

Министерство образования и науки Российской Федерации
Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина
Кафедра информационно-измерительных систем

И.С. Ступак

Методические указания к выполнению курсового проекта
“Моделирование ИИС с временным разделением каналов”

Для студентов направления 12.03.01 “Приборостроение”.

Москва, 2015

Курсовая работа нацелена на дальнейшее приобретение навыков компьютерного системотехнического моделирования с использованием пакета MATLAB-SIMULINK. и является продолжением разработки, выполненной в рамках лабораторной работы по моделированию объекта исследования.

Введение

В рамках курсовой работы выполняется моделирование ИИС с временным разделением каналов. В задачу входит:

- моделирование коммутатора каналов;
- моделирование фильтров восстановления;
- построение модели ИИС и модельный эксперимент.

В Приложении приведены различные варианты исходных данных.

1. Общие положения

Итогом курсовой работы является модель функциональной схемы ИИС с временным разделением каналов и результат модельного эксперимента, а именно:

- проверка функционирования разработанной модели;
- построение зависимости абсолютной погрешности от частоты коммутации каналов;

2. Теоретическая часть.

2.1. Понятие о моделях объектов исследования

К объектам исследования в общем случае можно отнести различные явления, процессы, системы. Среди последних нас будут интересовать системы, создаваемые человеком. К ним, например, относятся технологические или технические системы, которые мы и будем рассматривать как объекты исследования.

При создании измерительных систем, предназначенных для контроля параметров объекта исследования, необходимы испытания систем на соответствие заданным техническим условиям.

Проведение натурных испытаний, особенно на начальном этапе проектирования, часто затруднительно или нецелесообразно. В этих случаях объект исследования и проектируемая система заменяется математическими (компьютерными) моделями, над которыми и выполняют модельные эксперименты.

Математической моделью объекта исследования назовем формализованное описание, отражающее поведение исследуемого объекта в соответствии с техническими условиями.

К техническим условиям, например, могут относиться:

- структура объекта
- алгоритм функционирования;
- свойства отдельных компонент;
- характер и диапазоны изменения параметров;
- заданная точность;
- и др.

На рис.1. приведена математическая модель объекта исследования в обобщенном виде.

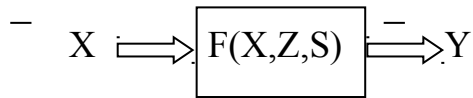


Рис.1. Обобщенная математическая модель объекта исследования, где

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ - вектор входных воздействий;

$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$ - вектор выходных реакций;

$S = \{s_0, s_1, \dots, s_q\}$ - множество технических состояний;

$Z = \{z_1, z_2, \dots, z_p\}$ - множество внутренних рабочих состояний.

Разновидностями ее могут быть, например, объекты комбинационного типа (рис.2), когда значения выходных параметров для определенных технических состояний зависят только от значений входных величин.

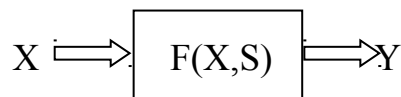


Рис.2. Модель объекта комбинационного типа

В случае технологических объектов возможно использование другой модели (рис.3), когда значения выходных параметров определяются, например, только внутренними рабочими и техническими состояниями.

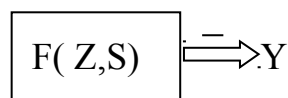


Рис.3. Модель технологического объекта.

В качестве моделей технологических объектов контроля и диагностики может использоваться модель, показанная на рис 4.

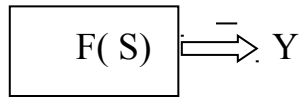


Рис.4. Модель технологического объекта контроля и диагностики.

2.2. Моделирование объектов исследования средствами MATLAB-SIMULINK.

Моделирование проводится в несколько этапов.

На первом создаются источники случайных функций, являющиеся моделями технологических параметров объекта, измеряемых с помощью датчиков. В качестве технологических параметров могут выступать: температура, давление, расход и т.д.

В MATLAB-SIMULINK нет модулей, специально формирующих случайные функции, но их можно создать на основе существующих модулей. На рис.5. приведена структурная схема генератора случайных функций, содержащая всего лишь два модуля: генератор случайных чисел (Random Number) и интегратор (Integrator).

Работа устройства может быть показана следующим образом. На рис.6. показана диаграмма, иллюстрирующая генерацию случайных чисел модулем Random Number на каждом шаге моделирования

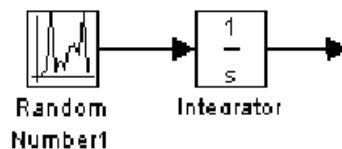


Рис.5. Структурная схема генератора случайных функций.

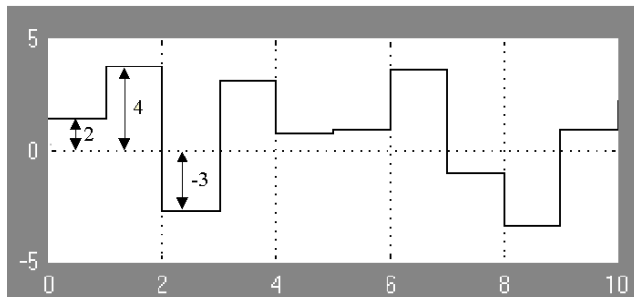


Рис.6. Временная диаграмма работы генератора случайных чисел.

Следующий модуль осуществляет непрерывное интегрирование на каждом шаге моделирования. В результате на выходе получают непрерывную (рис.7.) случайную функцию.

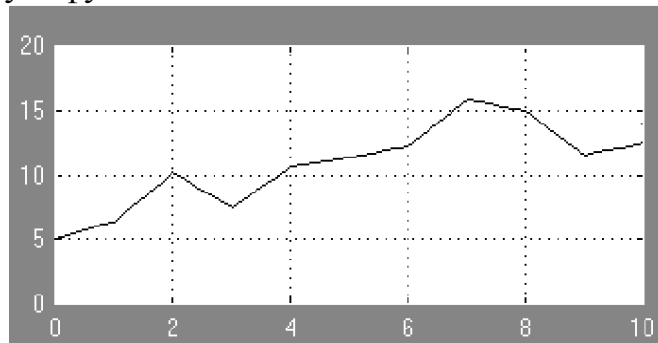


Рис.7. Вид случайной функции на выходе интегратора

Вид случайной функции в основном определяется параметрами, задаваемыми в окне настройки модуля Random Number (рис.8.) .

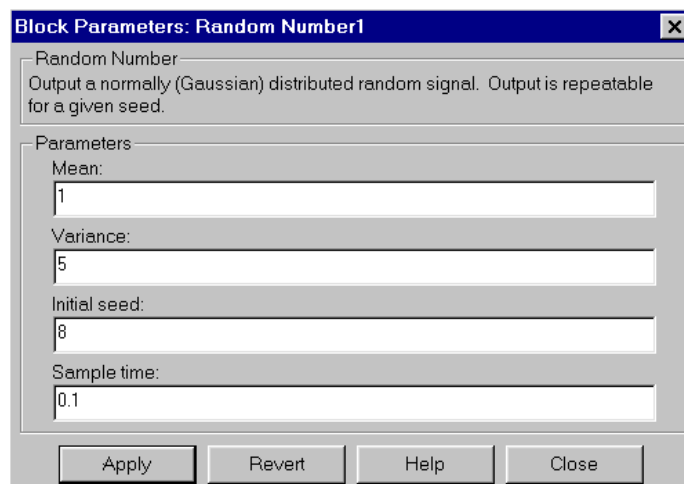


Рис.8. Вид окна настройки параметров модуля Random Number.

Первые два параметра Main и Variance (Среднее и Дисперсия) –параметры нормального закона распределения.

Initiale seed- начальные значения для инициализации генератора.

Sample time - шаг моделирования.

В окне настройки модуля Integrator (рис.9.) задают следующие параметры:

External reset (внешняя установка) - none(отсутствует);

Initial condition source (источник начальных условий) – internal (внутренний);

Initial condition (начальные условия) – начальные значения интегрирования;

Upper saturation limit (верхний предел интегрирования) -inf (не ограничено);

Lower saturation limit (нижний предел интегрирования) - -inf.

Absolute tolerance (точность вычисления) - auto (автоматически).

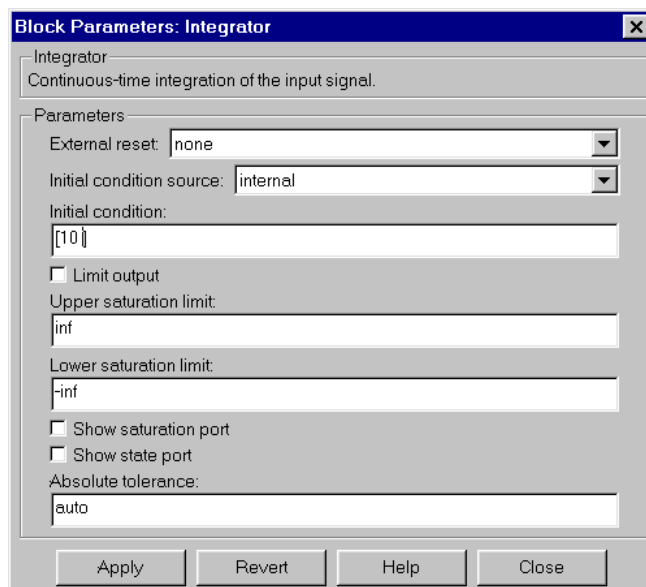


Рис.9. Вид окна настройки модуля Integrator.

Возможность векторного представления параметров модулей, позволяет с помощью одной и той же структуре создать многопараметрический объект исследования.

На рис.10 показана временная диаграмма случайных функций, полученных с помощью генератора, структурная схема которого приведена на рис.5. В качестве параметров модулей в этом случае использовались вектора с пятью компонентами, значения которых задавались независимо друг от друга.

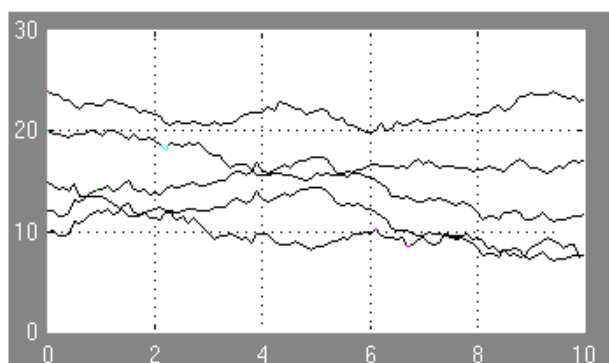


Рис. 10. Вид временных диаграмм случайных функций на выходе генератора.

2.3. Проектирование системы с программируемым выбором контролируемых параметров.

Включение в структуру устройства модуля Selector позволяет выбрать из всего множества доступных параметров выбрать те, которые следует контролировать. Окно настройки модуля Selector (рис.14.) имеет два поля для записи параметров модуля. В первом окне указывается номера компонент вектора, которые необходимо передать на выход модуля. Причем, они могут быть указаны в явном виде, как показано на рис.14., либо в неявном виде с помощью переменной, значения которой будут указываться в другом месте.

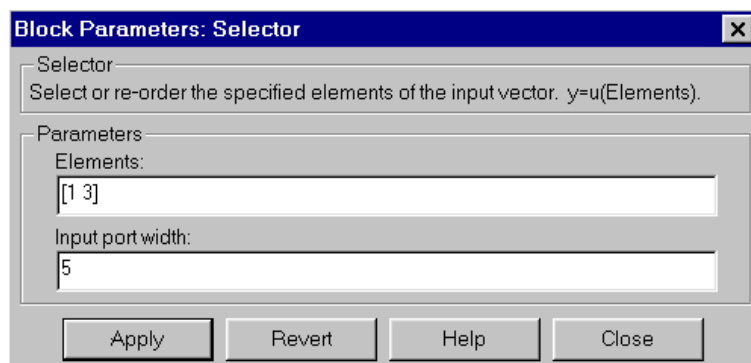


Рис.14. Окно настройки модуля Selector.

2.4. Разделение компонент вектора.

Контроль параметров на реальных объектах осуществляется, как правило, с помощью датчиков, имеющие отдельные выходы. Моделирование отдельных выходов для модели объекта исследования можно осуществить с помощью модуля Demux, предназначенного для разделения компонент вектора.

В окне настройки модуля Demux (рис.15) необходимо указать всего один параметр – число выходов. Следует иметь в виду, что оно должно совпадать с числом компонент вектора на входе модуля.

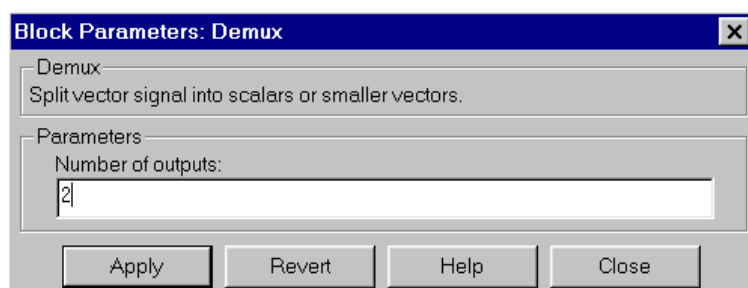


Рис.15 Окно настройки модуля Demux.

2.4. Создание модуля объекта исследования.

Создание такого модуля выполняется на основе разработанной структурной схемы методом получения маскированной подсистемы.

Маскированная подсистема (Masked Subsystem) — это такая подсистема, структура которой свернута в самостоятельный модуль, имеющий собственное диалоговое окно настройки параметров и, как правило, собственную иконку.

Маскированные системы обладает следующими достоинствами:

- обеспечивает повышение наглядности структурных схем;
- повышает защищенность модели от умышленной или неумышленной модификации;

- позволяет создавать более понятный интерфейс.

Создание маскированной подсистемы предполагает выполнение следующих действий:

- описание параметров подсистемы;
- определение способов изменения параметров;
- создание необходимых комментариев;
- создание собственной иконки подсистемы.

Все эти действия выполняются с помощью Редактора Маски (Mask Editor). На структурной схеме должна быть выделена та часть модулей со связями, которую необходимо включить в маскированную подсистему. Далее необходимо выбрать в меню пользователя (раздел Edit) команду Create Subsystem. После выполнения команды появляется изображения модуля (рис.11).

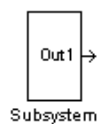


Рис.16. Вид модуля объекта исследования.

Маскирование модуля производится по команде Mask Subsystem. На рис.12 показано окно настройки параметров модуля Subsystem, имеющих три вкладки: Icon, Initializaion, Documentation

Первая из них предназначена для создания иконки подсистемы, вторая обеспечивает создание диалогового окна настройки параметров подсистемы, а третья позволяет добавлять в диалоговое окно подсистемы необходимые комментарии.

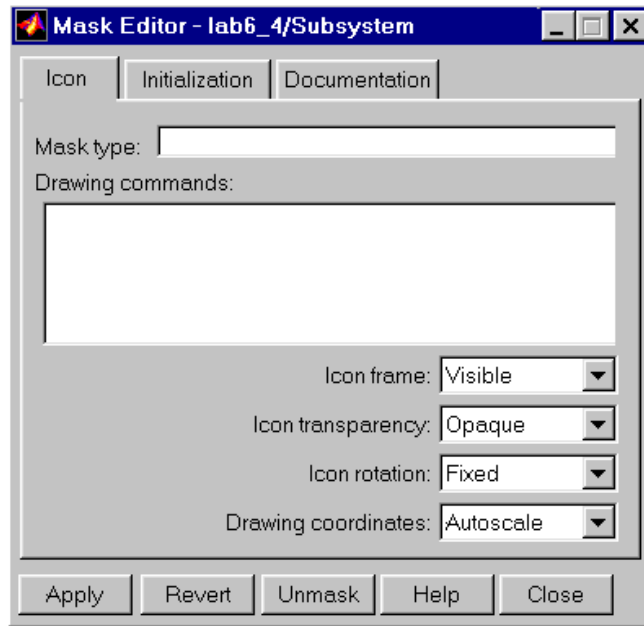


Рис.17. Окно настройки параметров модуля Subsystem.

В нижней части окна Редактора Маски расположены пять кнопок, которые являются общими для всех трех вкладок:

- **Apply** позволяет применить к маскируемой подсистеме опции, заданные на всех трех закладках;
- **Revert** обеспечивает восстановление тех значений параметров маски, которые были установлены на момент открытия Редактора;
- **Unmask** позволяет «демаскировать» подсистему; при этом окно Редактора закрывается; параметры «снятой» маски запоминаются SIMULINK и могут быть восстановлены с помощью команды **Mask Subsystem** из раздела меню пользователя **Edit** (соответствующая подсистема должна быть выделена); после закрытия модели информация о маске теряется;
- **Help** открывает раздел документации в формате **.html**, описывающий технологию маскирования подсистем;
- **Close** работает так же, как и кнопка **Apply**, но дополнительно закрывает окно Редактора Маски.

Рассмотрим подробно лишь основной вкладыш **Initialization**. Он содержит следующие элементы:

1. Поле Mask type (Тип маски) — предназначено для указания типа (названия) создаваемой маскированной подсистемы;

2. Окно со списком параметров настройки подсистемы и 4-мя кнопками для слева:

- Add — добавить элемент списка;
- Delete — удалить элемент списка;
- Up — поднять элемент списка на одну строку вверх;
- Down — опустить элемент на одну строку вниз.

Для использования последних трех кнопок необходимо предварительно выделить строку в списке. Список может содержать не более 14 параметров.

3. Средства описания характеристик параметров подсистемы:

- строка редактирование Prompt (подсказка, пояснение); служит для ввода названия; допускается использовать русскоязычные названия, хотя в списке элементов они отображаются некорректно (требуется дополнительная настройка системных шрифтов);

- строка редактирования Variable (Переменная) предназначена для ввода имени (только из латинских букв и цифр) переменной, в которой будет храниться значение соответствующего параметра;

- выпадающее меню Control type (Тип управления) позволяет устанавливать способ ввода значения для каждого параметра.

4. Строка редактирования Popup strings (Строки выпадающего меню) служит для ввода пунктов выпадающего меню, используемого для выбора значений соответствующего параметра; становится доступной, когда этот параметр выбран в списке; вводимые в этой строке пункты меню должны быть разделены вертикальной чертой.

5 Область ввода Initialization commands (Команды инициализации), предназначенная для ввода списка команд инициализации маски.

3. Порядок выполнения работы

3.1. Моделирование множества случайных функций.

3.1.1.Собрать функциональную схему, приведенную на рис.18.

3.1.2.Двойным щелчком мыши по иконке модуля Random Number открыть окно настройки параметров. Установить вектора параметров в следующем порядке:

Main (Среднее) - [0.1 -0.2 -0.3 0.4 0.3]

Variance (Дисперсия) - [15 18 10 12 15]

Initiale seed (Начальные значения) - [15 18 10 12 15]

Sample time (Шаг моделирования) - 0.1

Нажав клавишу Apply (Применить), закрыть окно.

3.1.3. Открыть окно настройки параметров модуля Integrator и установить вектор параметров

Initial condition (Начальное условие) - [10 15 20 24 12]

Остальные параметры сохраняются по умолчанию.

Нажав клавишу Apply (Применить), закрыть окно.

Собранную схему с установленными параметрами запомнить в персональном файле типа mdl.

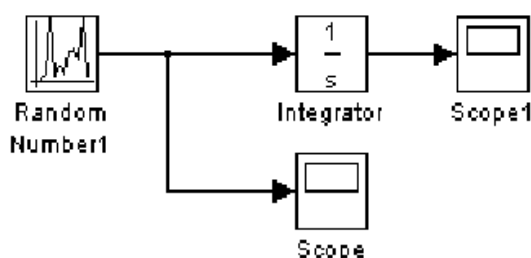


Рис.18. Схема испытания генератора случайных функций.

3.1.4. Предварительно открыв просмотрные окна Scope и Scope1 расположить рабочее окно на экране так, чтобы они не перекрывали друг друга (при необходимости можно изменить размер каждого из них).

Запустить собранную схему, нажав в рабочем окне кнопку Start .

По начальным условиям интегратора установить номера “датчиков” и цвета соответствующих кривых.

Результаты настройки и испытаний занести в отчет.

3.1. Создание модуля объекта исследования с программируемым выбором датчиков.

3.1.1. Собрать схему, показанную на рис.19. Выделить схему генератора, исключая три модуля Scope. В меню пользователя (раздел Edit) выбрать и применить команду Create Subsystem.

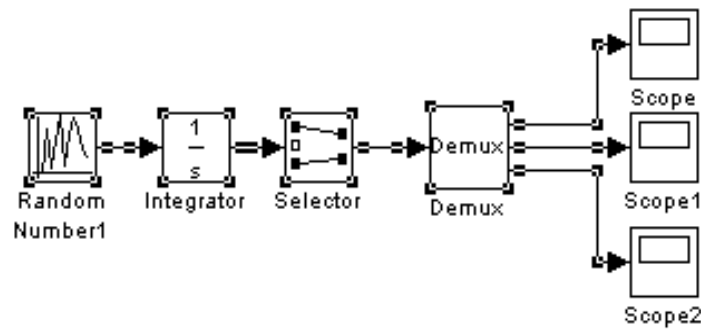


Рис.19. Структурная схема генератора .

3.1.2. В появившейся иконке (рис.20.) название в рамке Subsystem заменить методом редактирования на новое название “Объект исследования”

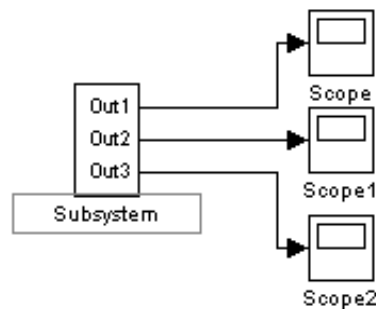


Рис.20. Вид модуля объекта исследования после преобразования.

3.1.3. Выделив модуль “Объект исследования”, применить команду маскирования, для чего в меню (раздел Edit) выбрать и применить команду Edit Mask.

В открывшемся окне на вкладке Icon в строке Mask type записать название Маскированный модуль, а в окне Drawing Commands выражение `disp('Y1\nY2\nY3')` .

На вкладке Initialization, нажав кнопку Add, добавить одну строку для записи.

В строку Prompt записать выражение Номера датчиков.

В строку Variable ввести переменную Y, связывающую конкретные параметры маскируемого модуля с модулем Selector.

Остальные данные оставить по умолчанию.

На вкладке Documentation в окно Block description записать выражение Формат записи "номера датчиков" - [1 2 3].

В каждом случае после записей необходимо нажимать кнопку Apply (Применить).

В результате настройки маскированный модуль должен принять вид , указанный на рис 21.

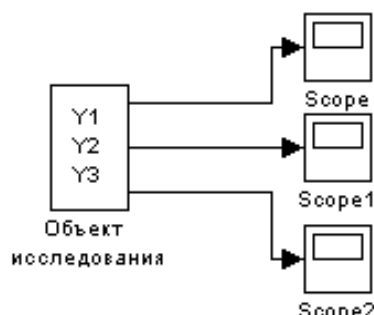


Рис.21. Вид модуля после маскирования.

Вид окна настройки маскированного модуля показан на рис.22.

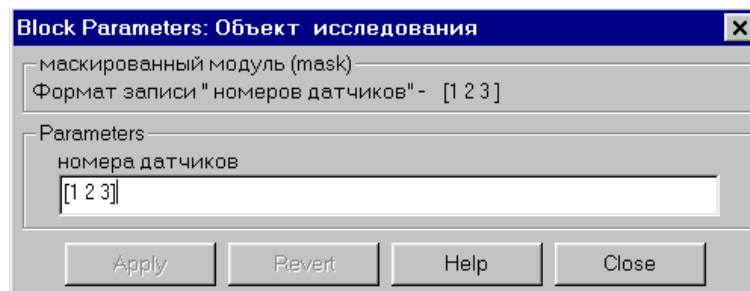


Рис.22. Вид окна настройки маскированного модуля.

3.1.4. Указать 3 любых из 5 номеров датчиков в окне настройки модуля «Объект исследования». Открыть просмотрные окна модулей Score и запустить схему на испытание.

3.2. Моделирование коммутатора каналов.

Так как пакет Matlab Simulink не содержит нелинейные модули, которые требуются для решения задачи построения модели коммутатора каналов, мы, используя имеющиеся модули построим две подсистемы — Подсистему Мультиплексирования и Демультимплексирования Podсистема Multiplexsor и Podсистема Demultiplexsor.

3.2.1. Построение Подсистемы Мультиплексирования.

Выбираем в библиотеке нелинейных модулей Multiport Switch. В настройках указать: 3 входных сигнала. Создадим подсистему Podсистема Multiplexsor. Для этого выделим Multiport Switch и выберем в контекстном меню Create Subsystem.

Выделив модуль Podсистема Multiplexsor, применяем команду маскирования, для чего в меню (раздел Edit) выбираем и применяем команду

Edit Mask.

В открывшемся окне на вкладке Documentation в строке Mask type записываем название Подсистема Мультиплексор, а в окне Icon выражение `disp('U\nY1\nY2\nY4')`.

На вкладке Parameters, нажав кнопку Add, добавить одну строку для записи.

В строку Prompt записать выражение Введите количество входных сигналов.

В строку Variable ввести переменную N, связывающую конкретные параметры маскируемого модуля с модулем Multiport Switch.

На вкладке Documentation в окно Block description записать выражение Формат записи: "входных сигналов" – 3.

Теперь, выделив Podсистема Multiplexor, вызовем контекстное меню и в настройках

Multiport Switch напишем: N входных сигналов (для осуществления связи с Podсистема Multiplexor).

3.2.2. Построение Подсистемы Демультплексирования.

Выбираем в библиотеке нелинейных модулей 3 модуля Multiport Switch. В настройках указать: 3 входных сигналов. Соединим входы так, как показано на рисунке 23.

Создадим подсистему Podсистема Demultiplexor. Для этого выделим 3 модуля Multiport Switch и выберем в контекстном меню Create Subsystem.

Выделив модуль Podсистема Demultiplexor, применяем команду маскирования, для чего в меню (раздел Edit) выбираем и применяем команду Edit Mask.

В открывшемся окне на вкладке Documentation в строке Mask type записываем название Подсистема Демультплексор, а в окне Icon выражение `disp('U\nY124\n')`.

На вкладке Parameters, нажав кнопку Add, добавить одну строку для

записи.

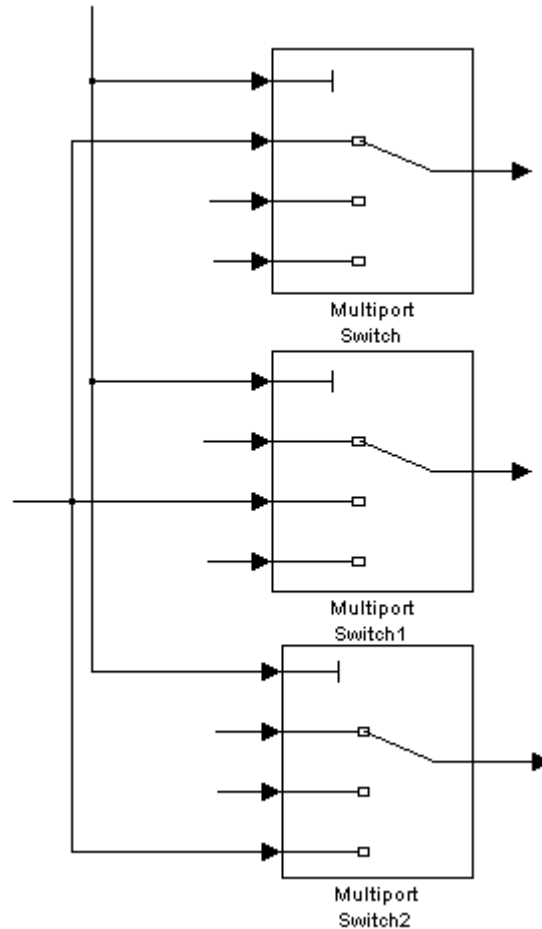


Рис. 23. Подсистема Демультплексирования

В строку Prompt записать выражение Введите количество входных сигналов.

В строку Variable ввести переменную M, связывающую конкретные параметры маскируемого модуля с модулем Multiport Switch.

На вкладке Documentation в окно Block description записать выражение Формат записи: "входных сигналов" – 2.

Теперь, выделив Podсистема Demultiplexor, вызовем контекстное меню и в настройках каждого из Multiport Switch напишем: (M+1) входных сигналов (для осуществления связи с Podсистема Demultiplexor).

3.2.3. Создание ступенчатого периодического сигнала управления.

В Командном Окне зададим $u=4$, где u – это период ступенчатого сигнала.
Соберем схему, как показано на рисунке 24.

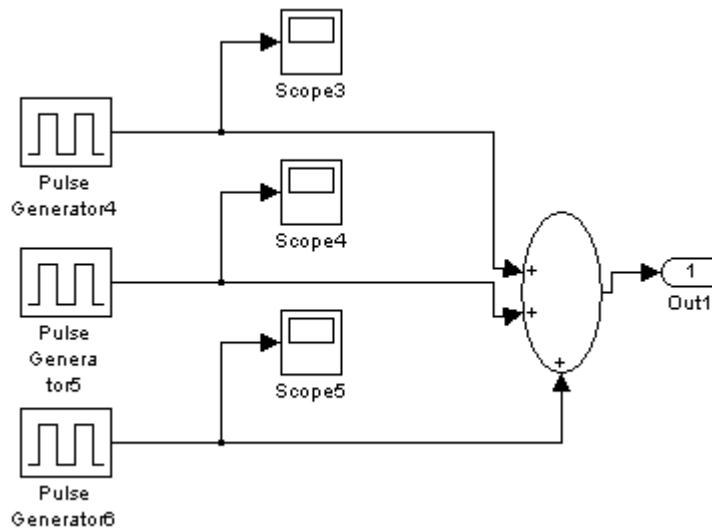


Рис. 24 Подсистема генерации ступенчатого сигнала управления

В настройках PulseGenerator укажем:

Amplitude:	1
Period (secs):	u
Pulse Width (% of period):	100/3
Phase delay (secs):	0

Рис. 25. Настройки PulseGenerator

На выходе сумматора мы получим ступенчатый периодический сигнал управления.

Создадим подсистему Control signal U. Для этого выделяем PulseGenerator 4, 5, 6; Scope 3, 4, 5 и Сумматор (Sum). В контекстном меню выбираем Create Subsystem.

Соберем полученную схему:

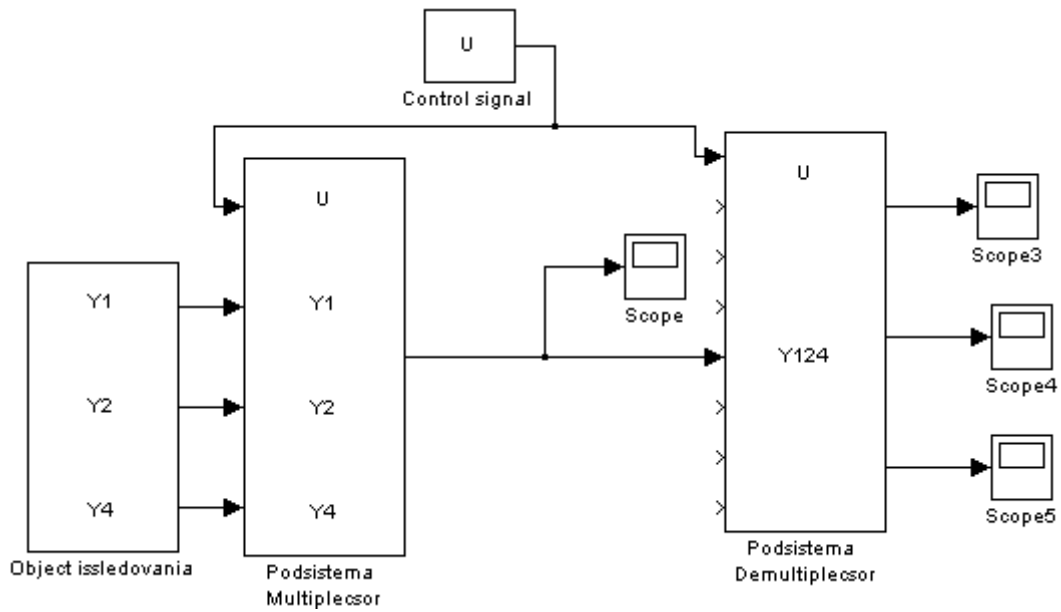


Рис. 26 Схема ИИС

3.3.1. Моделирование фильтров восстановления.

Соберем схему, как на рисунке 27.

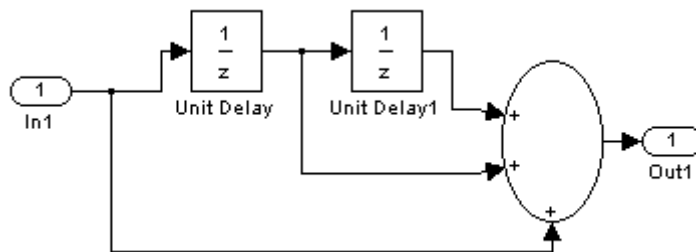


Рис. 27 Схема фильтра восстановление

Параметры Unit Delay и Unit Delay1 указаны на рис. 28.

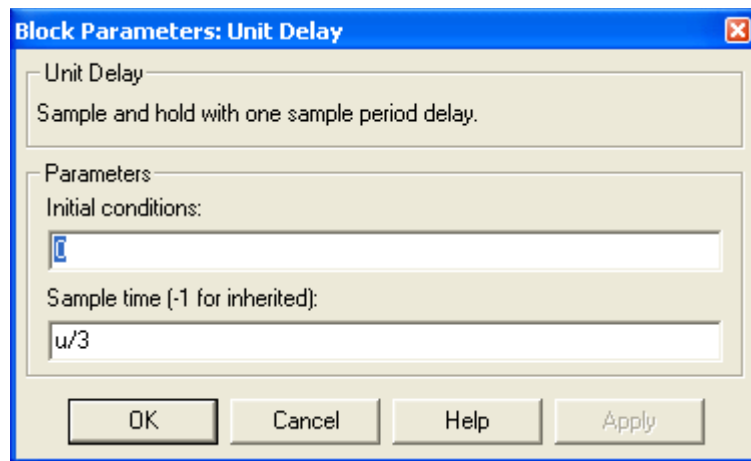


Рис. 28 Параметры Unit Delay

Объединим Unit Delay и Unit Delay1 вместе со связью от Y1' в отдельную подсистему Filtr signala.

Таким образом, на выходе сумматора сигнал будет задерживаться во вторую и третью часть периода u .

4. Построение зависимости абсолютной погрешности от частоты коммутации каналов.

Соберем схему: сигнал на выходе из фильтра восстановления и сигнал с объекта исследования подаем на сумматор, один из входов которого заменим на “-“, и поставим нелинейный модуль Abs, который возвращает модуль входной величины.

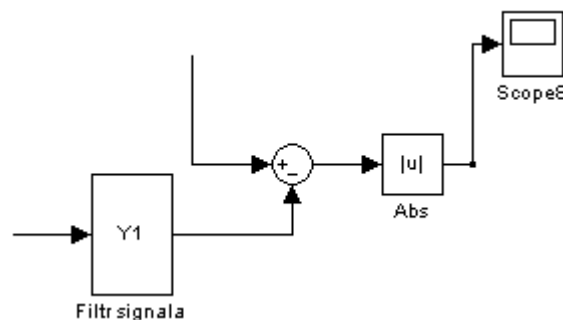


Рис. 29 Схема вычисления абсолютной погрешности

Также можно наглядно посмотреть, как сигнал с объекта исследования отличается от восстановленного. Для этого пропустим эти два сигнала через мультиплексор (рис. 30)

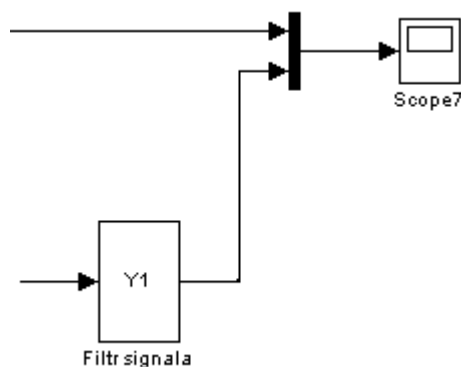


Рис. 30 Сравнение сигнала с объекта исследования и восстановленного сигнала.

Исследовательская часть

Проведем эксперимент: задавая различные значения ω – периода управляющего сигнала – мы получим разные восстановленные сигналы. Необходимо выполнить исследование зависимости восстановленного сигнала и сигнала с объекта исследования.

Для выполнения оценки необходимо для различных ω (в пределах от 0,1 до 10) получить значения абсолютной погрешности по каждому значению сигнала.

Полученные значения перенести в Excel где и выполнить обработку.

При мечение: Оценку погрешности производить только по одному (начальному) номеру канала. Значение глобальной переменной задавать кратным двум.

Требования к оформлению курсовой работы

Пояснительная записка к курсовой работе должна содержать краткую теоретическую часть, последовательное описание выбора компонентов, принципа их работы и настройки, описание функциональных схем узлов, измерительных схем, условий и результатов моделирования.

Описание выполняется в электронном виде с соблюдением всех стандартов оформления.

Приложение

Таблица 1. Варианты задания на курсовую работу

№ варианта	Количество каналов	Номера каналов
1	2	2,1
2	2	3,1
3	2	4,1
4	2	5,1
5	2	3,2
6	2	4,2
7	2	5,2
8	2	1,2
9	2	1,3
10	2	1,4
11	2	1,5
12	3	2,3,5
13	3	2,4,5
14	3	1,2,3
15	3	1,2,4
16	3	1,2,5
17	3	2,3,4
18	3	2,4,5
19	3	3,4,5
20	3	3,2,1
21	3	4,2,1
22	3	5,2,1
23	3	3,4,1
24	3	3,5,1
25	3	4,3,1