



**ЭКСПОНЕНТА**  
ЦЕНТР ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
И МОДЕЛИРОВАНИЯ

VII ВСЕРОССИЙСКАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ

# Отработка методики испытаний САУ самолета с использованием инструментов технологии МОП Matlab/Simulink



Павел Громов  
Инженер - конструктор З  
категории  
ПАО «Ил»

# Активные проекты ПАО «Ил»

Дальнемагистральный широкофюзеляжный самолет Ил-96-400М



Турбовинтовой региональный самолет Ил-114-300



Легкий военно-транспортный самолет Ил-112В



Магистральный транспортный самолет Ил-76ТД-90А



Средний военно-транспортный самолет Ил-276



## Описание проекта

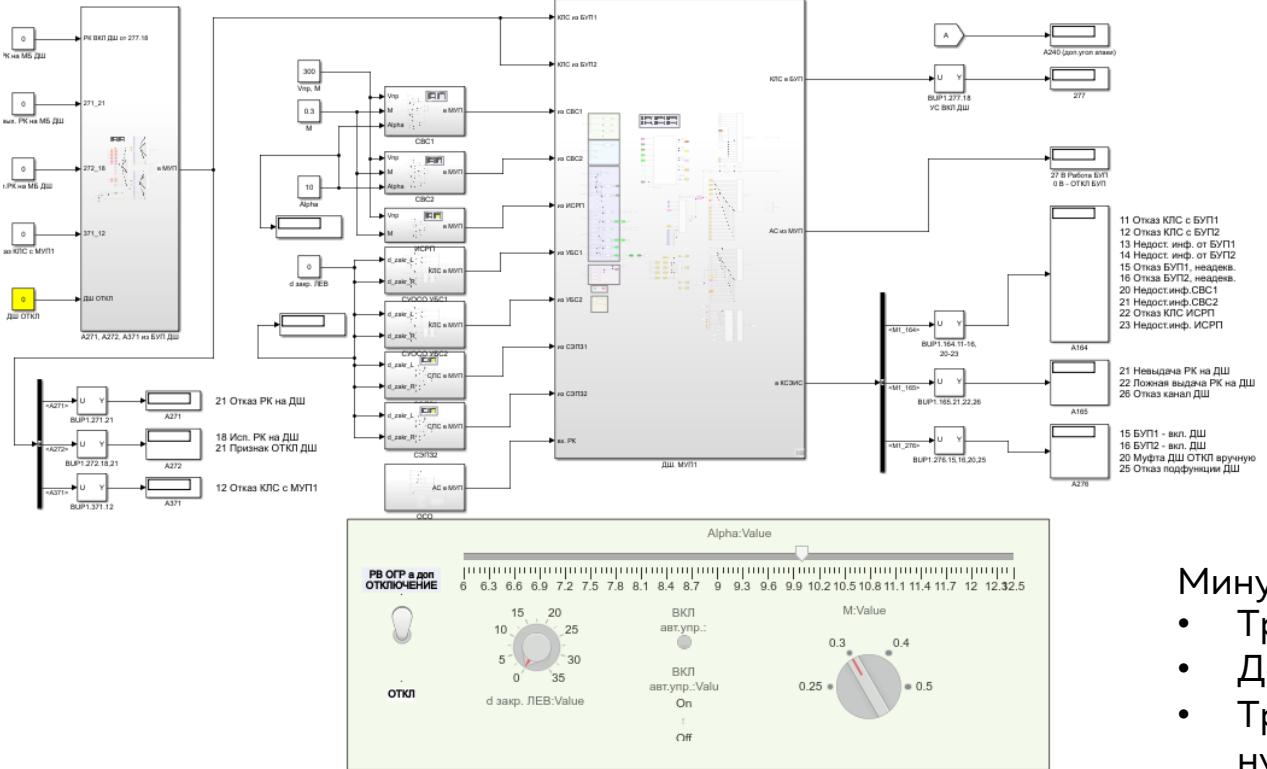
1. Создание функциональной модели системы с трассировкой требований назначения системы к нормативным документам

Состав системы:

- Блок вычислителей – 2 штуки;
- Модуль управления – 4 штуки.

2. Разработка тестов по контрольным примерам испытаний и тестирование функциональной модели по методике испытаний

# Традиционный подход



Тестирование системы при  
помощи стандартных библиотек  
Simulink

**[S\_23143a2]**  
Недостоверность  
вх.данных о закр.  
п.2.3.1.4.3.а).2)

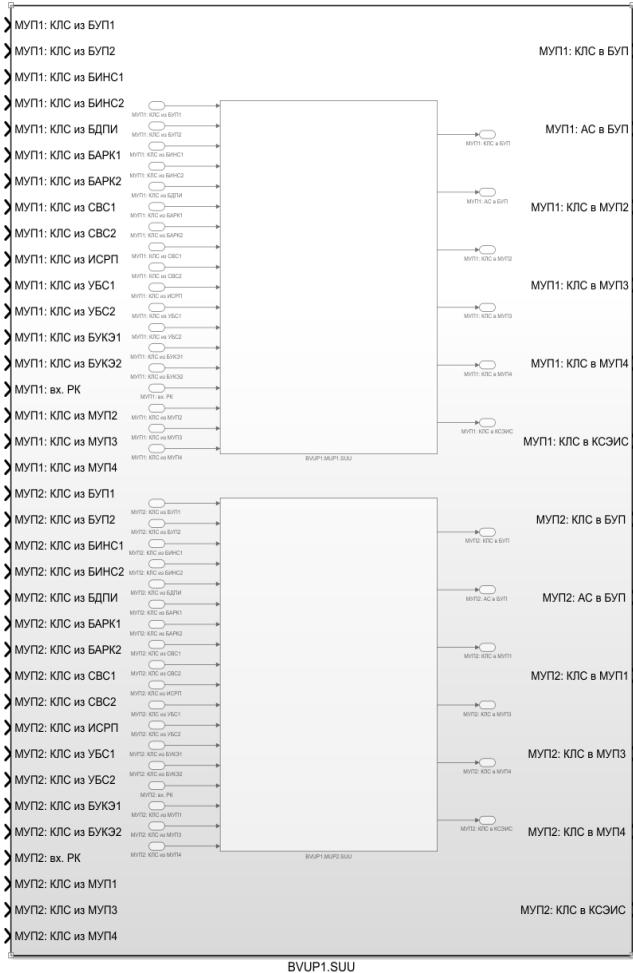
In1 Out1  
Проверка уст.сигнала  
[9] п. 2.3.1.4.1

Традиционные  
аннотации  
требований к блокам

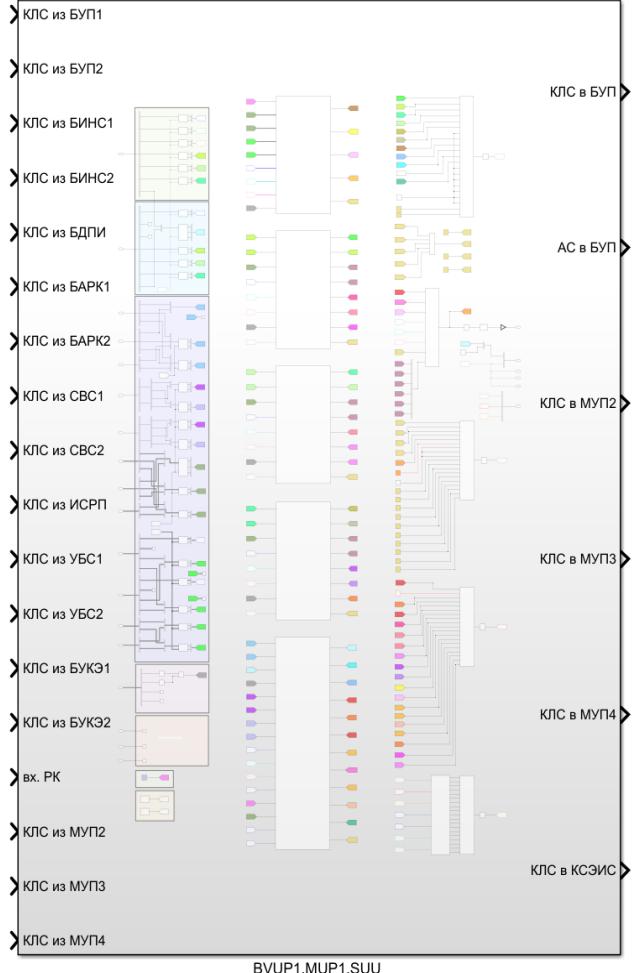
## Минусы:

- Трудно найти необходимый элемент в модели;
- Довольно трудоемкий и времязатратный процесс;
- Трудно отследить изменения, обновления требований, а также нумерацию документов.

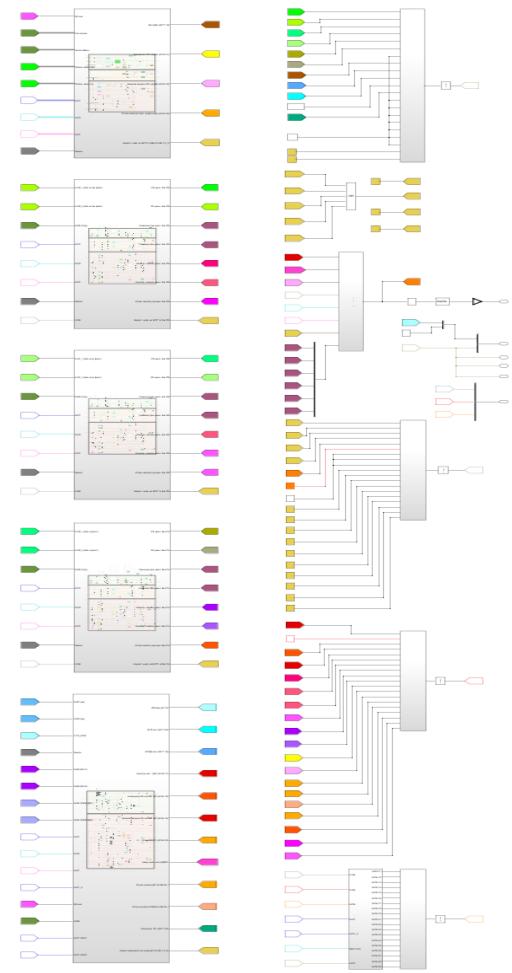
# Моделирование вычислительной части



Блок вычислителей



Модуль управления



# Трассировка требований

Инструменты :

- Simulink Requirements

Иерархия требования



Создание и импортирование исходного  
файла требований

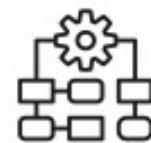
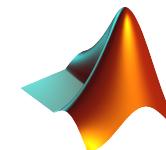


Требования



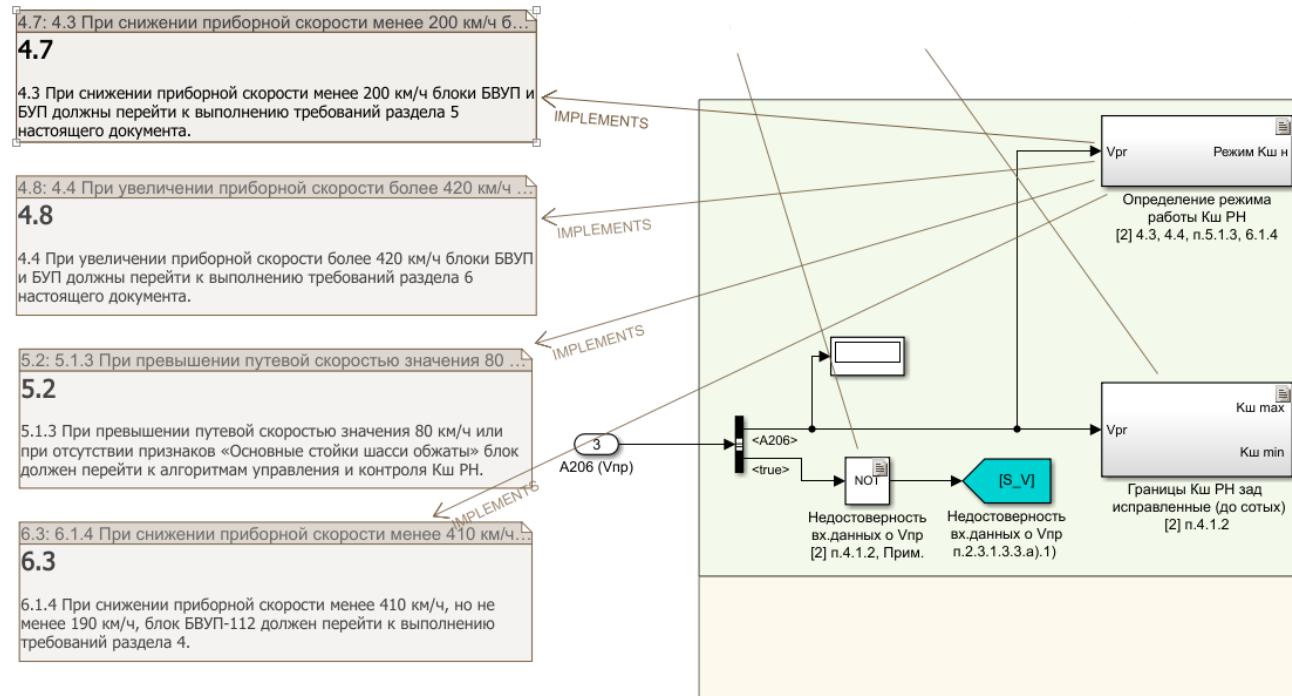
Обобщение требований  
в текстовом документе

Импортирование в  
Requirement Editor



Привязка требований  
к элементам модели

# Трассировка требований к блокам модели



Аннотации требований привязанных к блоку модели

**Requirements Editor**

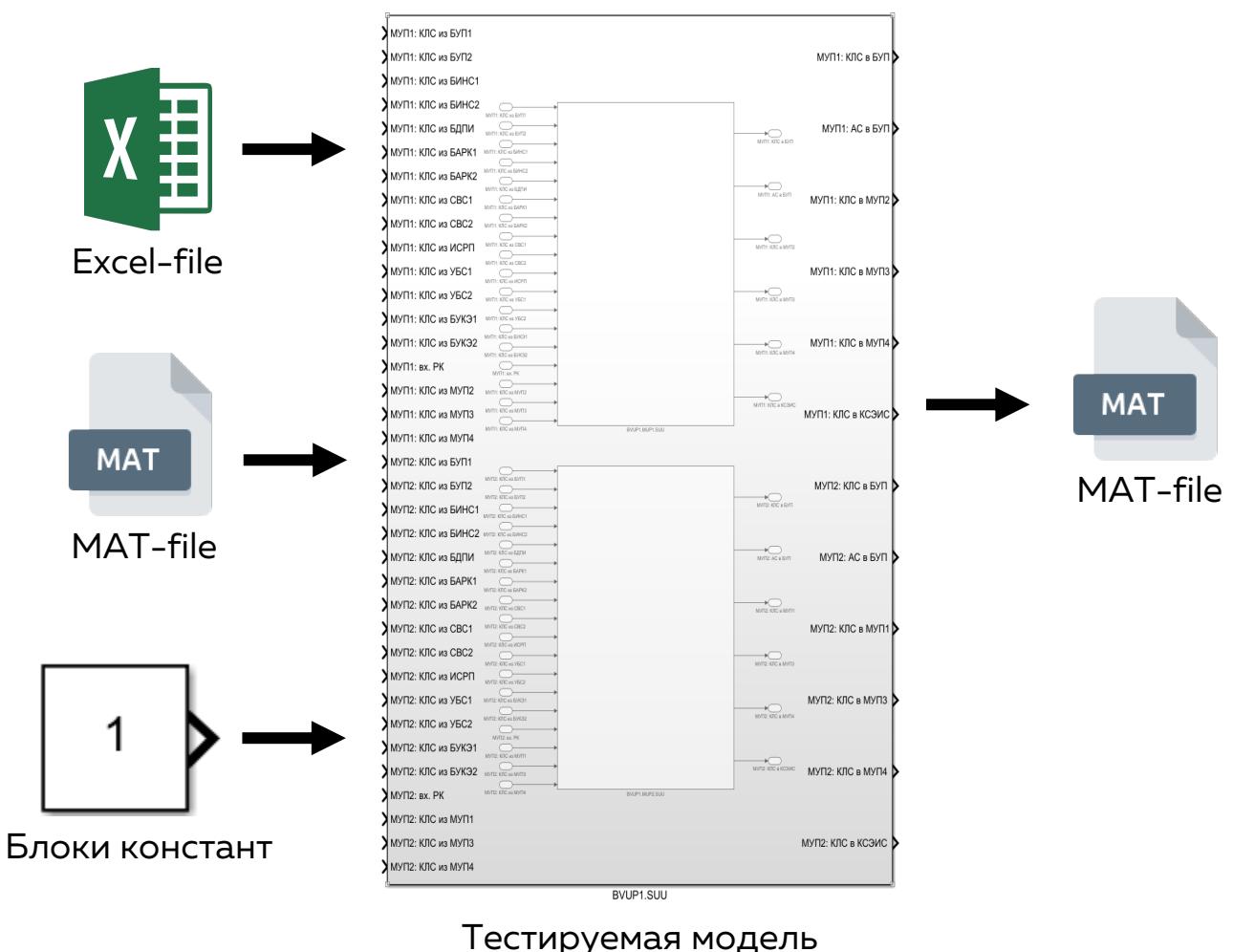
Index	ID	Summary	Implemented	Verified
Import1	Требования документа	References to Требования документа...		
Import1 > 1	bookmark2	Требования к алгоритмам формир...		
Import1 > 2	2 Требования к алгоритмам формир...	Требования к алгоритмам формир...		
Import1 > 3	3 Требования к алгоритмам формир...	Требования к алгоритмам формир...		
Import1 > 4	4 Описание логики формирования в...	Описание логики формирования вы...		
Import2	Требования к алгоритмам КШ РН	References to Требования к алгорит...		
Import2 > 1	bookmark2	Требования к алгоритмам формир...		
Import2 > 1.1	1.1	1.1.2 Формирование заданных гран...		
Import2 > 1.2	1.2	1.1.4 Формирование и выдача упра...		
Import2 > 1.3	1.3	1.1.5 При выдаче ДС по п. 1.1.4 - ко...		
Import2 > 1.4	1.4	1.1.6 Прекращение выдачи ДС посл...		
Import2 > 1.5	1.5	1.1.7 Запоминание з...		
Import2 > 1.6	1.6	Прекращение формирования и блок...		
Import2 > 1.7	1.7	1.3 При снижении приборной скоро...		
Import2 > 1.8	1.8	1.4 При увеличении приборной ско...		
Import2 > 2	bookmark8	Требования к алгоритмам формир...		
Import2 > 3	bookmark9	Требования к алгоритмам контрол...		
Import2 > 4	bookmark10	Требования к алгоритмам контрол...		
Import2 > 5	bookmark11	Требования к алгоритмам управле...		
Import2 > 6	bookmark12	Требования к алгоритмам управле...		
Import3	ДР	References to ДР.doc		
Import3 > 1	1.1 Требования к формированию ко...	Требования к формированию кодов...		
Import3 > 1.1	1.1.6	1.1.6 Формирование заданного отк...		
Import3 > 1.2	1.1.8	1.1.8 Обнуление выходного парамет...		
Import3 > 1.3	1.1.9	1.1.9 Формирование и выдача в ПЛ...		
Import3 > 1.4	1.1.11	1.1.11 При обнаружении отказа рас...		
Import3 > 1.5	1.1.12	1.1.12 При обнаружении хотя бы од...		
Import3 > 1.6	1.1.13	1.1.13 При обнаружении устойчивог...		
Import3 > 1.7	1.1.15	При обнаружении события № 3, пр...		
Import3 > 2	2.1	1.2 Требования к формированию ко...		
Import3 > 2.1	2.2	Требования к формированию кодов...		

Импортированные требования  
в Requirements Editor

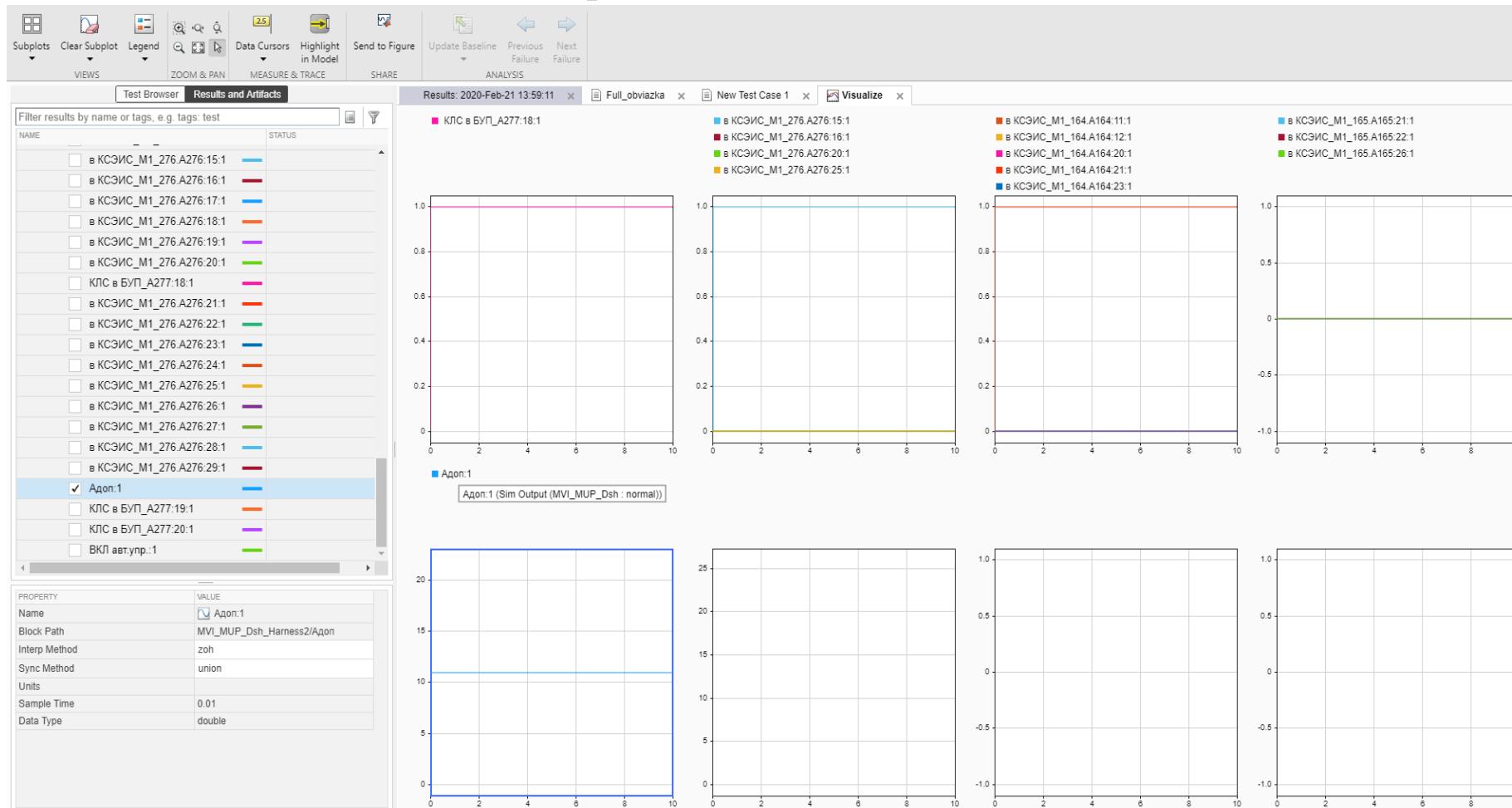
# Тестирование модели

Инструменты :

- Simulink Test



# Тестирование модели



Результат тестирования контрольного примера  
методики испытаний

## Результаты применения

- Изучены и применены инструменты пакетов Simulink Test и Simulink Requirements.
- Произведена трассировка требований, импортированных из файлов Word, к элементам модели в редактор требований Requirements Editor (перспектива требований).
- Создана тестовая связка верхнего уровня модели.
- Протестирована модель в части проверки контрольных примеров функций назначения блока.

## Рекомендации коллегам

- Рекомендую импортировать требования напрямую в Requirements Editor.
- Использование шаблона Excel и МАТ-файла для входных данных при создании тестовой обвязки для повышения наглядности и улучшения восприятия входных и выходных сигналов.

## Следующие шаги

- Продолжить работу над использованием инструментов Simulink Test и Simulink Requirements для трассировки требований назначения системы (и ее комплектующих изделий), для разработки тестовых сценариев и трассировки этих тестов с требованиями в интересах отработки методики испытаний системы в части проверки контрольных примеров функций назначения системы и покрытия всех требований соответствующими проверками (верификация).
- Использование в работе с подрядчиками функциональной модели системы с тестовыми связями и трассировкой требований.
- Использование системы DOORS.



# Спасибо за внимание!