{c}$	$c$	$c$	$\bar{c}$
$B$	1	1	0	0
$\bar{B}$	0	1	0	0

Минимизация СДНФ логической функции  $Y(A, B, C)$  осуществлена путем выполнения операций попарного склеивания аргументов (табл. 4, 5).

Таблица 4. Первая группа ( $A \cdot B$ )

	$A$	$A$	$\bar{A}$	$\bar{A}$
	$\bar{c}$	$c$	$c$	$\bar{c}$
$B$	1	1	0	0
$\bar{B}$	0	1	0	0

Таблица 5. Вторая группа ( $A \cdot C$ )

	$A$	$A$	$\bar{A}$	$\bar{A}$
	$\bar{c}$	$c$	$c$	$\bar{c}$
$B$	1	1	0	0
$\bar{B}$	0	1	0	0

В результате минимизации логическая функция (1) записана в минимальной дизъюнктивной нормальной форме (МДНФ) следующим образом:

$$Y = A \cdot B + A \cdot C = 1 \tag{2}$$

Выполнена цифровая схема (рис.2), реализующая логическую функцию (2) в основном базисе (рис. 2).

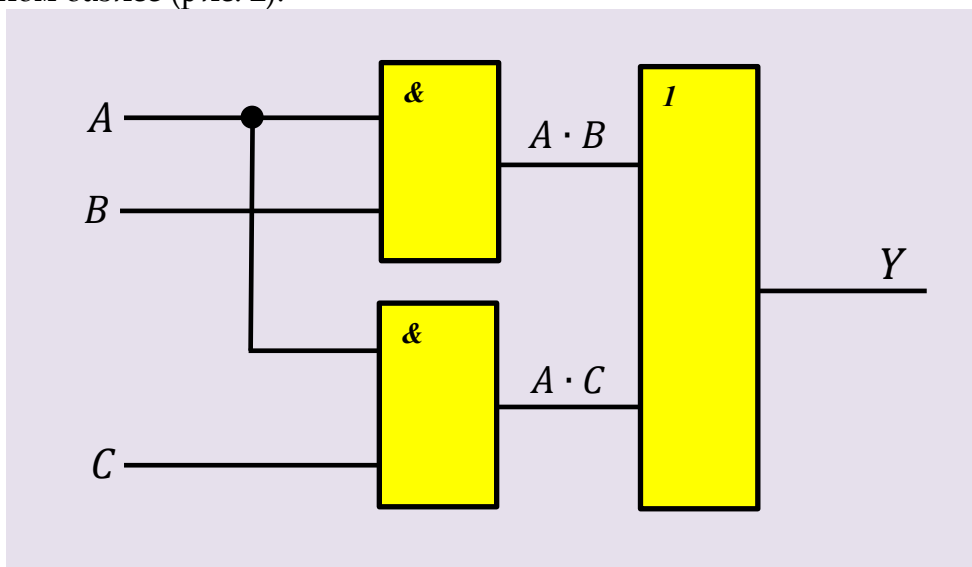
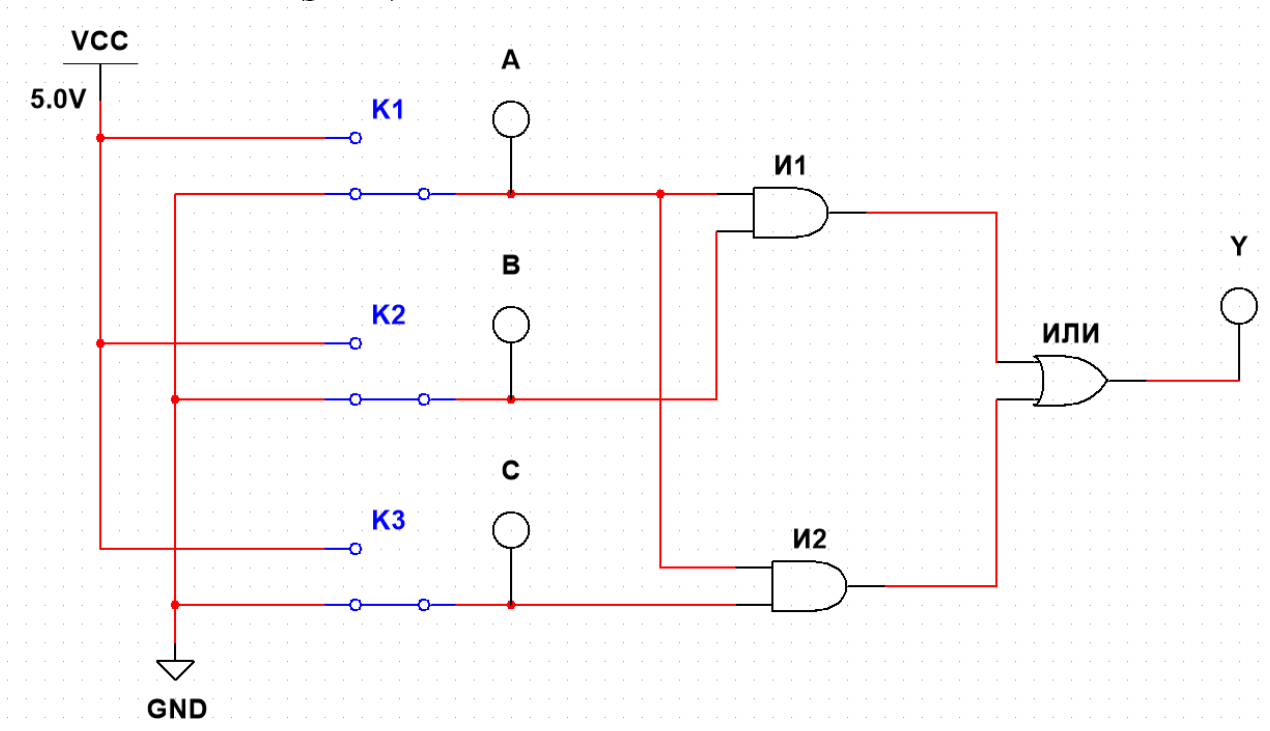


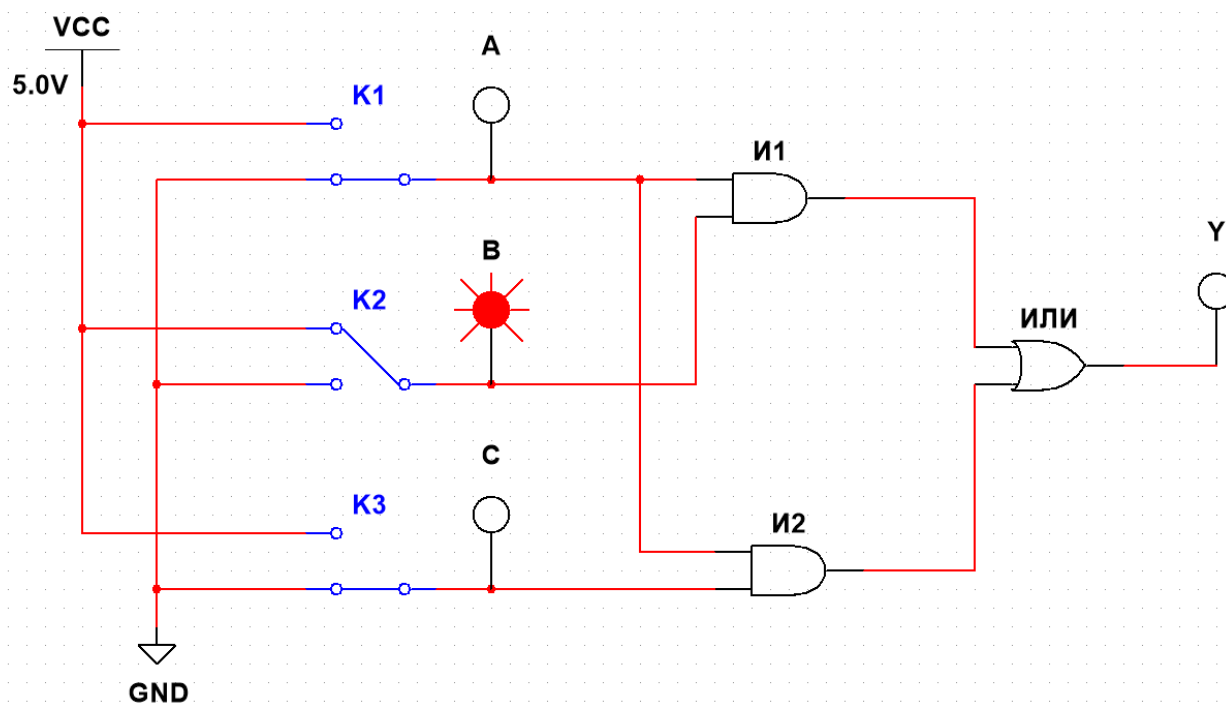
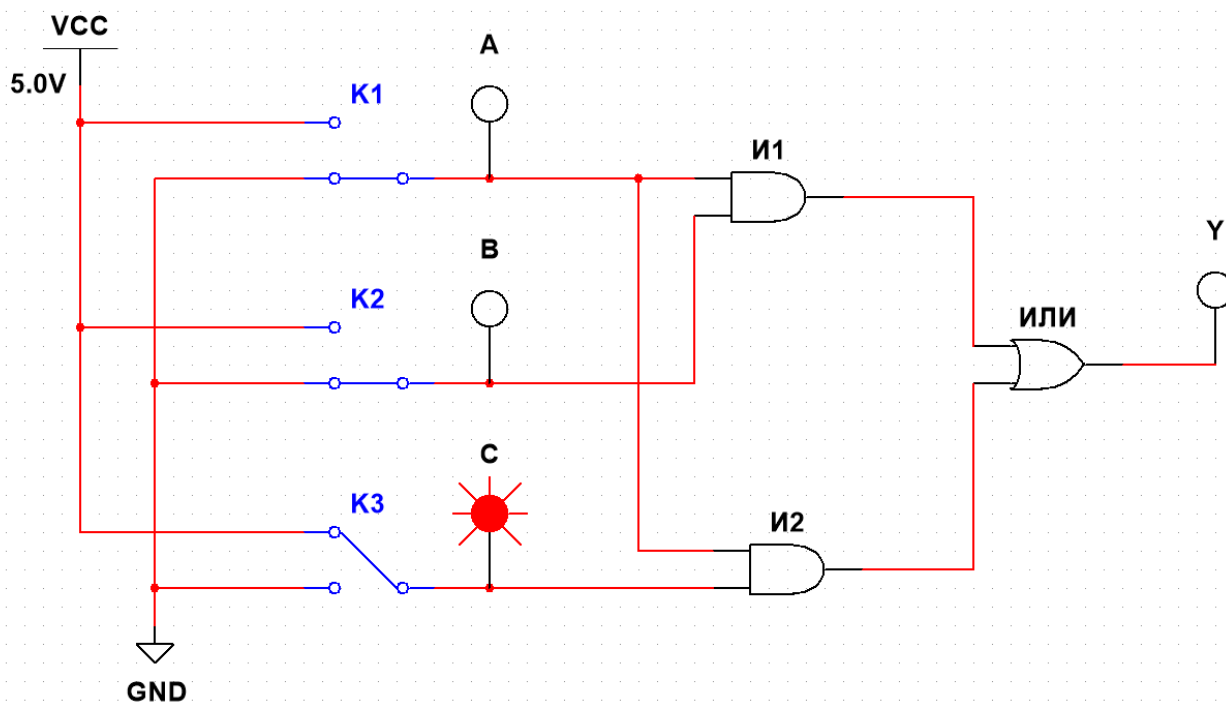
Рисунок 2. Логическая схема ДКЦУ:

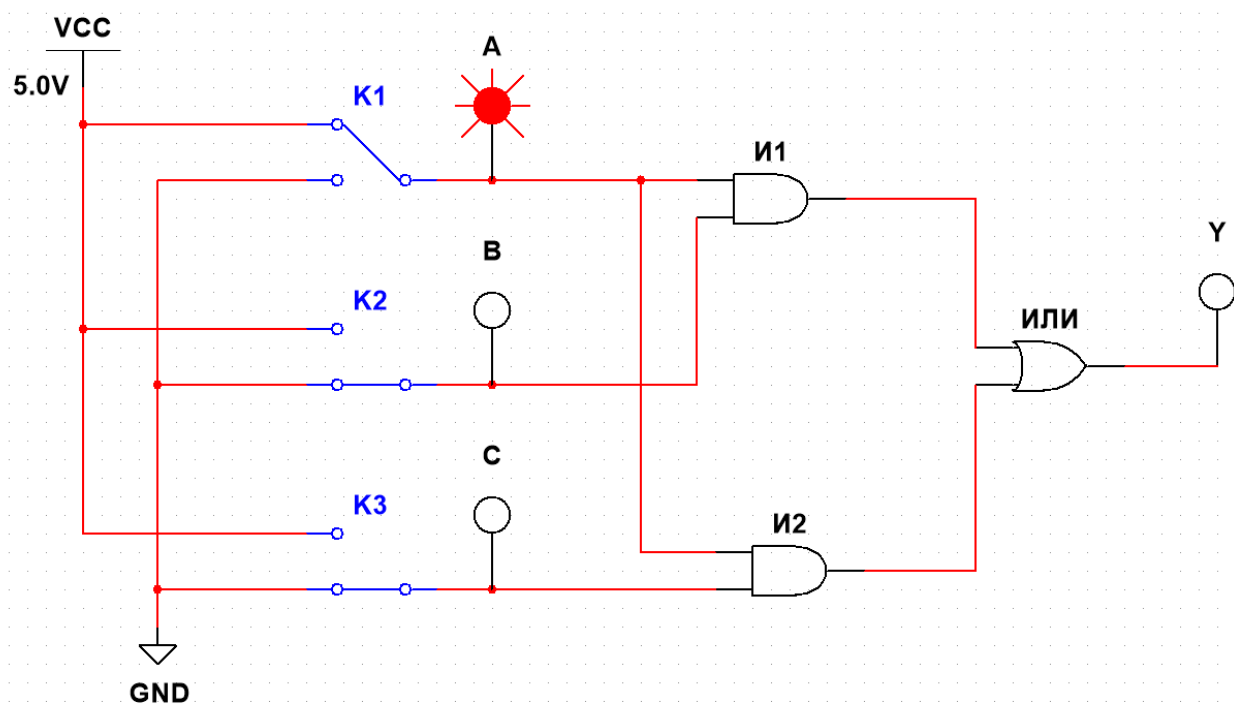
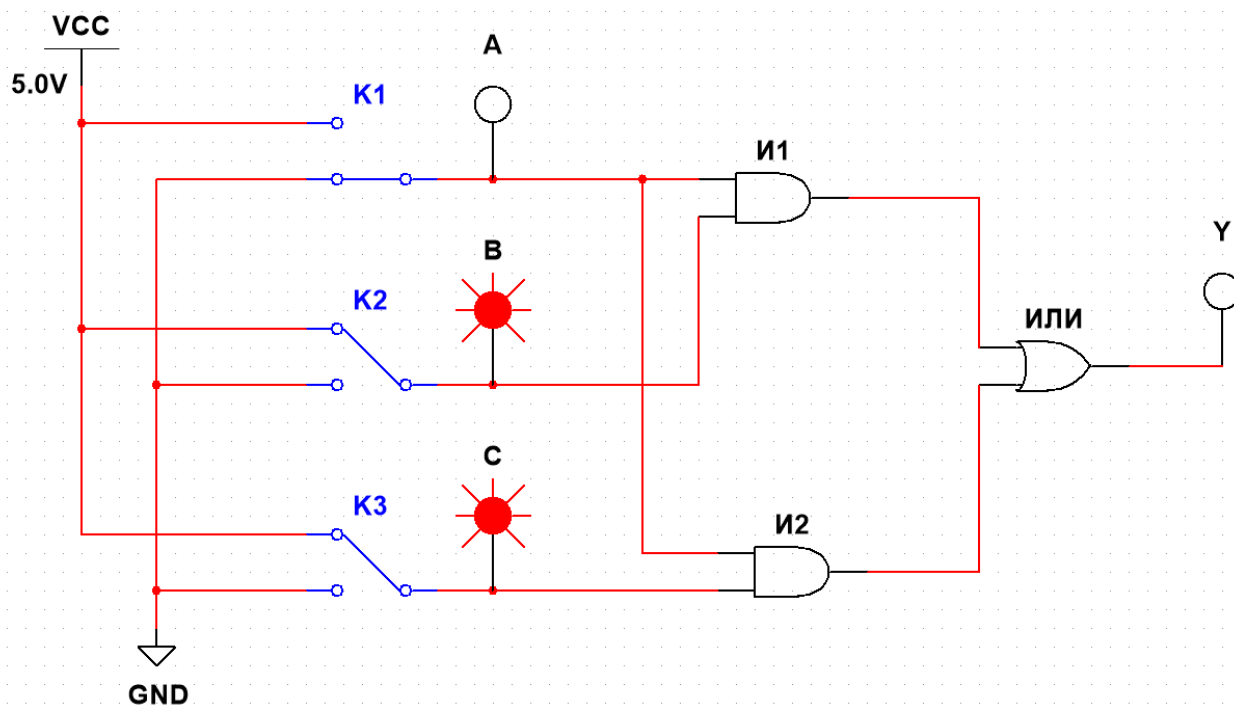
& – логический элемент «И»;

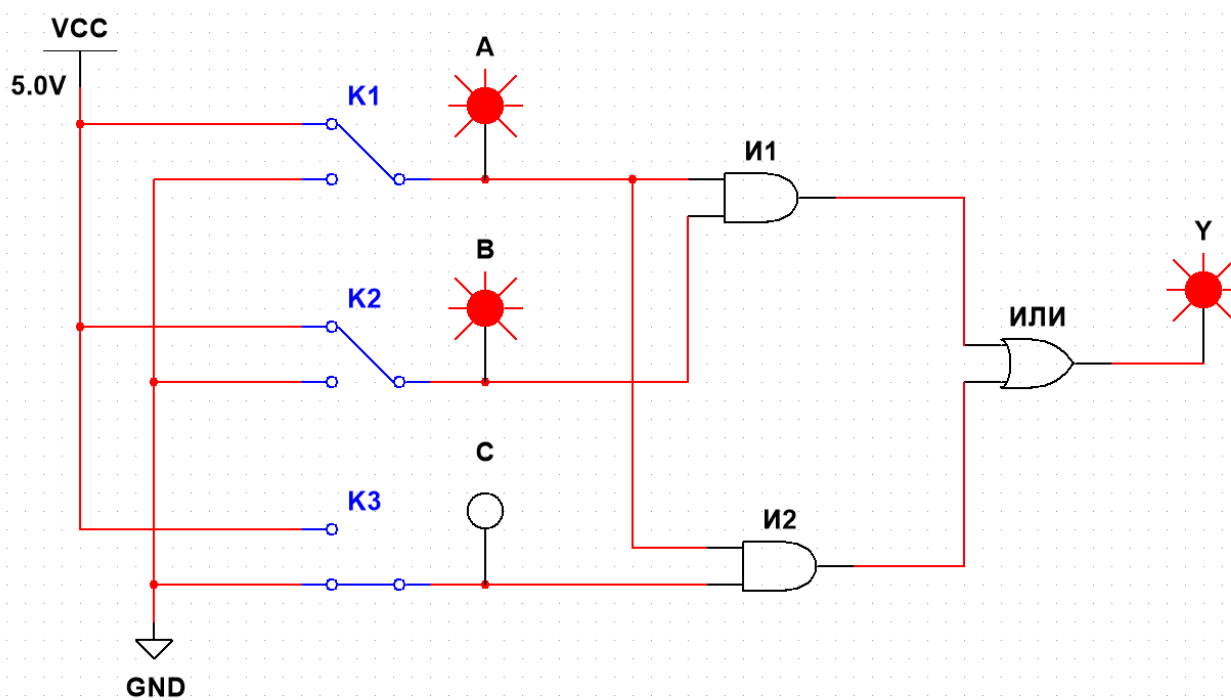
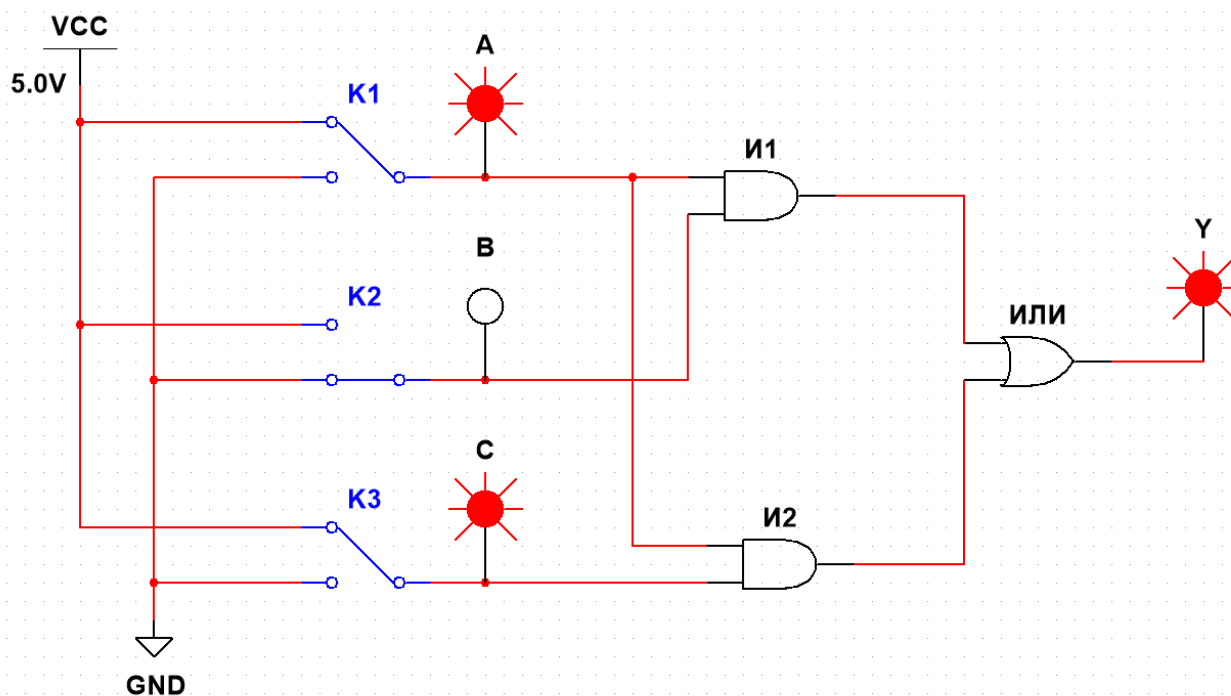
I – логический элемент «ИЛИ»

В программной среде Multisim разработано и верифицировано ДКЦУ для оценки работоспособности ЛПА (рис. 3).









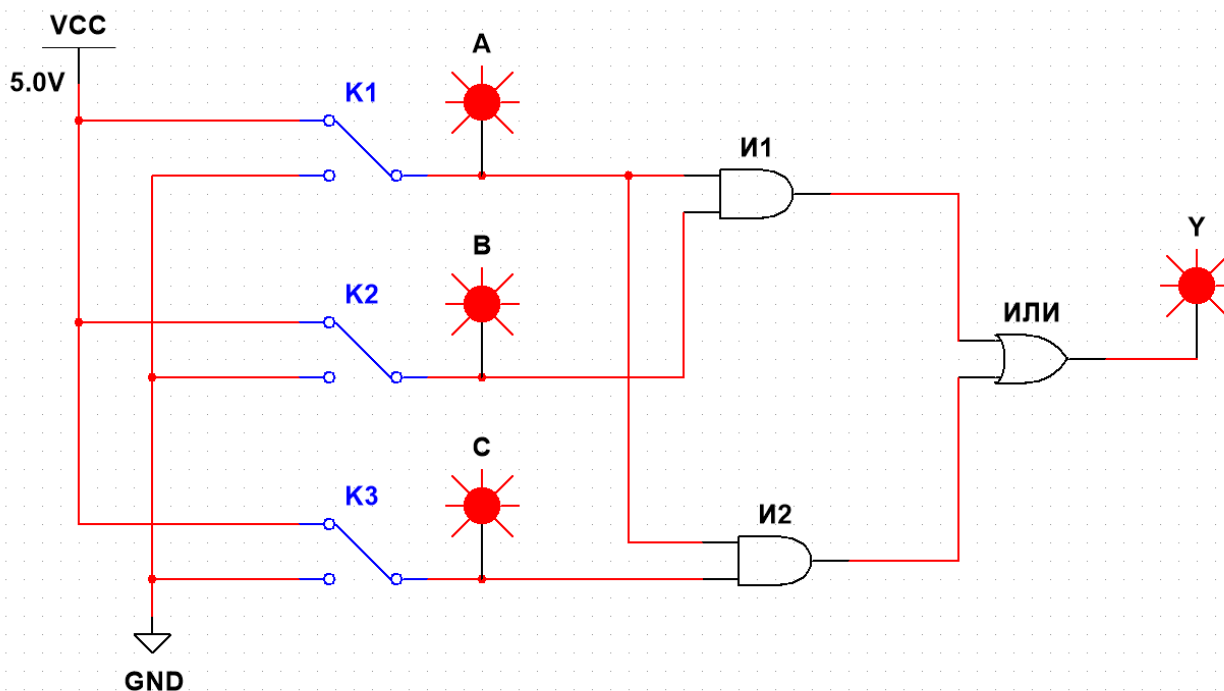


Рисунок 3. Компьютерная модель ДКЦУ:

И1, И2, ИЛИ – логические элементы;

K1, K2, K3 – переключатели;

A, B, C, Y – светодиоды;

VCC – источник питания (логическая единица);

GND – заземление (логический ноль)

Вывод: компьютерная модель ДКЦУ сработала правильно при всех комбинациях входных величин A, B, C.

Заключение: результаты научной статьи будут использованы студентами при учебном проектировании ДКЦУ для мониторинга технического состояния ЛПА.

#### Список литературы:

1. Целиков А.И., Полухин П.И., Гребеник В.М. и др. Машины и агрегаты металлургических заводов. Том. 3. Машины и агрегаты для производства и отделки проката: учебник для вузов. – Москва: Металлургия, 1988. – 680 с.
2. Соболев В.А., Соловьев В.А. Проектирование дискретного комбинационного цифрового устройства на интегральных микросхемах: учебно-методическое пособие. – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022. – 70 с.

#### References:

1. Tselikov A.I., Polukhin P.I., Grebenik V.M. et al. Machines and aggregates of metallurgical plants. Vol. 3. Machines and units for the production and finishing of rolled products: textbook for universities. – Moscow: Metallurgy, 1988. – 680 p.
2. Sobolev V.A., Soloviev V.A. Design of a discrete combinational digital device on integrated circuits: an educational and methodical manual. – Moscow: Publishing House of Bauman Moscow State Technical University, 2022. – 70 p.