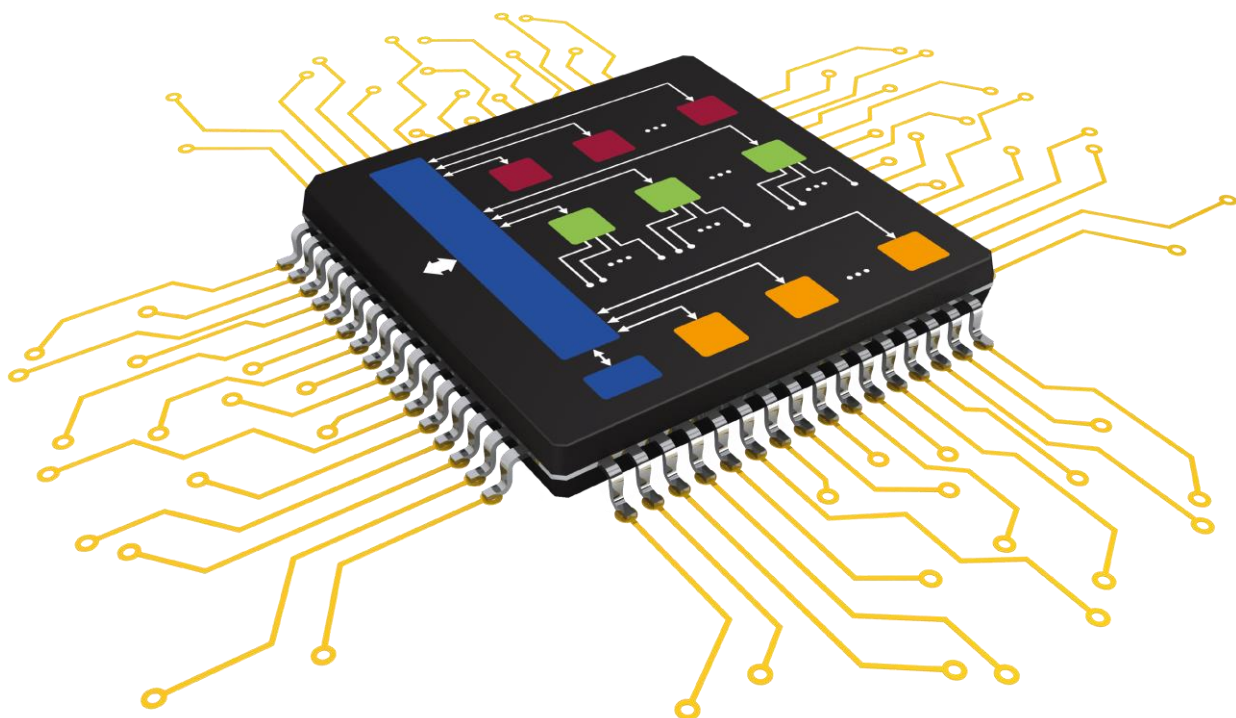


ОРГАНИЗАЦИЯ ЭВМ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ



Тамбов
Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
2024

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тамбовский государственный технический университет»**

ОРГАНИЗАЦИЯ ЭВМ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Методические указания для студентов,
обучающихся по специальности 10.05.03 «Информационная безопасность
автоматизированных систем», очной формы обучения

Учебное электронное издание



**Тамбов
Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
2024**

УДК 004.2
ББК 39.973я7
О-64

Рекомендовано Методическим советом университета

Рецензент

Доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры КРЭМС ФГБОУ ВО «ТГТУ»
Ю. Ф. Мартемьянов

О-64 **Организация ЭВМ и вычислительных систем [Электронный ресурс] :** методические указания / сост. : А. В. Яковлев, А. В. Фурсова. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2024. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Системные требования : ПК не ниже класса Pentium II ; CD-ROM-дисковод ; 1,9 Мб ; RAM ; Windows 95/98/XP ; мыш. – Загл. с экрана.

Охватывают вопросы исследования структурной организации и процессов функционирования арифметических устройств, устройств управления и ЭВМ в целом, а также типовых узлов комбинационного типа цифровой электроники, таких как сумматор, шифратор и дешифратор с использованием пакета Matlab.

Предназначены для студентов, обучающихся по специальности 10.05.03 «Информационная безопасность автоматизированных систем», очной формы обучения.

УДК 004.2
ББК 39.973я7

*Все права на размножение и распространение в любой форме остаются за разработчиком.
Нелегальное копирование и использование данного продукта запрещено.*

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ТГТУ»), 2024

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания включают в себя лабораторные работы по учебной дисциплине «Организация ЭВМ и вычислительных систем», преподаваемой в ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» студентам, обучающимся по специальности 10.05.03 «Информационная безопасность автоматизированных систем».

Курс лабораторных работ охватывает вопросы моделирования и анализа процессов функционирования устройств управления и арифметических устройств ЭВМ, типовых узлов комбинационного типа цифровой электроники, таких как счетчик, шифратор и дешифратор с использованием пакета *Matlab*.

Наличие контрольных вопросов в конце каждой лабораторной работы позволит студентам самостоятельно проверить свои знания, полученные в результате выполнения лабораторных работ.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ДАННЫХ В СРЕДЕ *SIMULINK*.

ОПЕРАЦИИ С ДАННЫМИ

Цель работы:

1. Познакомиться со средой моделирования программного пакета *Matlab Similink* и ее основными элементами.
2. Изучить принципы представления данных, функционирования операции побитового сдвига и логических операций в среде *Simulink*.

Ход работы

Программа *Simulink* является приложением к пакету *Matlab*. Пользователи данного приложения имеют возможность построения сложных систем и изучения их поведения во времени, тем самым снижая затраты на создание физического прототипа. Это становится возможным благодаря библиотечным

или собственно созданным блокам, которые соответствуют отдельным элементам моделируемой системы.

Для запуска программы возможно использование одноименной команды в окне *Matlab* или же с помощью графического интерфейса (рис. 1.1 и 1.2).

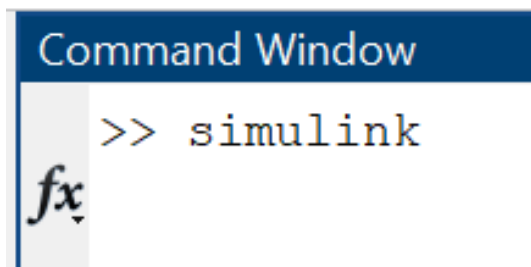


Рис. 1.1. Команда для запуска *Simulink*

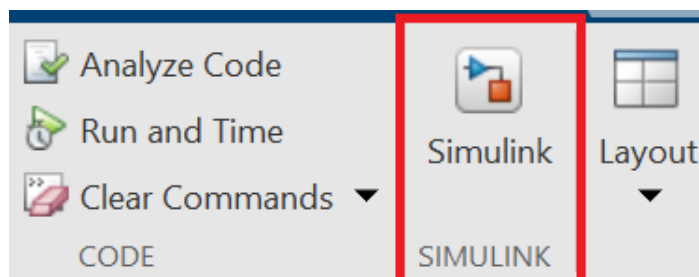



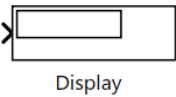
Рис. 1.2. Кнопка для запуска *Simulink*

Задание 1. Создать статическую модель отображения числа в двоичной, восьмеричной, десятичной и шестнадцатеричной системах счисления.

Для выполнения данного задания необходимо воспользоваться блоками, представленными в табл. 1.1.

1.1. Блоки и их параметры для модели 1-го задания

Название блока	Расположение элемента	Настраиваемые параметры
 Constant	<i>Simulink/Sources</i>	<i>Constant value:</i> 20 – настройка для задания любого числа, вектора или матрицы <i>Signal Attributes/Output data type:</i> <i>int8, uint8, int16, uint16, int32, uint32, int64, uint64</i> – выбор типа данных зависит от задаваемого значения в блоке и необходимо для корректного отображения числа в разных системах счисления

Название блока	Расположение элемента	Настраиваемые параметры
 Display	Simulink/Sinks	<p><i>Numeric display format:</i></p> <p><i>hex (Stored Integer)</i> – настройка для отображения числа в шестнадцатеричной системе счисления</p> <p><i>binary (Stored Integer)</i> – настройка для отображения числа в двоичной системе счисления</p> <p><i>decimal (Stored Integer)</i> – настройка для отображения числа в десятичной системе счисления</p> <p><i>octal (Stored Integer)</i> – настройка для отображения числа в восьмеричной системе счисления</p>

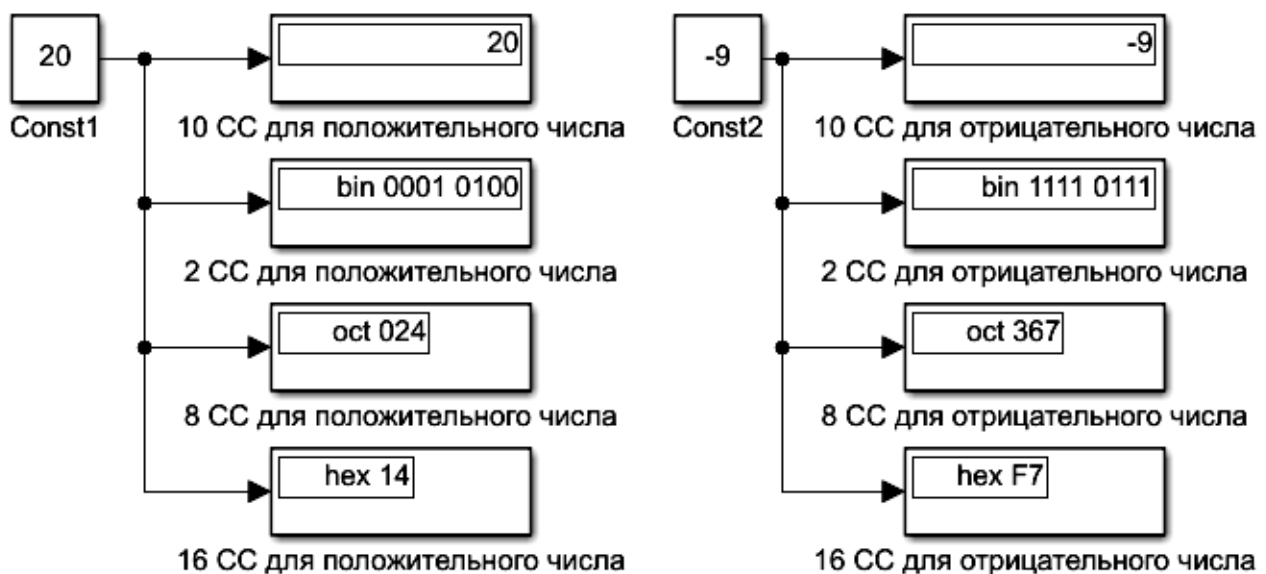
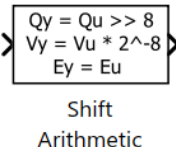


Рис. 1.3. Модель отображения положительного и отрицательного чисел в различных системах счисления

Задание 2. Создать статическую модель отображения числа при использовании операции арифметического сдвига.

При выполнении задания используются ранее изученные блоки, а также блок арифметического сдвига, все параметры которого представлены в табл. 1.2.

1.2. Блок и параметры для модели 2-го задания

Название блока	Расположение элемента	Настраиваемые параметры
 <p>Shift Arithmetic</p>	<p><i>Simulink/Logic and Bit Operations</i></p>	<p><i>Source: Dialog</i> – режим переключения в диалоговом окне</p> <p><i>Direction:</i></p> <p><i>Left</i> – сдвиг влево</p> <p><i>Right</i> – сдвиг вправо</p> <p><i>Bidirectional</i> – сдвиг вправо для положительных чисел и влево для отрицательных</p> <p><i>Number: 5</i> – число для сдвига</p>

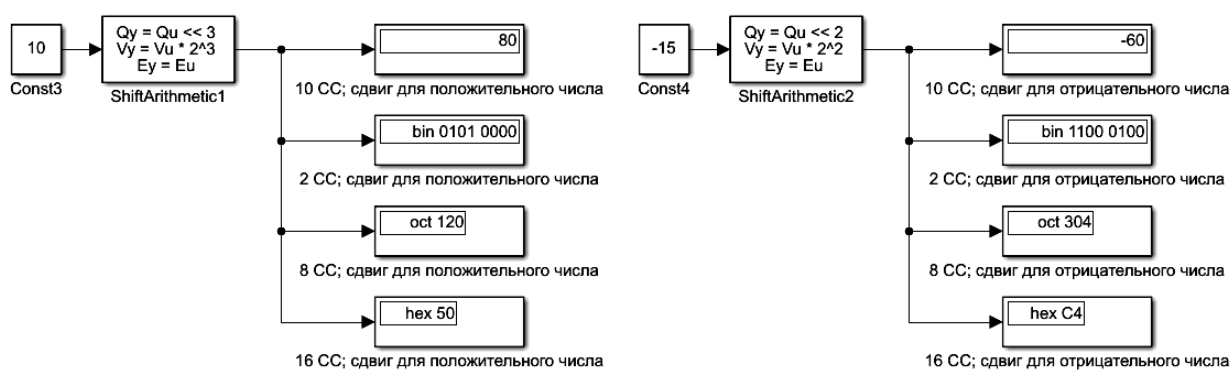





Рис. 1.4. Модель отображения положительного и отрицательного чисел с использованием операции побитового сдвига

Задание 3. Создать модель отображения таблицы истинности логических операций.

Внедрение в модель таких блоков, как *Pulse Generator*, *Logical Operator* и *Scope*, позволяет наравне с использованием блоков *Constant* и *Display* отображать таблицу истинности для различных логических операций.

1.3. Блоки и их параметры для модели 3-го задания

Название блока	Расположение элемента	Настраиваемые параметры
 <p>Logical Operator</p>	<p><i>Simulink/Logic and Bit Operations</i></p>	<p><i>Operator: AND, OR, NAND, NOR, XOR, NXOR, NOT</i> – выбор зависит от того, какой логический оператор нужен пользователю</p> <p><i>Number of input ports: 2</i> – количество входных данных</p>

Название блока	Расположение элемента	Настраиваемые параметры
 Pulse Generator	<i>Simulink/Sources</i>	<i>Amplitude: 1</i> – амплитуда сигнала <i>Period (secs): 4</i> – период импульса <i>Pulse Width (% of period): 50</i> – длительность импульсов в зависимости от периода <i>Phase delay (secs): 1 (Pulse Generator 1) / 0 (Pulse Generator 2)</i> – задержка фазы
 Scope	<i>Simulink/Sinks</i>	

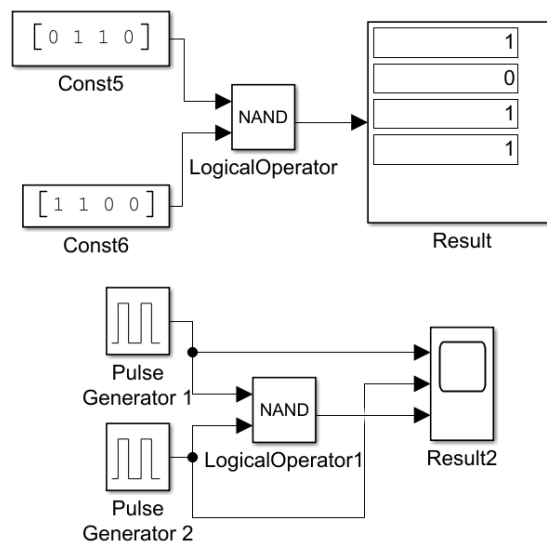


Рис. 1.5. Модель отображения таблицы истинности логических операций

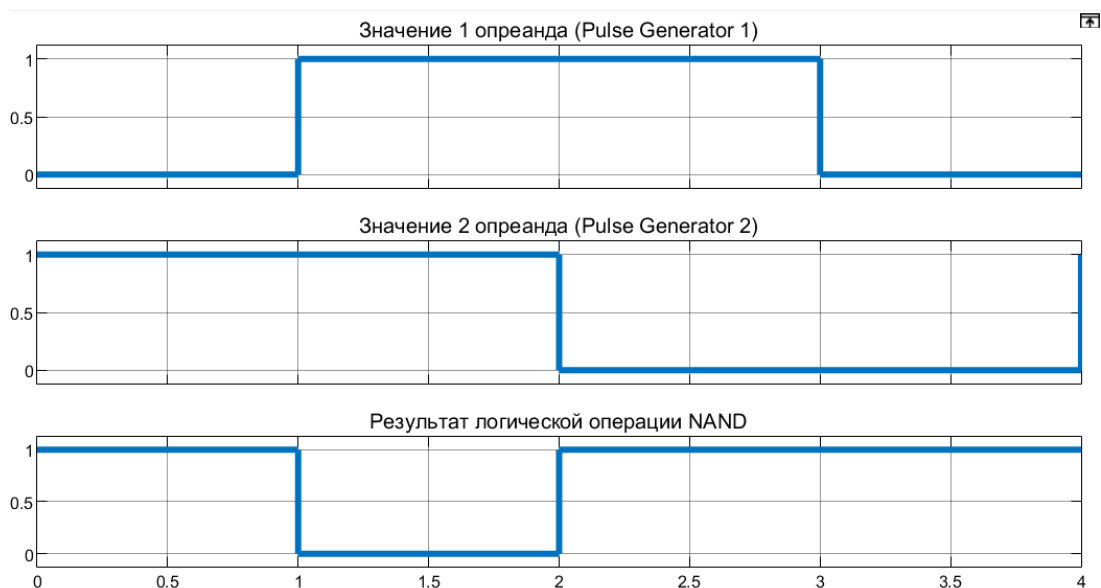


Рис. 1.6. Анализ результата логической операции NAND в блоке Scope

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Номер варианта	Задание 1		Задание 2		Задание 3		
	Const1	Const2	Число	Направление и размер сдвига	Режим	Логический блок	Переменные
1	105	-10	-10	Вправо, 2	<i>Display</i>	<i>NAND</i>	[0 1 1 0]; [1 1 1 0]
2	40	-89	-45	Влево, 5	<i>Display</i>	<i>OR</i>	[0 0 1 0]; [1 1 0 0]
3	65	-50	78	Вправо, 4	<i>Display</i>	<i>NOR</i>	[1 1 1 0]; [1 1 1 0]
4	89	-45	42	Влево, 3	<i>Display</i>	<i>XOR</i>	[0 1 1 1]; [1 1 0 0]
5	81	-100	-96	Влево, 2	<i>Display</i>	<i>NXOR</i>	[0 1 0 0]; [1 0 1 1]
6	75	-76	12	Вправо, 1	<i>Display</i>	<i>NAND</i>	[0 1 1 0]; [1 0 1 1]
7	124	-12	-33	Вправо, 3	<i>Display</i>	<i>NOR</i>	[1 1 1 0]; [1 0 1 1]
8	58	-74	74	Влево, 4	<i>Display</i>	<i>OR</i>	[0 1 1 0]; [0 0 1 1]
9	96	-63	55	Вправо, 4	<i>Display</i>	<i>XOR</i>	[1 0 1 0]; [1 0 0 1]
10	34	-25	25	Влево, 2	<i>Display</i>	<i>NXOR</i>	[0 1 1 0]; [1 0 1 1]
11	75	-46	-36	Вправо, 3	<i>Scope</i>	<i>NAND</i>	[0 1 0 0]; [1 0 1 1]
12	150	-21	-85	Влево, 5	<i>Scope</i>	<i>OR</i>	[0 1 1 0]; [1 0 1 1]
13	136	-49	74	Вправо, 4	<i>Scope</i>	<i>XOR</i>	[0 1 1 0]; [1 1 1 0]
14	82	-70	11	Влево, 3	<i>Scope</i>	<i>NXOR</i>	[0 0 1 0]; [1 1 0 0]
15	67	-50	92	Вправо, 6	<i>Scope</i>	<i>NOR</i>	[0 1 1 0]; [0 0 1 1]

Требования к содержанию и оформлению отчета

Содержание отчета включает в себя цель выполнения лабораторной работы, порядок выполнения индивидуального задания в соответствии со своим порядковым номером в журнале и выводы по проделанной работе. Отчет должен быть продемонстрирован как на бумажном носителе, так и в электронной форме в виде файла.

Титульный лист отчета должен содержать всю информацию, необходимую для однозначной идентификации автора работы. Для этого на титульном листе указывают название дисциплины, тему и номер работы, вариант задания, номер группы, фамилию и инициалы студента, должность, фамилию и инициалы преподавателя и т.п.

Контрольные вопросы

1. Представьте числа в системах счисления с основанием 2, 8, 10, 16.
2. Запишите знаковые целые числа в дополнительном коде.
3. Что называется алгеброй логики?
4. Что такое таблица истинности?
5. Представьте таблицы истинности для логических операций *AND*, *NAND*, *OR*, *NOR*, *XOR*, *NXOR*, *NOT*.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ В СРЕДЕ *SIMULINK*

Цель работы:

1. Изучить основные элементы среды *Similink*.
2. Изучить характеристики и принципы функционирования ручного переключателя (*Manual Switch*), управляемого переключателя (*Switch*) и многопортового переключателя (*Multiport Switch*).

Задание 1. Создать модель с использованием блока *Manual Switch*.

Переключатели используются для изменения путей передачи данных. *Manual Switch* – это переключающее устройство, которое позволяет пользователю получать поток данных с одного из двух входов двойным щелчком мыши по переключателю.

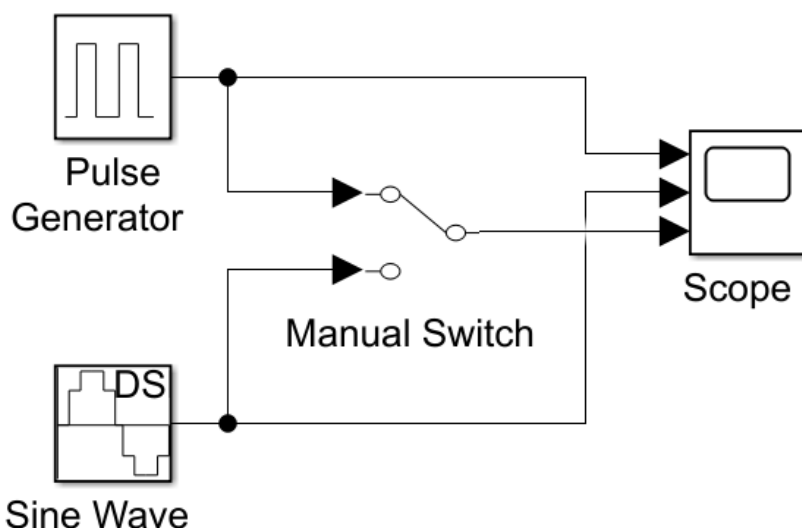
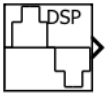
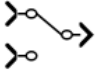


Рис. 2.1. Модель переключателя с блоком *Manual Switch*

Для выполнения 1-го задания необходимо воспользоваться ранее изученными блоком *Pulse Generator* и *Scope*. Период импульса составляет 2 с, а длительность импульса – 50% от периода импульса. Для демонстрации работы ручного переключателя также необходимы блоки *Sine Wave* и непосредственно блок *Manual Switch*, параметры и расположение которых представлены в табл. 2.1.

2.1. Блоки и их параметры для модели 1-го задания

Название блока	Расположение элемента	Настраиваемые параметры
 Sine Wave	<i>DSP System Toolbox/Sources</i>	<i>Amplitude: 1</i> – амплитуда синусоидального сигнала <i>Frequency (Hz): 2</i> – частота синусоидального сигнала, измеряемая в Гц <i>Phase offset (rad): 0</i> – фаза синусоидального сигнала
 Manual Switch	<i>Simulink/Signal Routing</i>	

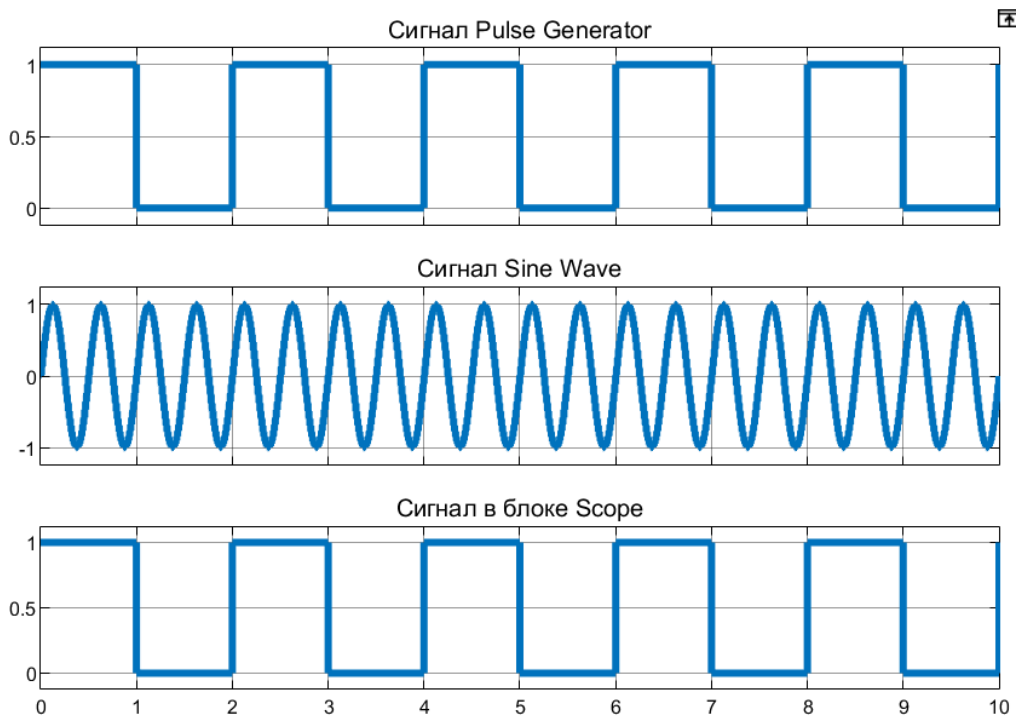


Рис. 2.2. Результат моделирования переключателя с блоком *Manual Switch*

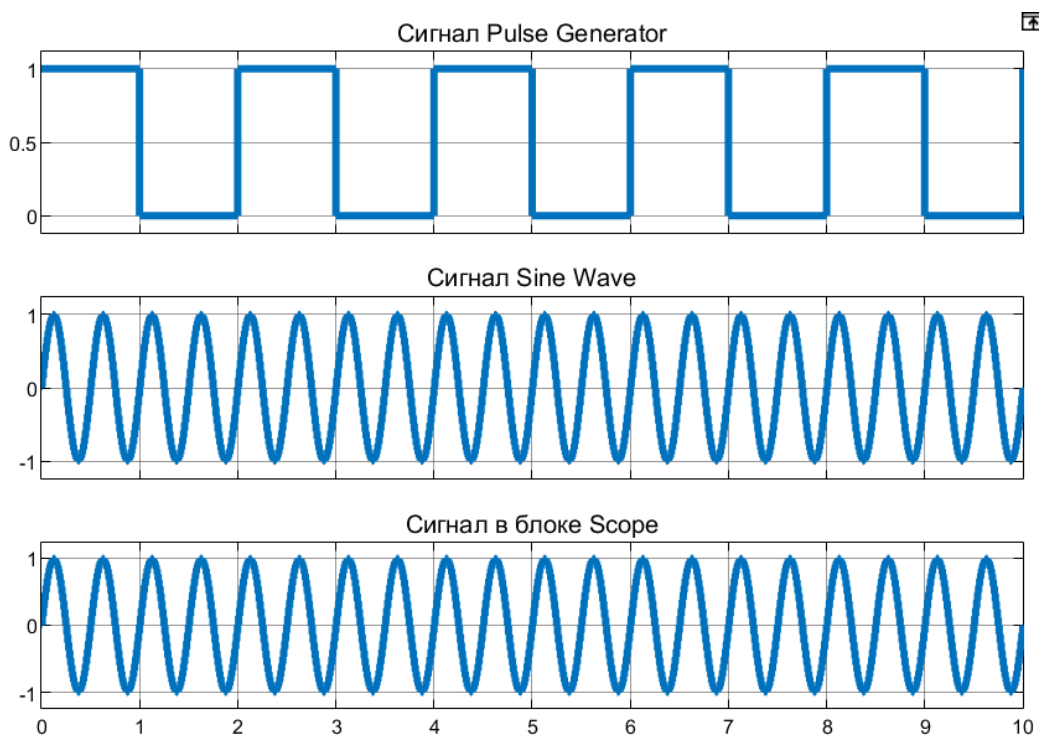
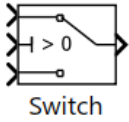


Рис. 2.3. Результат моделирования в результате изменения состояния переключателя

Задание 2. Создать модель с использованием блока *Switch*.

Управляемый переключатель (*Switch*) имеет три входа: первый для данных при выполнении условия, второй для сигнала управления и третий для данных при невыполнении условия.

2.2. Блок и параметры для модели 2-го задания

Название блока	Расположение элемента	Настраиваемые параметры
	<p style="text-align: center;"><i>Simulink/ Signal Routing</i></p>	<p><i>Criteria for passing first input:</i> $u_2 > Threshold$ – проверка на то, больше ли первый вход порогового значения</p> <p><i>Threshold: 1</i> – задаваемое пороговое значение</p>

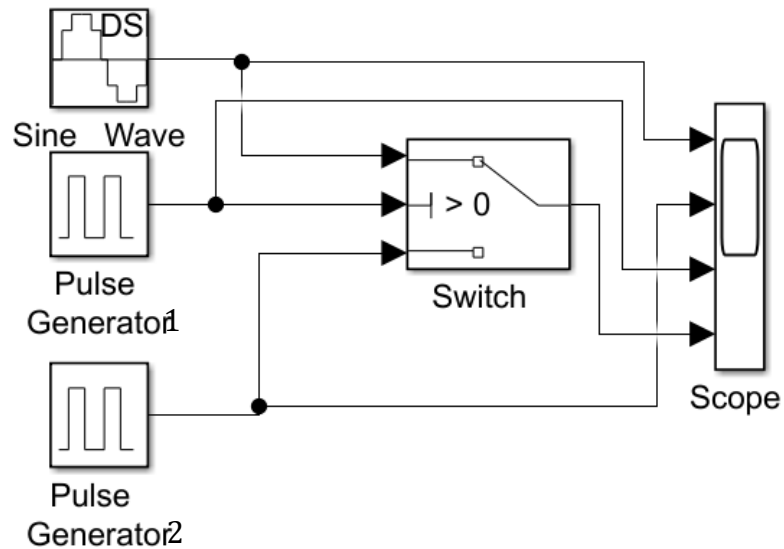


Рис. 2.4. Модель переключателя с блоком *Switch*

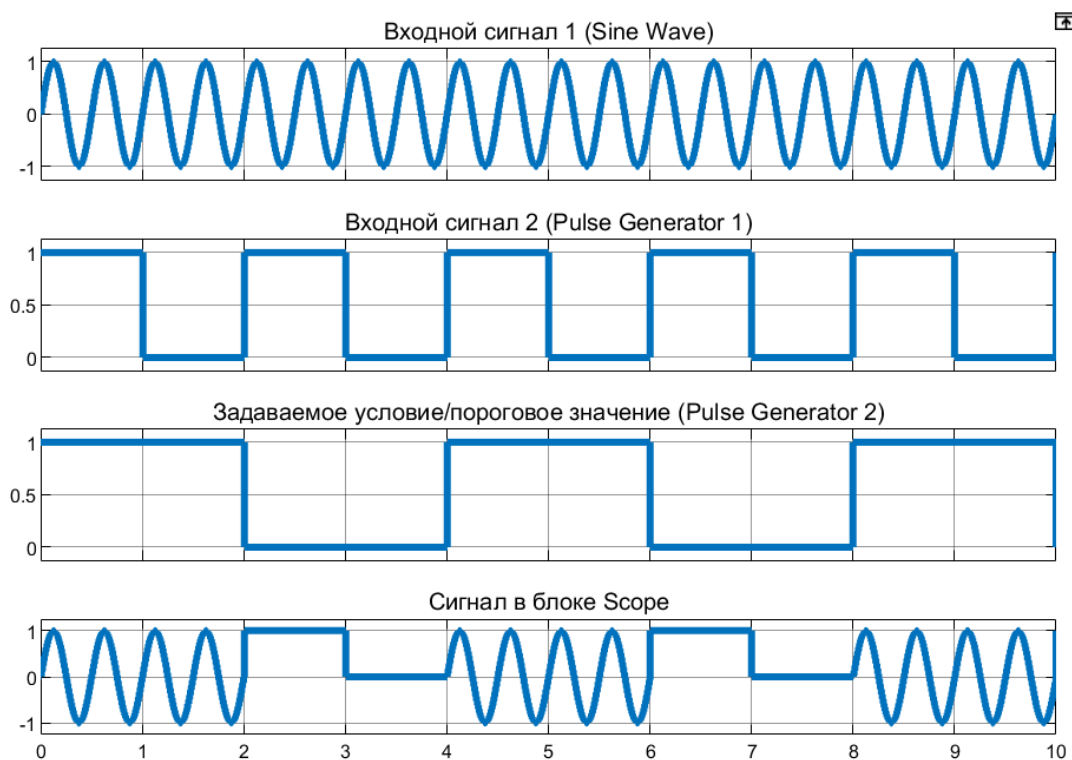
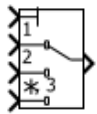


Рис. 2.5. Результат моделирования переключателя с блоком *Switch*

Задание 3. Создать модель с использованием блока *Multiport Switch*.

Многопортовый переключатель (*Multiport Switch*) – это переключающее устройство с множеством входов сигналов. Управление осуществляется сигналом управления, который задает номер выбираемого входа. Блок *Multiport Switch* и настраиваемые параметры представлены в табл. 2.3.

2.3. Блок и параметры для модели 3-го задания

Название блока	Расположение элемента	Настраиваемые параметры
 Multiport Switch	<i>Simulink/Signal Routing</i>	<i>Dataportorder:</i> <i>Zero-based contiguous</i> – индексы для портов данных начинаются с нуля <i>One-based contiguous</i> – индексы для портов данных начинаются с единицы <i>Specify indices</i> – индексы для портов данных задаются пользователем <i>Number of data ports: 3</i> – количество входных портов данных

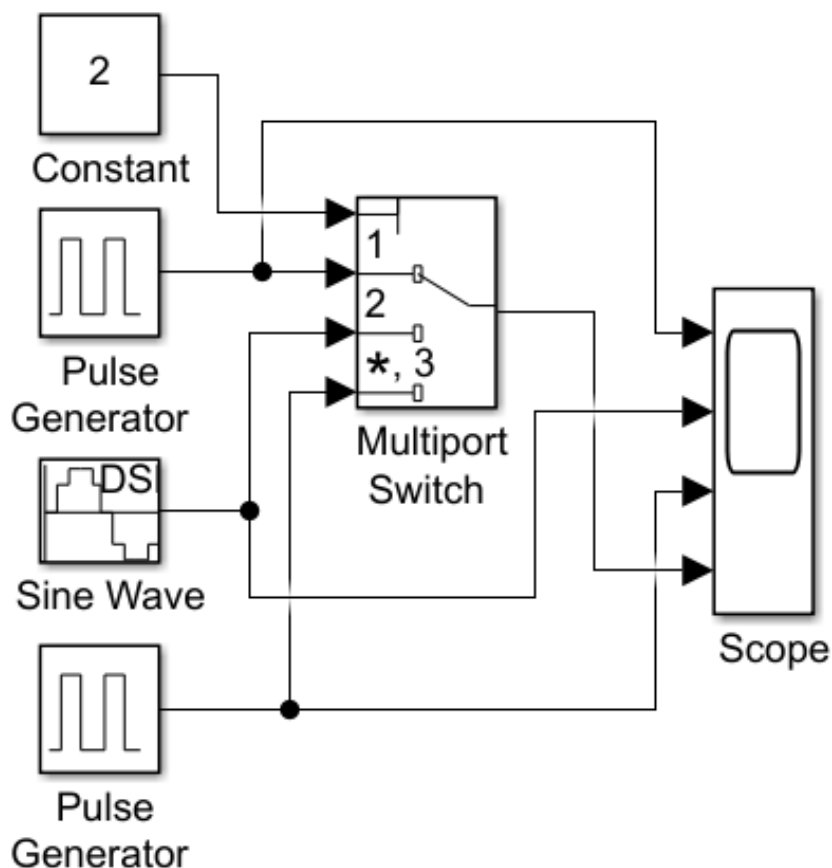


Рис. 2.6. Модель с использованием блока *Multiport Switch*

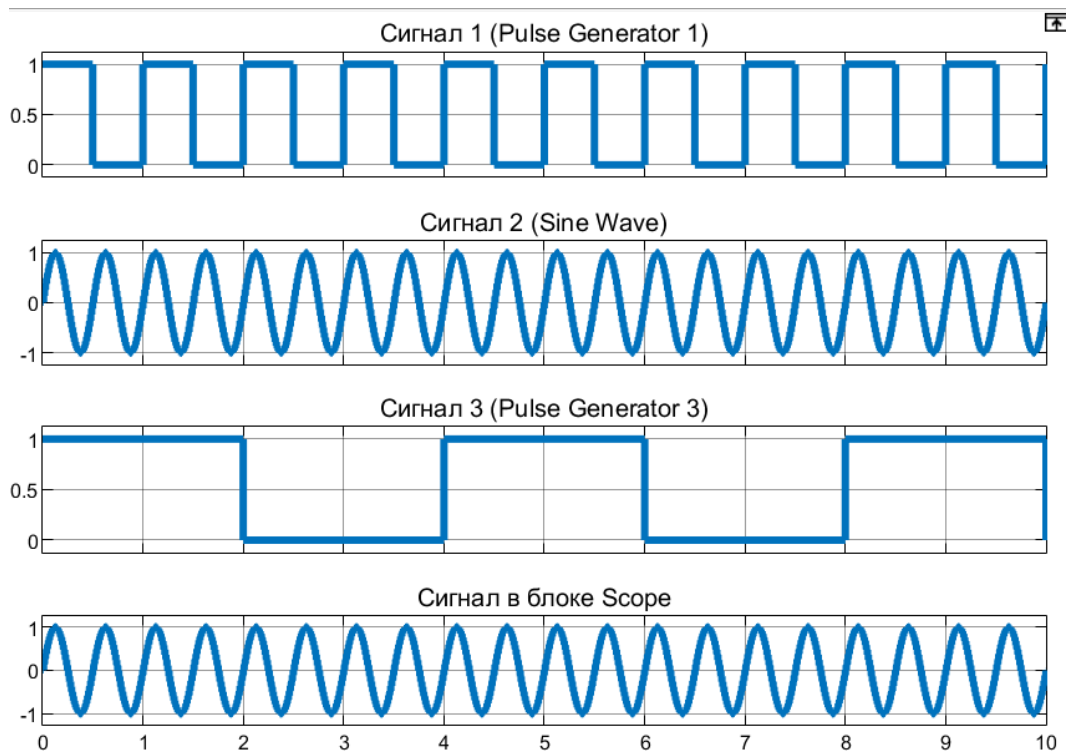


Рис. 2.7. Результат моделирования для 3-го задания

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Номер варианта	Переключатель	Источник 1	Источник 2	Источник 3
1	<i>Switch</i>	<i>Sine Wave</i>	<i>Pulse Generator</i>	<i>Chirp Signal</i>
	<i>Multiport Switch</i>	<i>Sine Wave</i>	<i>Pulse Generator</i>	<i>Pulse Generator</i>
2	<i>Manual Switch</i>	<i>Sine Wave</i>	<i>Pulse Generator</i>	
	<i>Switch</i>	<i>Sine Wave</i>	<i>Pulse Generator</i>	<i>Chirp Signal</i>
3	<i>Multiport Switch</i>	<i>Sine Wave</i>	<i>Pulse Generator</i>	<i>Chirp Signal</i>
	<i>Switch</i>	<i>Sine Wave</i>	<i>Pulse Generator</i>	<i>Sine Wave</i>
4	<i>Switch</i>	<i>Sine Wave</i>	<i>Pulse Generator</i>	<i>Sine Wave</i>
	<i>Manual Switch</i>	<i>Sine Wave</i>	<i>Pulse Generator</i>	
5	<i>Manual Switch</i>	<i>Chirp Signal</i>	<i>Sine Wave</i>	
	<i>Switch</i>	<i>Sine Wave</i>	<i>Pulse Generator</i>	<i>Sine Wave</i>
6	<i>Multiport Switch</i>	<i>Sine Wave</i>	<i>Chirp Signal</i>	<i>Sine Wave</i>
	<i>Manual Switch</i>	<i>Sine Wave</i>	<i>Sine Wave</i>	
7	<i>Switch</i>	<i>Sine Wave</i>	<i>Pulse Generator</i>	<i>Chirp Signal</i>
	<i>Multiport Switch</i>	<i>Sine Wave</i>	<i>Chirp Signal</i>	<i>Sine Wave</i>
8	<i>Manual Switch</i>	<i>Sine Wave</i>	<i>Sine Wave</i>	
	<i>Switch</i>	<i>Sine Wave</i>	<i>Pulse Generator</i>	<i>Chirp Signal</i>
9	<i>Multiport Switch</i>	<i>Sine Wave</i>	<i>Sine Wave</i>	<i>Pulse Generator</i>
	<i>Manual Switch</i>	<i>Chirp Signal</i>	<i>Pulse Generator</i>	

Номер варианта	Переключатель	Источник 1	Источник 2	Источник 3
10	<i>Switch</i>	<i>Chirp Signal</i>	<i>Pulse Generator</i>	<i>Pulse Generator</i>
	<i>Multiport Switch</i>	<i>Sine Wave</i>	<i>Sine Wave</i>	<i>Pulse Generator</i>
11	<i>Manual Switch</i>	<i>Chirp Signal</i>	<i>Pulse Generator</i>	
	<i>Switch</i>	<i>Chirp Signal</i>	<i>Pulse Generator</i>	<i>Pulse Generator</i>
12	<i>Multiport Switch</i>	<i>Chirp Signal</i>	<i>Chirp Signal</i>	<i>Sine Wave</i>
	<i>Switch</i>	<i>Pulse Generator</i>	<i>Pulse Generator</i>	<i>Chirp Signal</i>
13	<i>Switch</i>	<i>Pulse Generator</i>	<i>Pulse Generator</i>	<i>Chirp Signal</i>
	<i>Multiport Switch</i>	<i>Chirp Signal</i>	<i>Chirp Signal</i>	<i>Sine Wave</i>
14	<i>Manual Switch</i>	<i>Chirp Signal</i>	<i>Chirp Signal</i>	
	<i>Multiport Switch</i>	<i>Sine Wave</i>	<i>Pulse Generator</i>	<i>Chirp Signal</i>
15	<i>Multiport Switch</i>	<i>Sine Wave</i>	<i>Pulse Generator</i>	<i>Pulse Generator</i>
	<i>Manual Switch</i>	<i>Chirp Signal</i>	<i>Chirp Signal</i>	

Требования к содержанию и оформлению отчета

Содержание отчета включает в себя цель выполнения лабораторной работы, порядок выполнения индивидуального задания в соответствии со своим порядковым номером в журнале и выводы по проделанной работе. Отчет должен быть продемонстрирован как на бумажном носителе, так и в электронной форме в виде файла.

Титульный лист отчета должен содержать всю информацию, необходимую для однозначной идентификации автора работы. Для этого на титульном листе указывают название дисциплины, тему и номер работы, вариант задания, номер группы, фамилию и инициалы студента, должность, фамилию и инициалы преподавателя и т.п.

Контрольные вопросы

1. Что такое переключатели? Их разновидности.
2. Способы включения переключателя в схему.
3. Как работает ручной переключатель (*Manual Switch*)?
4. Отличительные признаки управляемого переключателя (*Switch*).
5. Принцип работы многопортового переключателя (*Multiport Switch*).

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМБИНАЦИОННЫХ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ В СРЕДЕ *SIMULINK*

Цель работы:





1. Изучить характеристики и принципы функционирования шифратора с переключателем *Multiport Switch* и дешифратора.

2. Изучить характеристики и принципы функционирования мультиплектора и демультимплектора.

Задание 1. Создать модель шифратора с помощью блока *Multiport Switch* и дешифратора с помощью математических блоков.

Для создания модели шифратора используются ранее изученные блоки *Constant*, *Multiport Switch* и *Display*. Дешифратор состоит из новых блоков *Math Function*, *Product* и *Sum of Elements*, параметры и расположение которых представлены в табл. 3.1.

3.1. Блоки и параметры для 1-го задания

Название блока	Расположение элемента	Настраиваемые параметры
 Multiport Switch	<i>Simulink/ Signal Routing</i>	<i>Data port order: Specify indices</i> <i>Data port indices (e.g. {1, [2, 3]}): {0, 1, 2, 3}</i>
 Math Function	<i>Simulink/ Math Operations</i>	<i>Function: pow</i> – задание различных математических функций
 Product	<i>Simulink/ Math Operations</i>	<i>Number of inputs: 2</i> – задание количества входных параметров
 Sum of Elements	<i>Simulink/ Math Operations</i>	

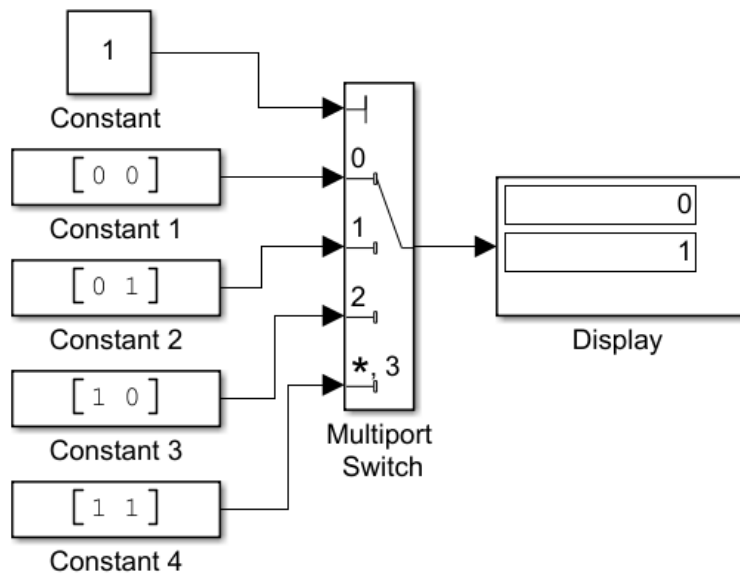


Рис. 3.1. Модель шифратора в среде *Simulink*

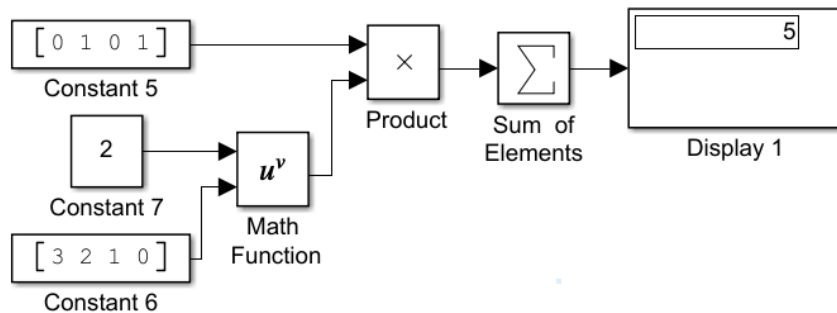


Рис. 3.2. Моделирование дешифратора в среде *Simulink*

Задание 2. Создать модель мультиплексора и демультимплексора с помощью базовых блоков среды *Simulink*.

Мультиплексор предназначен для объединения различных сигналов в одну линию, а демультимплексор – для разделения сигнала в разные линии.

Для выполнения задания потребуются новые блоки: *Mux* и *Demux*, которые находятся в *Simulink/Signal Routing*.

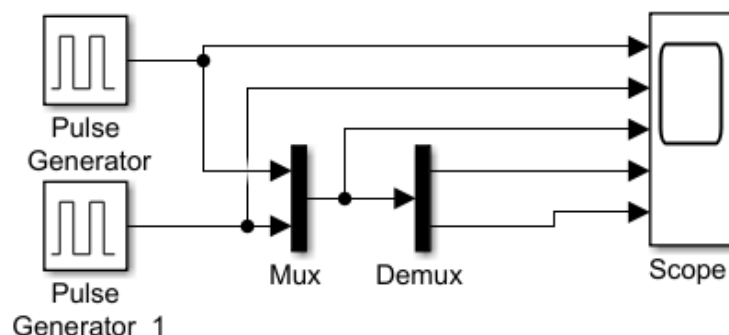


Рис. 3.3. Модель мультиплексора и демультимплексора в среде *Simulink*

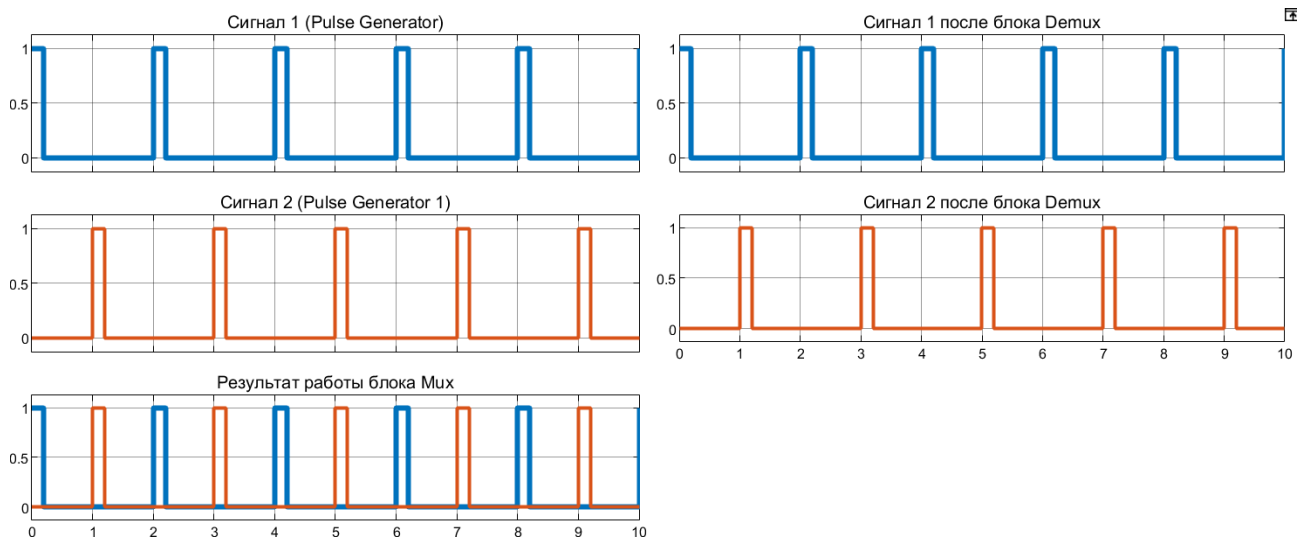


Рис. 3.4. Результат моделирования мультиплексора и демультиплексора

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Номер варианта	Блок управления	Источник 1	Источник 2
1	Шифратор	Скалярная константа 0	4 векторные константы
	Мультиплексор	<i>Sine Wave</i>	<i>Pulse Generator</i>
2	Дешифратор	Скалярная константа 1	Вектор [3 2 1 0]
	Демультиплексор	<i>Sine Wave</i>	<i>Pulse Generator</i>
3	Шифратор	Скалярная константа 2	4 векторные константы
	Мультиплексор	<i>Sine Wave</i>	<i>Chirp Signal</i>
4	Дешифратор	Скалярная константа 3	Вектор [3 2 1 0]
	Демультиплексор	<i>Sine Wave</i>	<i>Chirp Signal</i>
5	Шифратор	Вектор [0 0 0 1]	4 векторные константы
	Мультиплексор	<i>Chirp Signal</i>	<i>Pulse Generator</i>
6	Дешифратор	Вектор [0 0 1 0]	Вектор [3 2 1 0]
	Демультиплексор	<i>Sine Wave</i>	<i>Sine Wave</i>
7	Шифратор	Вектор [0 1 0 0]	4 векторные константы
	Мультиплексор	<i>Chirp Signal</i>	<i>Chirp Signal</i>
8	Дешифратор	Вектор [1 0 0 0]	Вектор [3 2 1 0]
	Демультиплексор	<i>Sine Wave</i>	<i>Chirp Signal</i>
9	Шифратор	Скалярная константа 0	4 векторные константы
	Мультиплексор	<i>Chirp Signal</i>	<i>Chirp Signal</i>
10	Дешифратор	Скалярная константа 1	Вектор [3 2 1 0]
	Демультиплексор	<i>Sine Wave</i>	<i>Sine Wave</i>

Номер варианта	Блок управления	Источник 1	Источник 2
11	Шифратор	Скалярная константа 2	4 векторные константы
	Мультиплексор	<i>Chirp Signal</i>	<i>Pulse Generator</i>
12	Дешифратор	Скалярная константа 3	Вектор [3 2 1 0]
	Демультимплексор	<i>Pulse Generator</i>	<i>Pulse Generator</i>
13	Шифратор	Вектор [0 0 0 1]	4 векторные константы
	Мультиплексор	<i>Chirp Signal</i>	<i>Chirp Signal</i>
14	Дешифратор	Вектор [0 0 1 0]	Вектор [3 2 1 0]
	Демультимплексор	<i>Sine Wave</i>	<i>Pulse Generator</i>
15	Шифратор	Вектор [0 1 0 0]	4 векторные константы
	Мультиплексор	<i>Chirp Signal</i>	<i>Chirp Signal</i>

Требования к содержанию и оформлению отчета

Содержание отчета включает в себя цель выполнения лабораторной работы, порядок выполнения индивидуального задания в соответствии со своим порядковым номером в журнале и выводы по проделанной работе. Отчет должен быть продемонстрирован как на бумажном носителе, так и в электронной форме в виде файла.

Титульный лист отчета должен содержать всю информацию, необходимую для однозначной идентификации автора работы. Для этого на титульном листе указывают название дисциплины, тему и номер работы, вариант задания, номер группы, фамилию и инициалы студента, должность, фамилию и инициалы преподавателя и т.п.

Контрольные вопросы

1. Назначение и принцип работы шифратора.
2. Поясните функционирование дешифратора и приведите его таблицу истинности.
3. Назначение и принцип работы мультиплексора.
4. Как функционирует демультимплексор?

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЧЕТЧИКОВ В СРЕДЕ *SIMULINK*

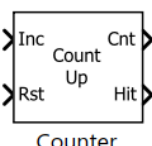
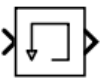
Цель работы:

1. Изучить характеристики и принципы функционирования суммирующего счетчика с автосбросом, внешним сбросом, сбросом по *Hit*.

2. Изучить характеристики и принципы функционирования вычитающего счетчика с автосбросом, внешним сбросом, сбросом по *Hit*.

В таблице 4.1 представлен блок счетчика, который при настраиваемых параметрах работает в различных режимах, а также местоположение блока памяти для счетчиков со сбросом по *Hit*.

4.1. Блок и параметры для выполнения заданий

Название блока	Расположение элемента	Настраиваемые параметры
 <p>Counter</p>	<p><i>Simulink/</i> <i>Signal Routing</i></p>	<p><i>Count:</i> <i>Up</i> – инкремент (для суммирующего счетчика) <i>Down</i> – декремент (для вычитающего счетчика) <i>Count event: Falling edge</i> <i>Maximum count: 10</i> – максимальное значение счетчика <i>Output: Count, Hit, Count and Hit</i> – выбор значения для вывода <i>Reset input</i> – флажок, чтобы включить порт <i>Rst</i></p>
 <p>Memory</p>	<p><i>Simulink/</i> <i>Discrete</i></p>	<p><i>Initial condition: 0</i></p>

Задание 1. Изучить характеристики и принцип функционирования суммирующего и вычитающего счетчиков с автосбросом. В параметрах счетчика указать его максимальное значение, например *Maximum count = 14*.

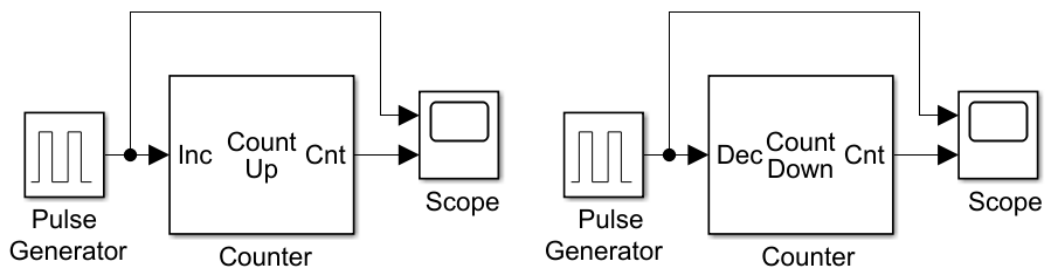


Рис. 4.1. Моделирование счетчиков с автосбросом

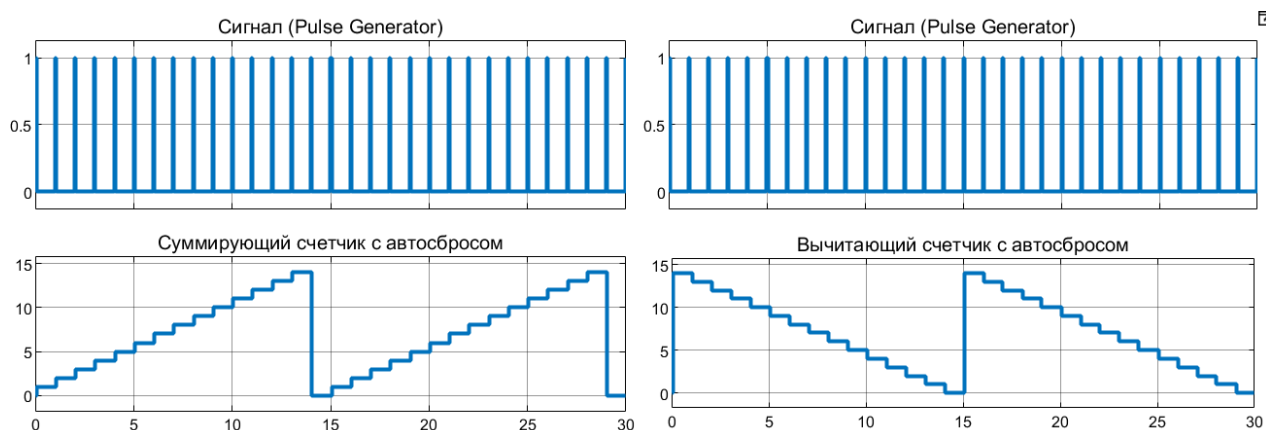


Рис. 4.2. Результат моделирования суммирующего и вычитающего счетчиков с автосбросом

Задание 2. Изучить характеристики и принцип функционирования суммирующего и вычитающего счетчиков с внешним сбросом. В параметрах счетчика указать его максимальное значение – *maximum count* = 10. Для генератора импульсов счета задать период, равный 0,5, длительность 1% от периода, а для генератора импульсов сброса задать период, который больше периода первого генератора в целое число раз (но не более *Max*).

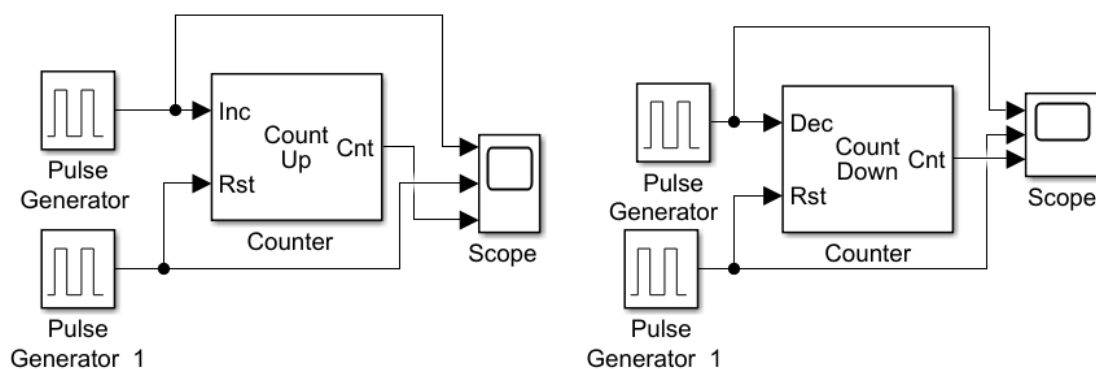


Рис. 4.3. Моделирование счетчиков с внешним сбросом

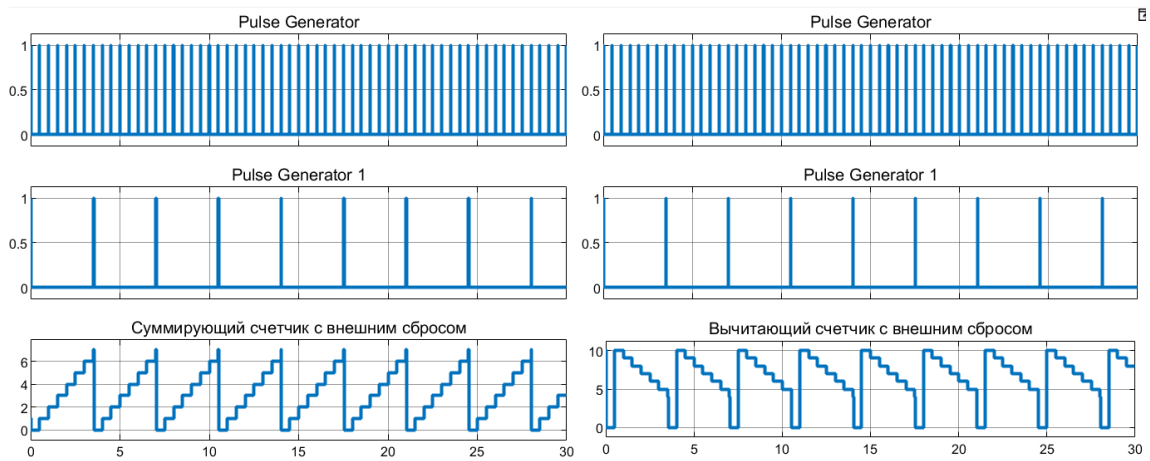


Рис. 4.4. Результат моделирования с внешним сбросом

Задание 3. Изучить характеристики и принцип функционирования суммирующего и вычитающего счетчиков со сбросом по *Hit*.

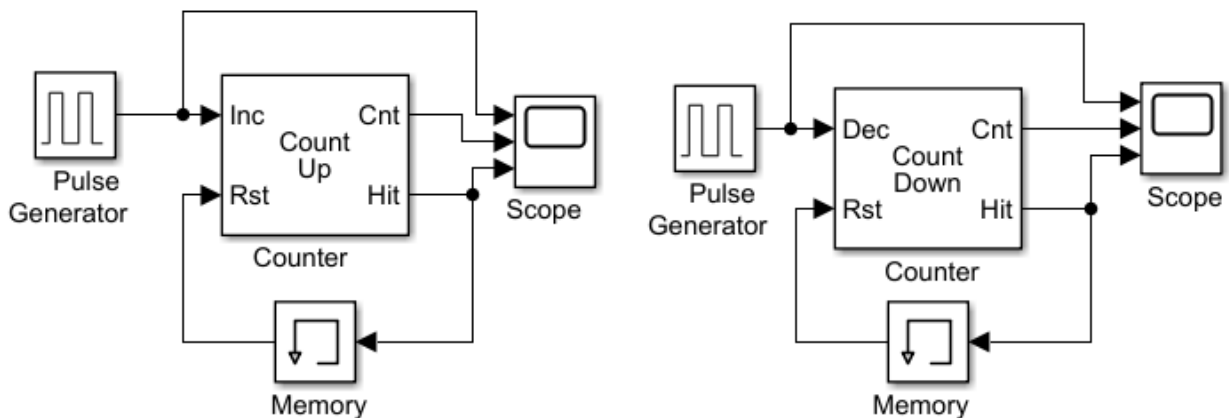


Рис. 4.5. Моделирование счетчиков со сбросом по *Hit*

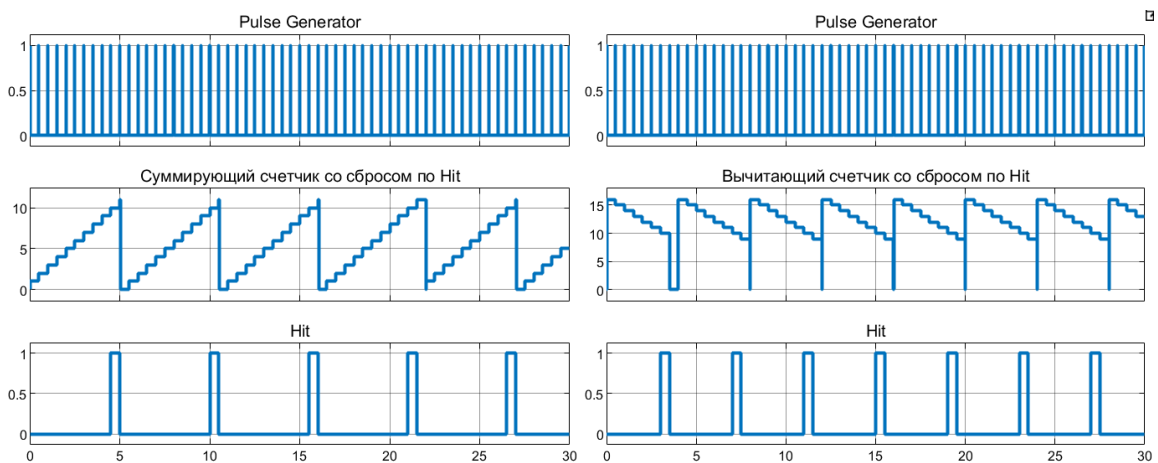


Рис. 4.6. Результат моделирования суммирующего и вычитающего счетчиков со сбросом по *Hit*

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Номер варианта	Направление	Тип сброса	<i>Max count</i>	<i>Hit</i>
1	Суммирование	Автомат	20	
	Вычитание	По <i>Hit</i>	7	4
2	Суммирование	Внешнее	9	
	Вычитание	Автомат	21	
3	Суммирование	По <i>Hit</i>	11	5
	Вычитание	Внешнее	14	
4	Суммирование	Автомат	7	
	Вычитание	Внешнее	11	
5	Суммирование	Внешнее	14	
	Вычитание	По <i>Hit</i>	18	10
6	Суммирование	По <i>Hit</i>	13	6
	Вычитание	Автомат	15	
7	Суммирование	Автомат	9	
	Вычитание	По <i>Hit</i>	14	7
8	Суммирование	Внешнее	18	
	Вычитание	Автомат	11	
9	Суммирование	По <i>Hit</i>	15	10
	Вычитание	Внешнее	11	
10	Суммирование	Автомат	14	
	Вычитание	Внешнее	12	
11	Суммирование	Внешнее	6	
	Вычитание	По <i>Hit</i>	15	8
12	Суммирование	По <i>Hit</i>	16	8
	Вычитание	Автомат	6	
13	Суммирование	Автомат	8	
	Вычитание	По <i>Hit</i>	13	9
14	Суммирование	Внешнее	12	
	Вычитание	Автомат	16	
15	Суммирование	По <i>Hit</i>	19	9
	Вычитание	Внешнее	22	

Требования к содержанию и оформлению отчета

Содержание отчета включает в себя цель выполнения лабораторной работы, порядок выполнения индивидуального задания в соответствии со своим порядковым номером в журнале и выводы по проделанной работе. Отчет должен быть продемонстрирован как на бумажном носителе, так и в электронной форме в виде файла.

Титульный лист отчета должен содержать всю информацию, необходимую для однозначной идентификации автора работы. Для этого на титульном листе указывают название дисциплины, тему и номер работы, вариант задания, номер группы, фамилию и инициалы студента, должность, фамилию и инициалы преподавателя и т.п.

Контрольные вопросы

1. Принцип работы суммирующего счетчика.
2. Назовите схемные отличия суммирующего и вычитающего счетчиков?
3. Как аппаратно реализуется счетчик с автосбросом?
4. Назовите характерные особенности счетчика с внешним сбросом.
5. Как функционирует счетчик со сбросом по *Hit*?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРИГГЕРОВ В СРЕДЕ *SIMULINK*

Цель работы: изучить характеристики и принципы функционирования следующих видов триггеров: *RS*, *D*, *D*-защелки, *JK*.

Задание 1. Изучить характеристики и принцип функционирования *RS*-триггера. Создание *RS*-триггера с помощью базовых блоков среды *Simulink*.

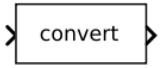
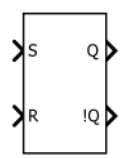
RS-триггер имеет два информационных входа: *S* (*Set* – установка) и *R* (*Reset* – сброс). В таблице 5.1 представлены переходы *SR*-триггера.

5.1. Таблица переходов *SR*-триггера

<i>S</i>	<i>R</i>	Выход <i>Q</i>	Инверсия <i>Q</i>	Режим
0	0	$Q(n - 1)$	Инверсия $Q(n - 1)$	Хранение
1	0	1	0	Запись 1
0	1	0	1	Сброс в 0
1	1	0	0	Запрет

При моделировании работы *RS*-триггера используются ранее изученные блоки: *Pulse Generator* – для формирования импульсных последовательностей и *Scope* – для отображения результатов. Для перебора всех возможных комбинаций значений 0 и 1 период генераторов импульсной последовательности должен отличаться в 2 раза, а ширина импульса должна составлять 50% от периода. *RS*-триггер представлен в среде *Simulink* базовым блоком *S-RFlip-Flop*, а для корректной работы необходим блок *Data Type Conversion*. Блоки и их параметры представлены в табл. 5.2.

5.2. Блоки и параметры для модели 1-го задания

Название блока	Расположение элемента	Настраиваемые параметры
 Data Type Conversion	<i>Simulink/Signal Attributes</i>	<i>Output data type: boolean</i> – тип выходных данных
 S-R Flip-Flop	<i>Simulink Extras/Flip-Flops</i>	<i>Initial condition (state of Q): 0</i> – начальное значение выхода <i>Q</i>

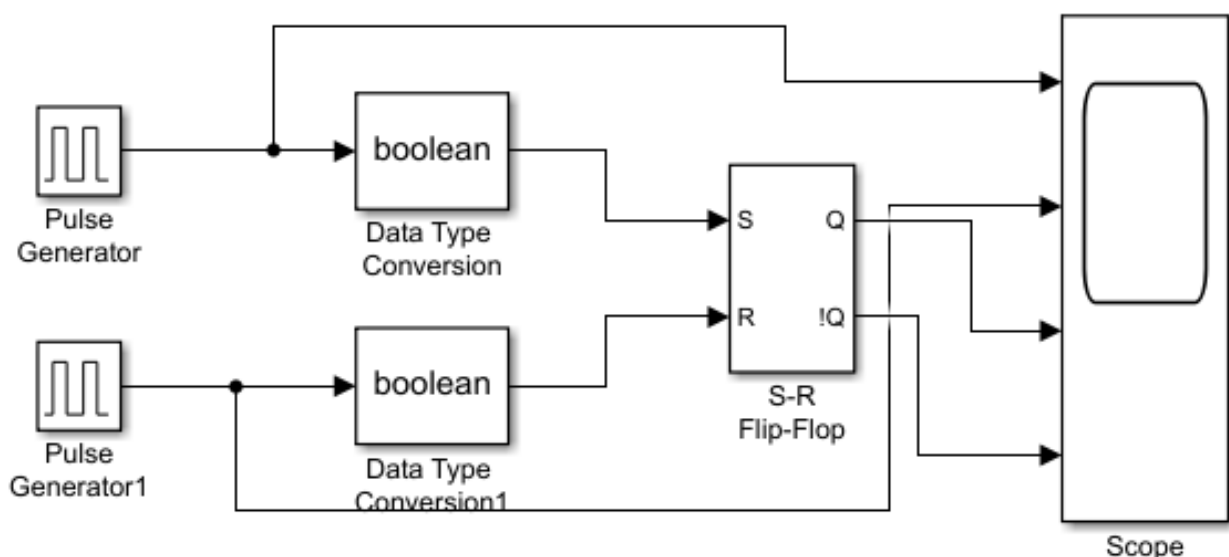


Рис. 5.1. Моделирование работы *RS*-триггера в среде *Simulink*

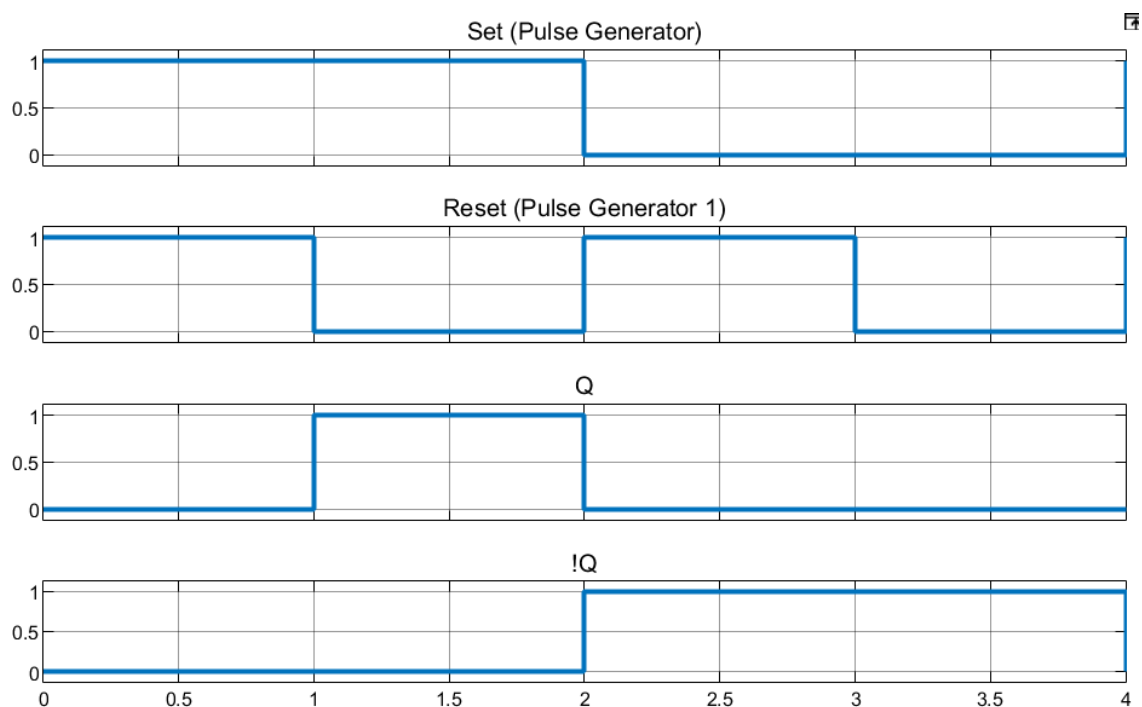


Рис. 5.2. Результат моделирования RS-триггера

Задание 2. Изучить характеристики и принцип функционирования *D*-триггера. Создание *D*-триггера с помощью базовых блоков среды *Simulink*.


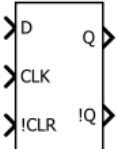
D-триггер имеет один информационный вход *D* (*Delay* – задержка или *Data* – данные), вход разрешения записи *!CLR* (означает – нет стирания *Clear*) и вход записи *CLK* (*Clock*). По значению *D* состояние триггера обновляется при *!CLR* = 1 по сигналу синхронизации *CLK* = 1.

5.3. Таблица переходов *D*-триггера

<i>C</i> (<i>!CLR</i>)	<i>D</i>	Выход <i>Q</i>	Режим
0	0	$Q(n - 1)$	Хранение
0	1	$Q(n - 1)$	Хранение
1	0	0	Сброс в 0
1	1	1	Запись <i>D</i>

Для демонстрации работы *D*-триггера необходимо настроить параметры двух блоков *Pulse Generator* и использовать блок *D*-триггера (*D Flip-Flop*) согласно табл. 5.4.

5.4. Блоки и параметры для модели 2-го задания

Название блока	Расположение элемента	Настраиваемые параметры				
			<i>Amplitude</i>	<i>Period</i>	<i>Pulse Width</i>	<i>Phase Delay</i>
 Pulse Generator	<i>Simulink/Sources</i>	<i>Pulse Generator</i>		8	50	1
		<i>Pulse Generator 1</i>	1	6		4
		<i>Pulse Generator 2</i>		2		1
 D Flip-Flop	<i>Simulink Extras/Flip-Flops</i>	<i>Initial condition (state of Q): 0</i>				

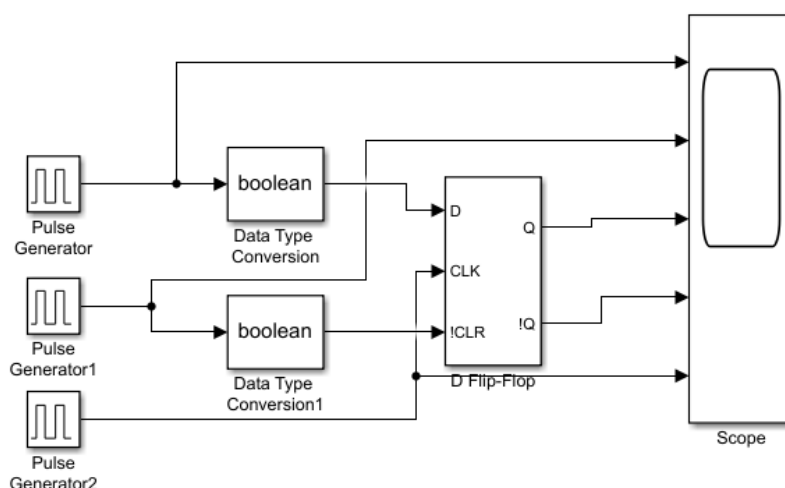


Рис. 5.3. Моделирование работы *D*-триггера в среде *Simulink*

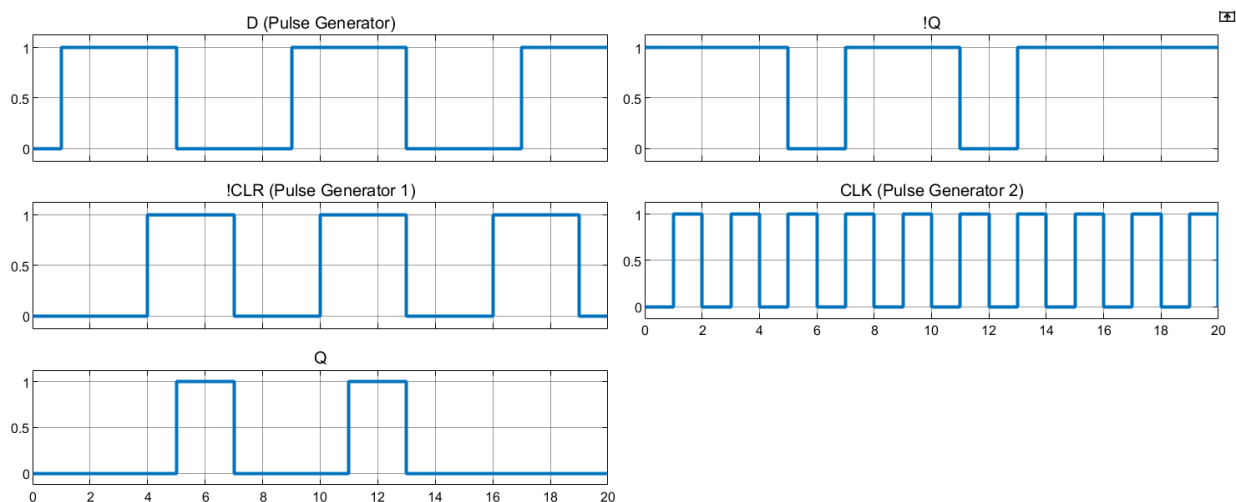


Рис. 5.4. Результат моделирования *D*-триггера

Задание 3. Изучить характеристики и принцип функционирования D -триггера типа «защелка». Создание D -триггера типа «защелка» с помощью базовых блоков среды *Simulink*.


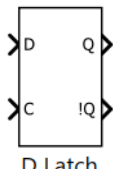
D -триггер типа «защелка» имеет один информационный вход D (*Delay* – задержка или *Data* – данные) и вход синхронизации C . Значение D запоминается по сигналу $C = 1$. Если $C = 0$, то D -триггер хранит предыдущее состояние. В таблице 5.5 представлены переходы для D -триггера типа «защелка».

5.5. Таблица переходов D -триггера типа «защелка»

C	D	Выход Q	Режим
0	0	$Q(n - 1)$	Хранение
0	1	$Q(n - 1)$	Хранение
1	0	0	Запись $D = 0$
1	1	1	Запись $D = 1$

Модель для демонстрации работы D -триггера типа «защелка» представлена на рис. 5.5, а блоки и параметры для корректной работы – в табл. 5.6.

5.6. Блоки и параметры для модели 3-го задания

Название блока	Расположение элемента	Настраиваемые параметры				
			<i>Amplitude</i>	<i>Period</i>	<i>Pulse Width</i>	<i>Phase Delay</i>
 Pulse Generator	<i>Simulink/ Sources</i>		1	4	50	0
		<i>Pulse Generator</i>		6	10	1
		<i>Pulse Generator 1</i>				
 D Latch	<i>Simulink Extras/ Flip-Flops</i>	<i>Initial condition (state of Q): 0</i>				

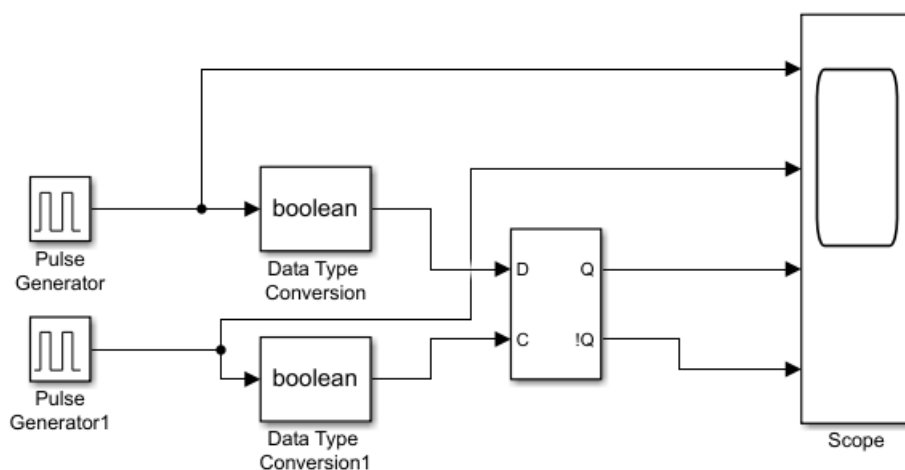


Рис. 5.5. Моделирование работы *D*-триггера типа «защелка» в среде *Simulink*

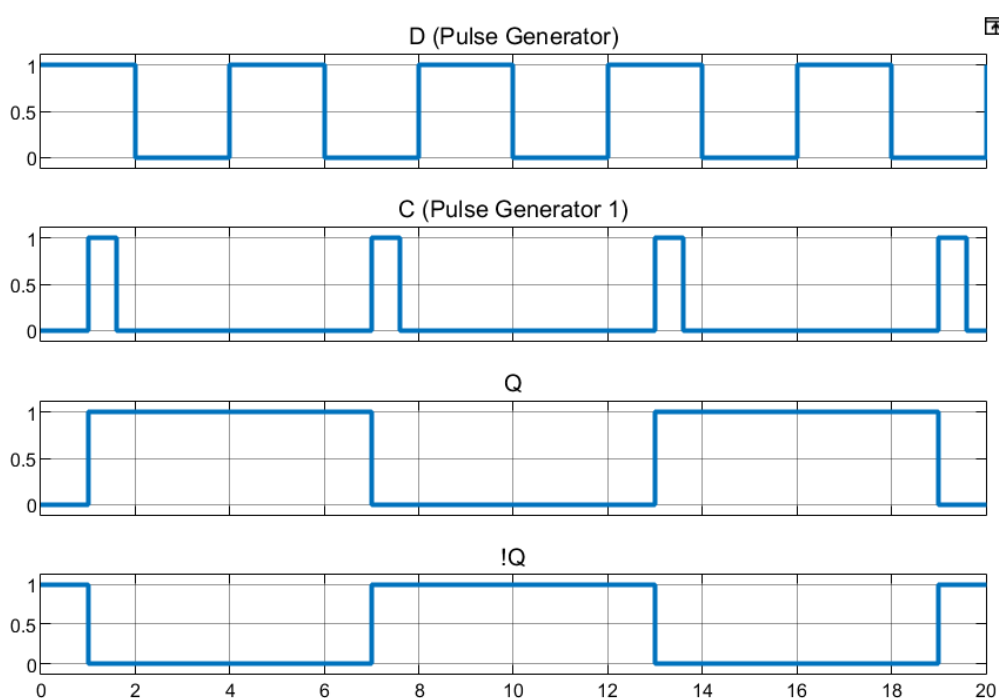


Рис. 5.6. Результат моделирования *D*-триггера типа «защелка»

Задание 4. Изучить характеристики и принцип функционирования *JK*-триггера, создание *JK*-триггера с помощью базовых блоков среды *Simulink*.


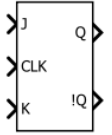
Синхронный *JK*-триггер имеет два информационных входа: *J* (*Jump* – прыжок) и *K* (*Kill* – убить), вход синхронизации *C* (*Clock*). Если $C = 0$, то триггер находится в режиме хранения. Когда $C = 1$, триггер работает как *SR*-триггер, за исключением $J = K = 1$. В этом случае происходит инверсия предыдущего состояния (режим счета). В таблице 5.7 представлены переходы для *JK*-триггера.

5.7. Таблица переходов JK-триггера

C	J	K	Выход Q	Режим
0	0	0	$Q(n - 1)$	Хранение
0	0	1	$Q(n - 1)$	Хранение
0	1	0	$Q(n - 1)$	Хранение
0	1	1	$Q(n-1)$	Хранение
1	0	0	Инверсия $Q(n - 1)$	Хранение
1	1	0	1	Запись 1
1	0	1	0	Сброс в 0
1	1	1	Инверсия $Q(n - 1)$	Счет

Блоки и параметры для корректной работы JK-триггера представлены в табл. 5.8.

5.8. Блоки и параметры для модели 4-го задания

Название блока	Расположение элемента	Настраиваемые параметры				
			<i>Amplitude</i>	<i>Period</i>	<i>Pulse Width</i>	<i>Phase Delay</i>
 Pulse Generator	<i>Simulink/Sources</i>	<i>Pulse Generator</i>	<i>1</i>	<i>8</i>	<i>50</i>	<i>1</i>
		<i>Pulse Generator 1</i>		<i>8</i>		<i>3</i>
		<i>Clock</i>		<i>1</i>		<i>0</i>
 J-K Flip-Flop	<i>Simulink Extras/Flip-Flops</i>	<i>Initial condition (state of Q): 0</i>				

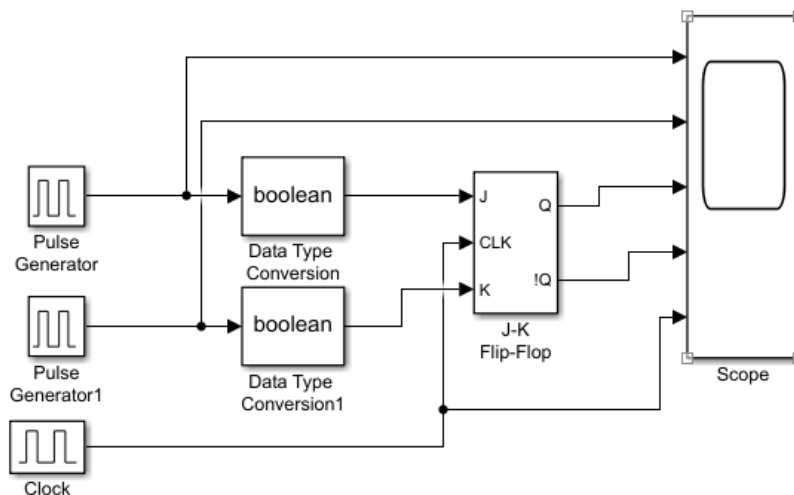


Рис. 5.7. Моделирование работы JK-триггера в среде *Simulink*

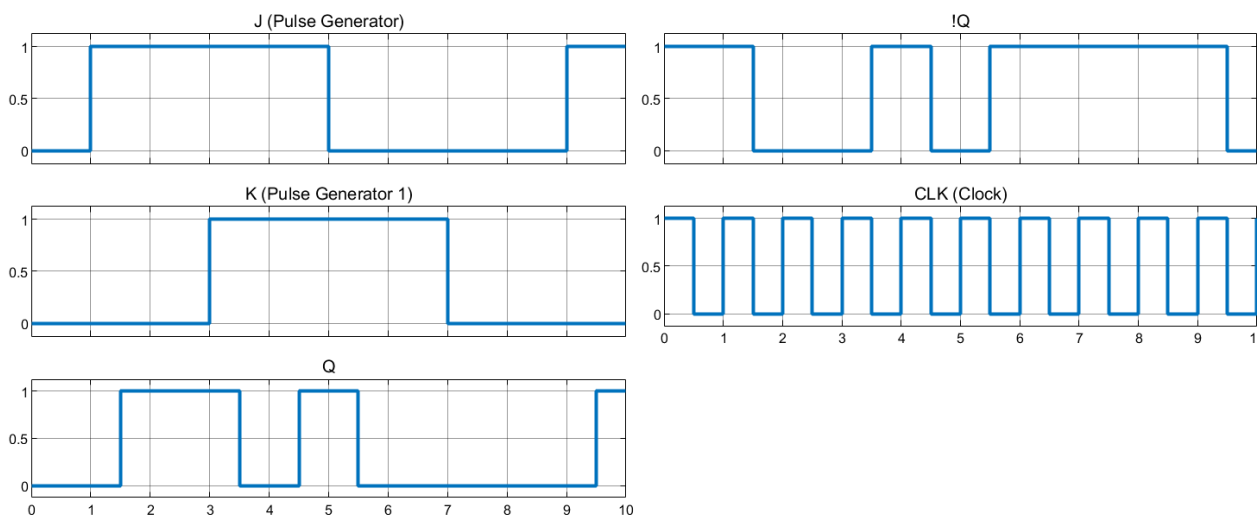


Рис. 5.8. Результат моделирования *JK*-триггера

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Номер варианта	Модель 1	Модель 2
1	<i>D</i>	<i>JK</i>
2	<i>D</i>	<i>RS</i>
3	<i>D</i> -защелка	<i>JK</i>
4	<i>D</i> -защелка	<i>RS</i>
5	<i>JK</i>	<i>RS</i>
6	<i>JK</i>	<i>D</i>
7	<i>JK</i>	<i>D</i> -защелка
8	<i>RS</i>	<i>JK</i>
9	<i>RS</i>	<i>D</i>
10	<i>RS</i>	<i>D</i> -защелка
11	<i>D</i> -защелка	<i>RS</i>
12	<i>D</i> -защелка	<i>JK</i>
13	<i>RS</i>	<i>JK</i>
14	<i>RS</i>	<i>D</i>
15	<i>JK</i>	<i>D</i>

Требования к содержанию и оформлению отчета

Содержание отчета включает в себя цель выполнения лабораторной работы, порядок выполнения индивидуального задания в соответствии со своим порядковым номером в журнале и выводы по проделанной работе. Отчет должен быть продемонстрирован как на бумажном носителе, так и в электронной форме в виде файла.

Титульный лист отчета должен содержать всю информацию, необходимую для однозначной идентификации автора работы. Для этого на титульном листе указывают название дисциплины, тему и номер работы, вариант задания, номер группы, фамилию и инициалы студента, должность, фамилию и инициалы преподавателя и т.п.

Контрольные вопросы

1. Что такое триггер? Назовите разновидности триггеров и их назначение.
2. Принцип работы *RS*-триггера. Запишите таблицу истинности.
3. Как функционирует *D*-триггер? В каких целях используют *D*-триггер?
4. Как работает *JK*-триггер? Запишите таблицу истинности.
5. Особенности счетного *T*-триггера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Орлов, С. А. Организация ЭВМ и систем : учебник для вузов / С. А. Орлов, Б. Я. Цилькер. – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2011. – 688 с.
2. Таненбаум, Э. Архитектура компьютера / Э. Таненбаум, Т. Остин. – 6-е изд. – СПб. : Питер, 2013. – 816 с.
3. Берикашвили, В. Ш. Электроника и микроэлектроника: импульсная и цифровая электроника : учебное пособие / В. Ш. Берикашвили. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Изд-во «Юрайт», 2018. – 242 с.
4. Фомин, Д. В. Основы компьютерной электроники : учебное пособие / Д. В. Фомин. – Изд. 2-е, стер. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2019. – 108 с.
5. Черных, И. В. Моделирование электротехнических устройств в Matlab, Sim Power Systems и Simulink / И. В. Черных.– М. : ДМК Пресс ; СПб. : Питер, 2008. – 288 с.
6. Солонина, А. И. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в Simulink / А. И. Солонина. – СПб. : БХВ-Петербург, 2012. – 432 с.

Учебное электронное издание

ОРГАНИЗАЦИЯ ЭВМ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Методические указания

Составители:

ЯКОВЛЕВ Алексей Вячеславович
ФУРЦОВА Арина Викторовна

Редактор Л. В. Комбарова
Графический и мультимедийный дизайнер Т. Ю. Зотова
Обложка, упаковка, тиражирование Л. В. Комбаровой

Подписано к использованию 13.05.2024.

Тираж 50 шт. Заказ № 62

Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106, к. 14.
Тел./факс (4752) 63-81-08.
E-mail: izdatelstvo@tstu.ru