

Практическое занятие
Моделирование работы цифрового функционального узла
«Мультиплексор»

Цель работы: изучить принцип работы одного из основных цифровых функциональных узлов вычислительной техники и систем автоматизированного управления – «Мультиплексор».

Учебное оборудование: Моделирование работы функционального узла проводится в программной среде электронной лаборатории Electronics Workbench/Multisim.

Используются следующие виртуальные элементы и тестовые инструменты Electronics Workbench/Multisim:

	Название элемента	Элемент EWB	Библиотека EWB
	Микросхема 74151 – 8-канальный мультиплексор/селектор)	1-of-8 Data Sel/MUX	Digital ICs
	Переключатель	Switch	Basic
	генератор тактовых импульсов	Clock	Sources
	Осциллограф	Oscilloscope	Instruments

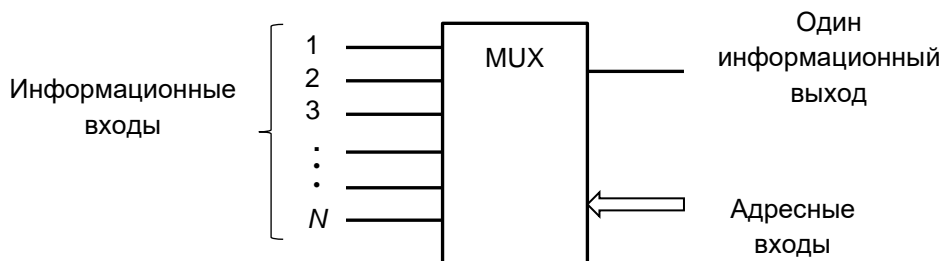
Краткие теоретические сведения

Мультиплексор (англ. *multiplexor*) является одним из основных цифровых функциональных узлов ЦСАУ. Это устройство, имеющее множество входов и только *один выход*, а также несколько входов для подачи управляющих (адресных) сигналов.

Мультиплексор позволяет передавать сигнал с одного из нескольких своих входов (каналов) на один выход; при этом выбор желаемого входа (канала) осуществляется подачей соответствующей комбинации управляющих (адресных) сигналов. Таким образом мультиплексор выполняет роль *коммутатора*, обеспечивающего подключение одного из нескольких входов (их называют информационными) к одному выходу устройства. Поскольку при такой коммутации осуществляется также *выбор* входного информационного канала (потoka данных), мультиплексор получил

также еще одно название – *селектор* (англ. *selector*), и часто оба термина объединяют – «мультиплексор/селектор».

На схемах мультиплексор обозначают сочетанием *MUX* (от англ. *muxing, multiplexing* – мультиплексирование), а также *MS* (от англ. *multiplexor selector*).



Примечание. От слова «мультиплексор» происходит также понятие «мультиплексирование», которое широко применяется в технике связи, телекоммуникациях, а также в информационных технологиях.

Мультиплексированием называется процесс, в результате которого происходит одновременная (поочередная) передача нескольких информационных потоков (каналов) данных (от различных абонентов) по одному физическому каналу связи (например, радиоканалу, либо высокоскоростному кабелю – медному или оптическому). Этот процесс получил название – «уплотнение канала». Разграничение отдельных информационных потоков происходит в соответствии с последовательностью коротких временных отрезков, жестко привязанных к конкретным абонентам, поэтому такое уплотнение получило название «временного уплотнения канала» (TDMA – Time Division Multiple Access – множественный доступ с временным разделением). Упомянем здесь для сведения, что существует также другие способы уплотнения/разделения канала – частотное разделение (FDMA – Frequency Division Multiple Access), кодовое разделение (CDMA – Code Division Multiple Access).

Кроме того, в информационных технологиях термин «мультиплексирование» подразумевает объединение нескольких *потоков данных* (виртуальных каналов) в один. Примером может послужить видеофайл, в котором поток (канал) видео объединяется с одним или несколькими каналами аудио. В этом случае мультиплексором будет являться не логическое устройство, а *программа*, осуществляющая такое мультиплексирование.

Простейший мультиплексор на два канала можно организовать с применением базовых логических элементов и одного переключателя (рис. 1).

Для задействования большего количества каналов необходима организация их адресного выбора. Это можно также сделать с помощью отдельных базовых логических элементов, однако более рационально использовать специализированные микросхемы.

Задание

1. Моделирование работы мультиплексора на два канала с применением базовых логических элементов.

1.1. Соберите схему, представленную на рис. 1.

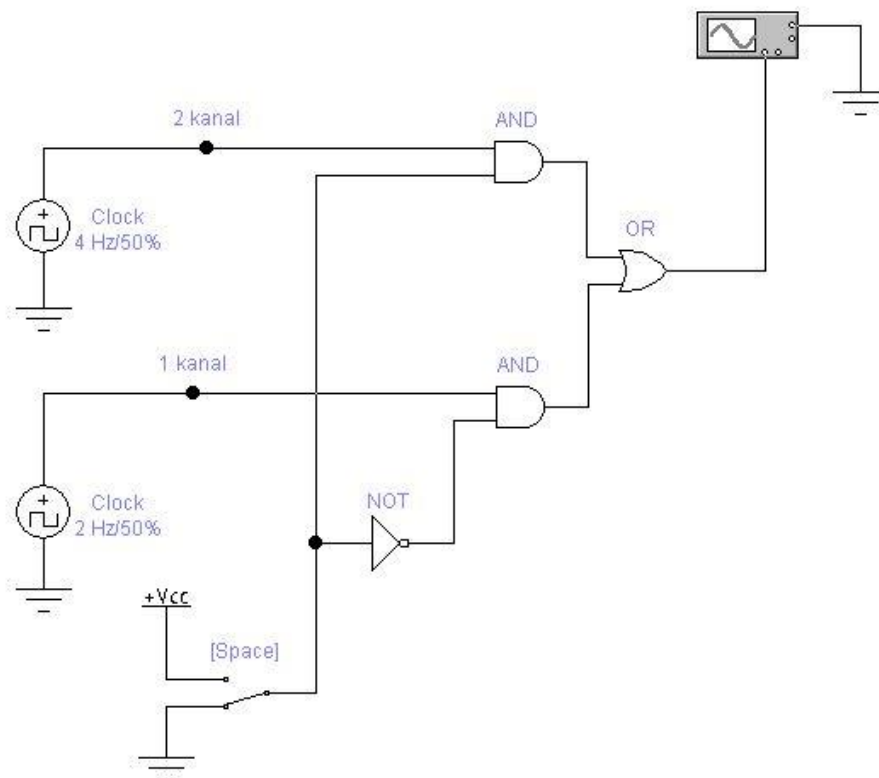


Рис. 1. Организация мультиплексора на два канала с применением базовых логических элементов

Данная схема выполняет роль мультиплексора на два канала. В качестве информационных каналов используются генераторы прямоугольных импульсов Clock (библиотека EWB Sources). Каждый генератор Clock настроен на свою частоту – соответственно 2 и 4 Гц. Генерируемые Clock импульсы имитируют поток данных (битовую последовательность с чередованием бит «1» и «0»). На рис. 2 приведен пример настройки генератора канала 1 (частота 2 Гц).

Для просмотра выходных импульсов на схеме используется осциллограф (Oscilloscope из библиотеки EWB Instruments). Передняя панель осциллографа с графиком выходного сигнала приведена на рис. 3. Видно, что в результате переключения ключа происходит соответствующая смена потока данных (изменение частоты следования импульсов).

1.2. Проведите моделирование работы схемы.

Клавишей на клавиатуре «Пробел» произведите смену входного канала данных и посмотрите динамическое изменение графика сигнала на осциллографе (рис. 3).

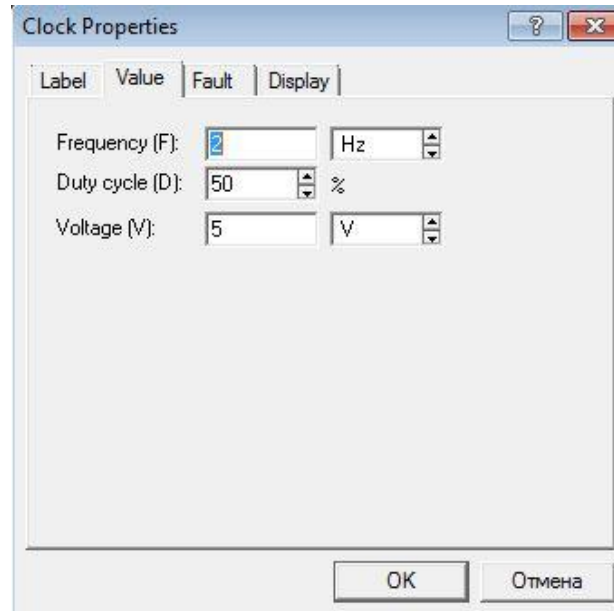


Рис. 2. Настройка параметров генератора прямоугольных импульсов Clock

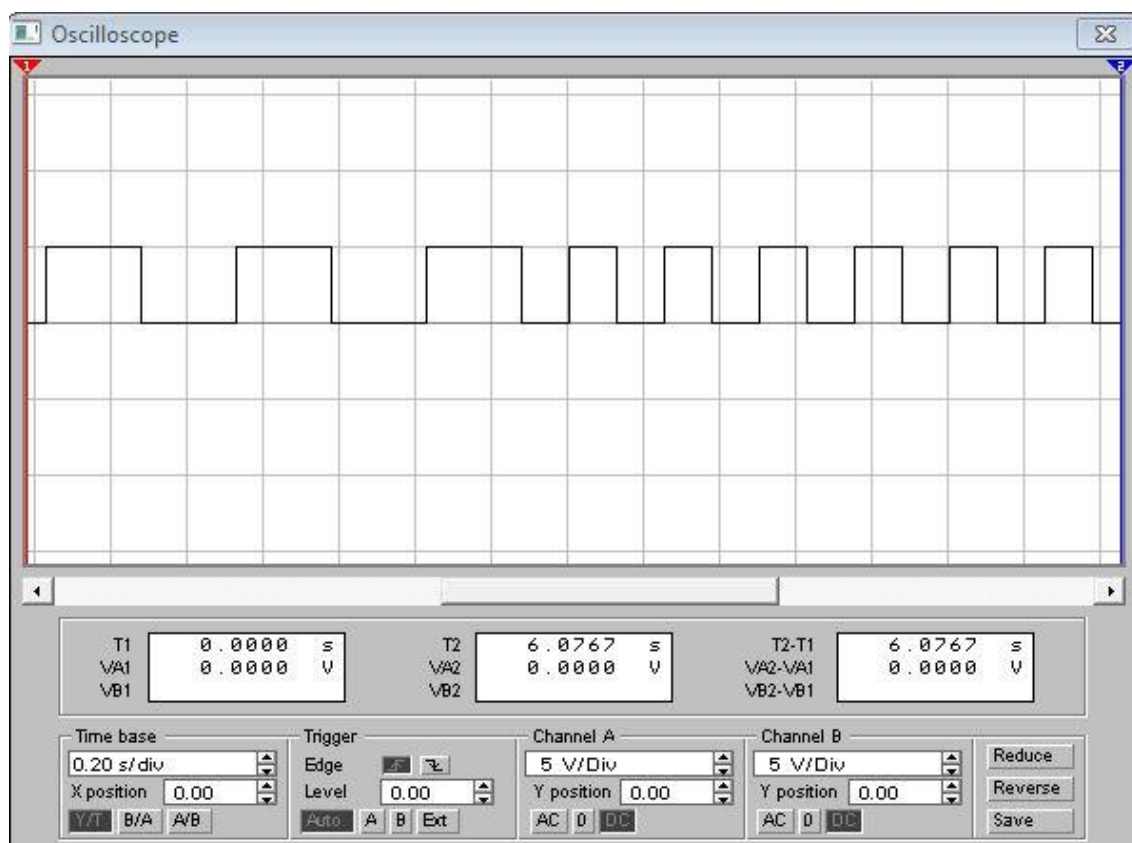


Рис. 3. Развернутая передняя панель осциллографа с графиком поступающих импульсов

2. Моделирование работы 8-канального мультиплексора/селектора на базе микросхемы 74151.

2.1. Соберите схему, представленную на рис. 4.

На схеме рис. 4 представлен 8-канальный мультиплексор/селектора на базе микросхемы 74151 (1-of-8 Data Sel/MUX из библиотеки EWB Digital ICs).

Данная микросхема имеет 8 информационных входов D0 – D7 (для приема 8-ми источников потока данных), один информационный выход Y, 3 управляющих входа для задания (выбора) адреса канала A, B, C. Также микросхема имеет выводы для подачи питания Vcc и GND, а также дополнительные управляющие выводы W и G' (на данной схеме они не используются).

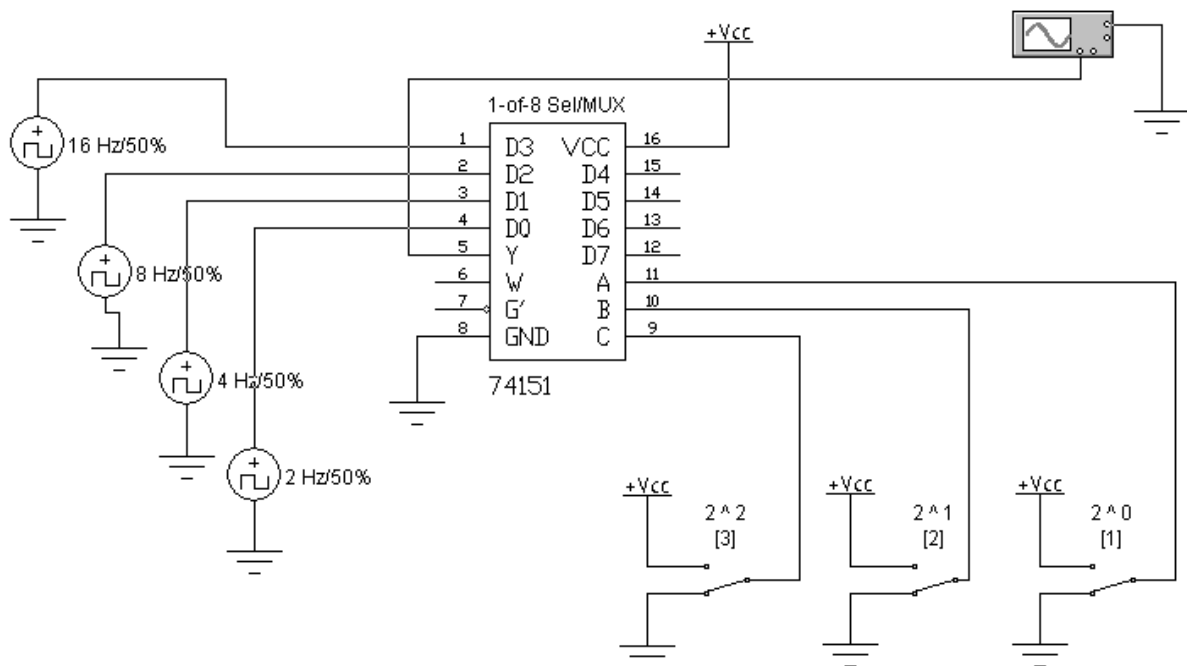


Рис. 4. Схема 8-канального мультиплексора/селектора на базе микросхемы 74151

Роль информационных потоков на данной схеме выполняют 4 генератора прямоугольных импульсов Clock. Каждый из генераторов настроен на свою частоту – от 2-х до 16 Гц (частота следования импульсов имитирует скорость передачи бит по каналу) – канал D0 – 2 Гц, D1 – 4 Гц, D2 – 8 Гц, D3 – 16 Гц. Вкладка настройки параметров генератора (параметр для задания частоты Frequency) была приведена выше на рис. 2.

Задание (выбор) адреса канала (в двоичном коде) осуществляется с помощью 3-х переключателей Switch (из библиотеки EWB Basic). Каждый из 3-х переключателей настроен на срабатывание по нажатию определенной клавиши на клавиатуре компьютера, а именно, это клавиши «1», «2» и «3». С помощью выбора соответствующей комбинации ключей формируется нужный двоичный код, который подается на адресные входы микросхемы А, В, С.

Микросхема 74151, получив двоичный код адреса, производит переключение поступающих данных с выбранного канала на выход Y. Это происходит динамически в процессе работы схемы.

2.2. Проведите моделирование работы схемы.

Разверните отображение передней панели осциллографа для просмотра поступающих сигналов (импульсов) и проведите измерение длительности импульсов.

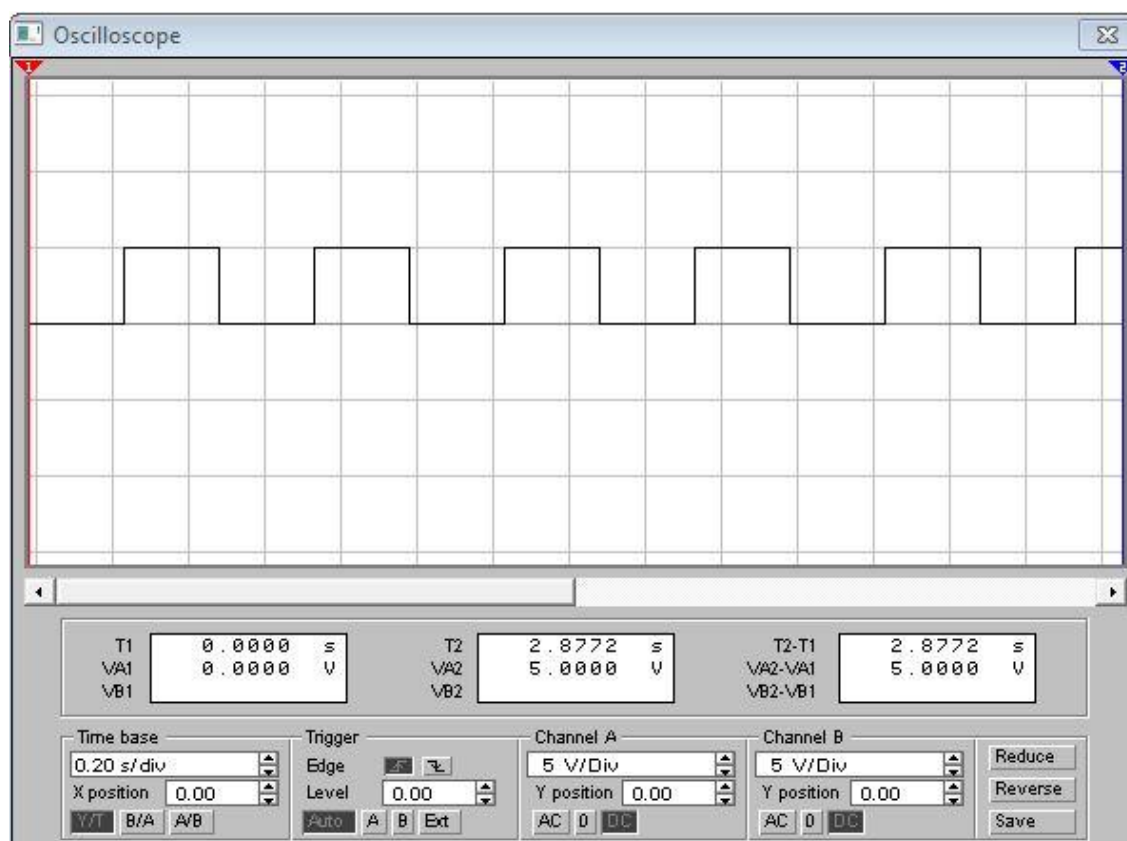


Рис. 5. Развернутая передняя панель осциллографа с графиком поступающих импульсов

По умолчанию на выход Y поступают данные с канала, подключенного к входу D0 (рис. 4). Данный канал генерирует импульсы с частотой следования $f = 2$ Гц. Длительность импульсов рассчитывается по формуле

$$\Delta = \frac{1}{2f} \quad (1)$$

Для частоты $f = 2$ Гц длительность импульсов составляет $\Delta = 0,25$ с. Для измерения длительности импульсов кнопкой EWB «Пауза»/«Pause» приостановите режим моделирования. С помощью сетки на дисплее осциллографа и учитывая цену делений сетки (масштаб отображения графика по горизонтальной оси задается в поле “Time base”), определите длительность импульсов.

Для большей точности масштаб отображения лучше укрупнить, например, сделать цену делений сетки равной 0,05 s/div (рис. 6).

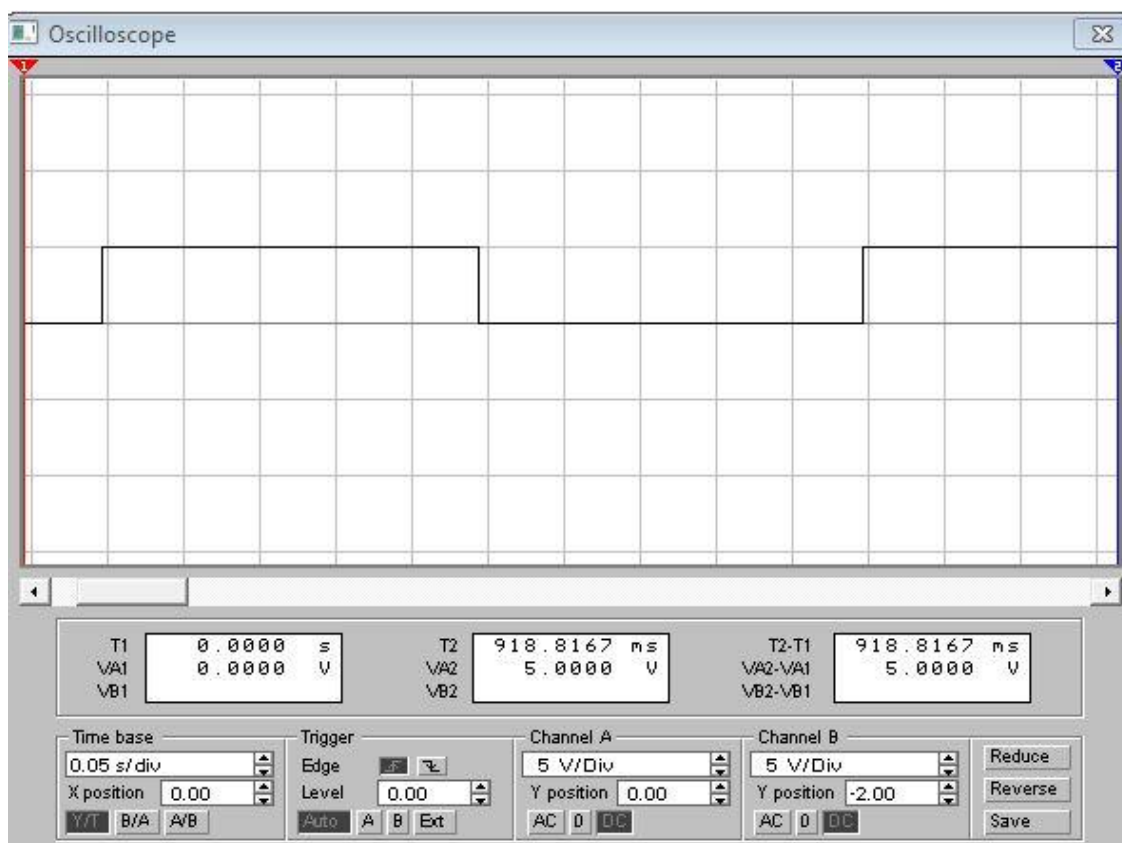


Рис. 6. Изменение масштаба по горизонтальной оси (поле “Time base”, масштаб 0,05 s/div)

Убедитесь, что измеренное на осциллографе и заданное в настройках генератора Clock (параметр *Frequency*) значения частоты совпадают.

Примечание. По сетке значения длительности определяются лишь приблизительно. Более точное измерение можно осуществить с помощью двух визирных линий на дисплее. В исходном состоянии эти линии располагается по краям дисплея – 1-я линия (подсвечена *красным* цветом) располагается в левом краю дисплея (примыкает к краю), 2-я линия (подсвечена *синим* цветом) – в правом краю. Перемещаются визирные линии с помощью мыши. Значения положений линий 1 и 2, а также разность между показаниями линий 1 и 2 отображается в поле, расположенном непосредственно под дисплеем (это строки “T1”, “T2” и “T2–T1”).

2.3. С помощью набора из 3-х переключателей проведите выбор различных каналов.

Как следует из схемы на рис. 4 на выход Y поступают данные с канала «0», подключенного к входу D0 (в этом мы убедились по измерениям на осциллографе).

С помощью набора из 3-х переключателей выберите теперь канал «1» (с выхода D1). На дисплее осциллографа убедитесь, что на выходе мультиплексора присутствует именно тот сигнал, который был вами выбран ($f = 4$ Гц, следовательно, $\Delta = 0,125$ с).

Аналогично, выбирая каналы «2» и «3» убедитесь, что измеренное на осциллографе и заданное в настройках генератора значения частоты (длительности) совпадают.

3. Формирование 8 информационных каналов.

3.1. Добавьте к схеме на рис. 4 еще четыре генератора Clock. Подключите их к микросхеме на оставшиеся свободными информационные входы D4 – D7. В результате получим 8 источников данных. Задайте частоты генераторов Clock равными значениям f , приведенным в таблице ниже

Номер канала	0	1	2	3	4	5	6	7
Вход микросхемы	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
Частота генератора f , Гц	2	4	5	10	20	25	40	50
Длительность импульсов Δ , мс	250	125	100	50	25,0	20	12,5	10

3.2. С помощью набора из 3-х переключателей проведите выбор одного входного канала из 8-ми подключенных. Номер канала определите в соответствие с *номером студента по списку в журнале преподавателя.*

Номер канала	0	1	2	3	4	5	6	7
Номер студента по списку в журнале преподавателя	1	2	3	4	5	6	7	8
	9	10	11	12	13	14	15	16
	17	18	19	20	21	22	23	24

Получите осциллограмму выходного сигнала (для этого проведите соответствующую настройку масштаба отображения на дисплее осциллографа).

Задokumentируйте результаты (скриншот) моделирования в отчете.

4. Подготовьте отчет о проделанной работе.

Отчет должен содержать название заданий, скриншоты (копии экрана монитора) с результатами проведенного моделирования и сформулированные выводы.

Контрольные вопросы

1. Назовите, какие функции выполняет мультиплексор? Почему его также называют селектором?

2. Поясните, что такое информационный канал?

3. Объясните, как обеспечивается на схеме выбор нужного входного канала?

4. Поясните, что означает понятие «мультиплексирование»? В каких областях применяется данный термин?

5. Объясните, как реализуется мультиплексор с помощью базовых логических элементов?

6. Перечислите основные выводы микросхемы мультиплексора 74151. Укажите их назначение.

7. Если сравнить 4-х и 8-входовые мультиплексоры, сколько они должны иметь адресных входов?

8. Поясните, с помощью какого измерительного (тестового) инструмента производится индикация последовательности прямоугольных импульсов (цифровых данных)?

9. Поясните, какие параметры необходимо настраивать на осциллографе?

10. Объясните, как производится определение длительности импульсов с помощью осциллографа.