



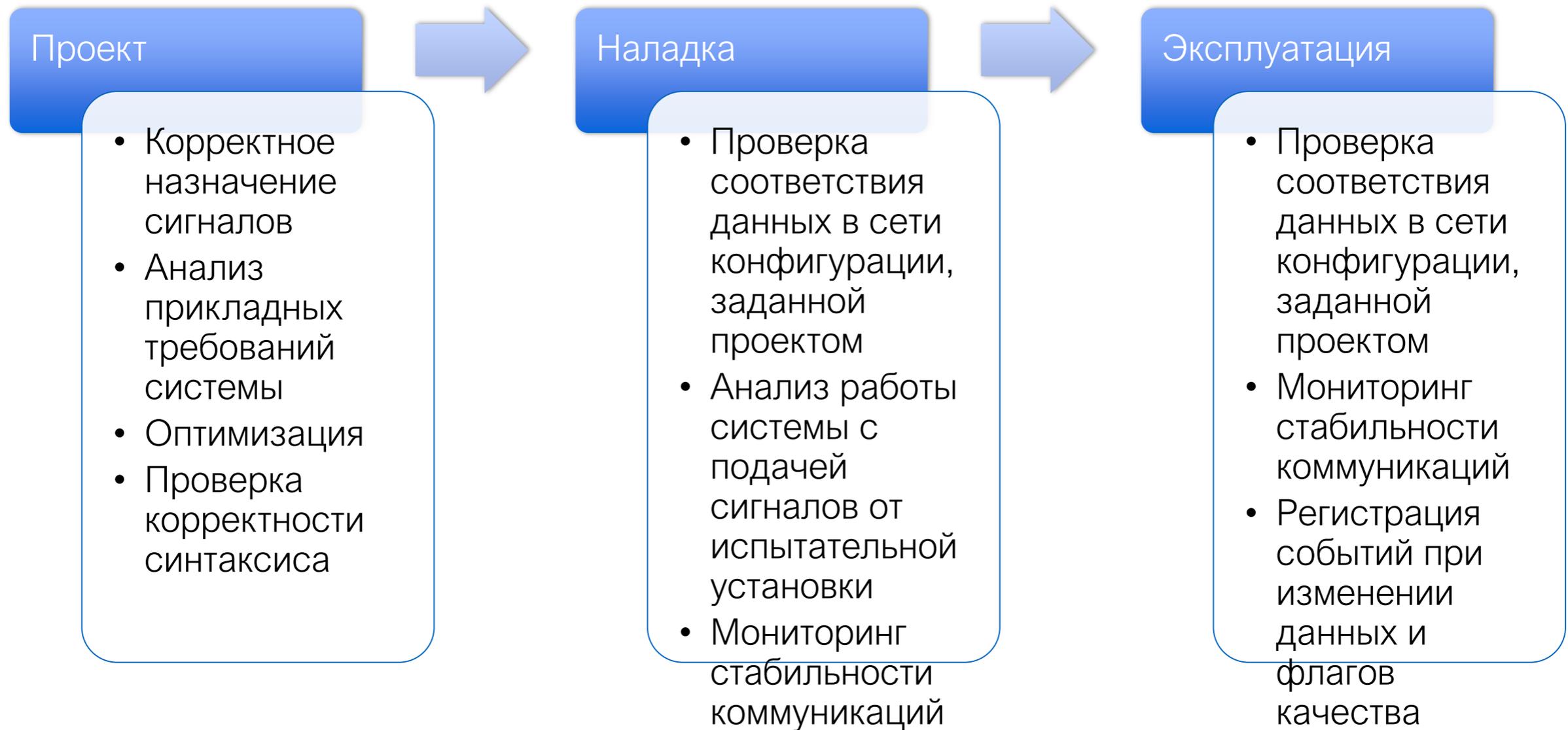
# Мониторинг и диагностика цифровых коммуникаций по МЭК 61850

Александр Головин, ООО «ТЕКВЕЛ»

# Проект цифровой подстанции = SCD-файл

- SCD (System Configuration Description) создается с использованием ПО для параметрирования системы
- SCD-файл описывает полную конфигурацию системы, включая конфигурации отдельных устройств и их коммуникационные параметры (конфигурации блоков управления GOOSE, SV и Report)

# Требования по оценке качества реализации на различных этапах



**Проектирование**

# SCL можно читать, но сложно понимать

Вы готовы прочитать  
и понять это?

```
<Header id="My Project Id" nameStructure="IEDName" r
  <History>
    <Hitem revision="1" version="V1" what="created" v
  </History>
</Header>
<Communication>
  <SubNetwork name="Communication">
    <ConnectedAP apName="AP1" iedName="P1W01A1">
      <Address>
        <P type="IP" xsi:type="tP_IP">191.0.1.1</P>
        <P type="IP-SUBNET" xsi:type="tP_IP-SUBNET">
        <P type="IP-GATEWAY" xsi:type="tP_IP-GATEWAY">
        <P type="OSI-PSEL" xsi:type="tP_OSI-PSEL">00
        <P type="OSI-SSEL" xsi:type="tP_OSI-SSEL">00
        <P type="OSI-TSEL" xsi:type="tP_OSI-TSEL">00
      </Address>
      <GSE cbName="TRIP" ldInst="LD0">
        <Address>
          <P type="MAC-Address" xsi:type="tP_MAC-Add
          <P type="APPID" xsi:type="tP_APPID">0011</
          <P type="VLAN-ID" xsi:type="tP_VLAN-ID">01
          <P type="VLAN-PRIORITY" xsi:type="tP_VLAN-
        </Address>
        <MinTime multiplier="m" unit="s">8</MinTime>
        <MaxTime multiplier="m" unit="s">5000</MaxTi
      </GSE>
    </ConnectedAP>
  </SubNetwork>
</Communication>
```

- Файлы проектов могут содержать миллионы строк текста
- Обычно для возможности анализа человеком файл SCD дополняется составляемой вручную матрицей сигналов в EXCEL
- Проблемы, которые не удалось выявить на этапе разработки проекта, «вылезут» на наладке или в эксплуатации.

# Некоторые примеры

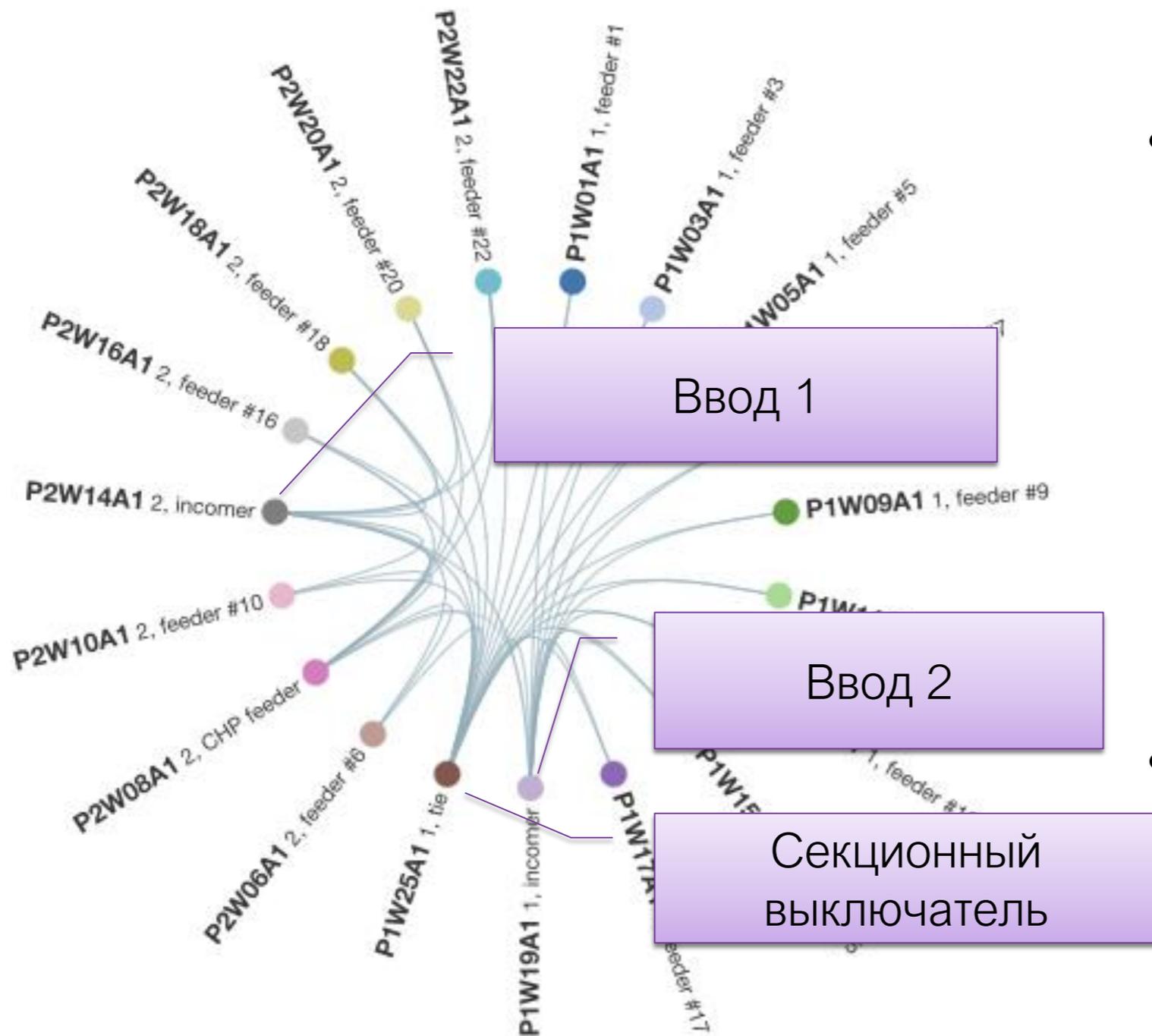
- **Некорректная подписка на GOOSE на вводе / отходящей линии**
  - Будет обнаружена только при ПСИ или комплексных испытаниях на объекте
  - Гигантские таблицы сигналов сложно проверить и проанализировать их корректность.
- **Все устройства публикуют GOOSE-сообщения с одним и тем же MAC-адресом назначения**
  - Невозможно организовать MAC-фильтрацию сообщений, конечные устройства будут получать весь объем информации, что может привести к задержкам в обработке информации
- **Всего 3 (!!!) из 90 сигналов, передаваемых в наборе данных, используются принимающими устройствами:**
  - Неэффективное использование пропускной способности сети
  - Задержки в обработке сообщений

# Существующие программные инструменты вам не помогут

	ПО для конфигурирования системы (SCT)	ПО для конфигурирования устройств (ICT)
Визуализация коммуникаций между устройствами	+/-	-
Поддержка различных производителей	+/-	-
Системный анализ проекта	+/-	-
Анализ специализированных возможностей устройств отдельных производителей	-	+
Прикладной анализ функций	-	+/-
Анализ изменений на различных стадиях проекта	-	-

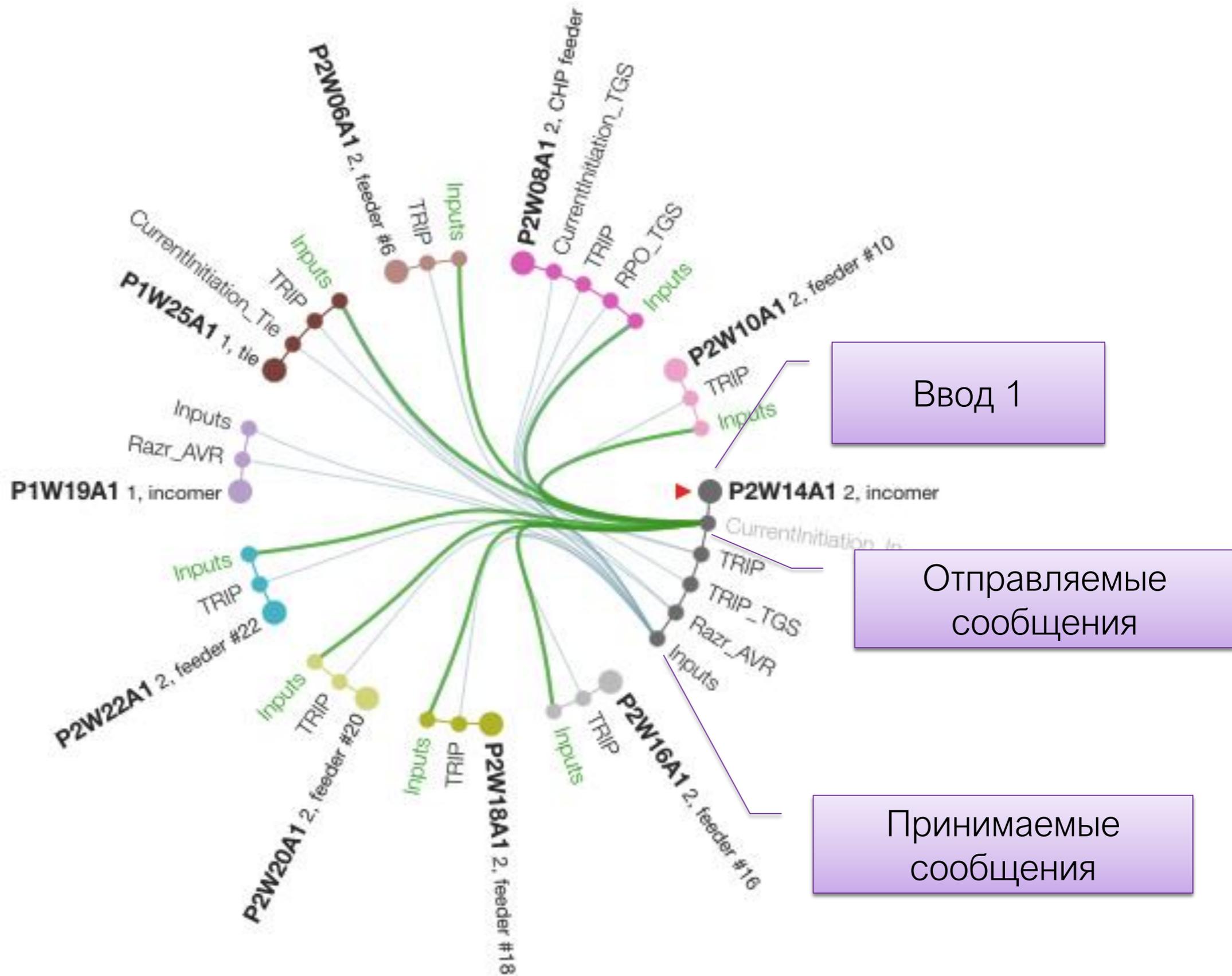
SCT и ICT в основном предназначены для конфигурирования устройств и системы, но не для анализа и экспертизы проекта

# Просмотр GOOSE и SV коммуникаций

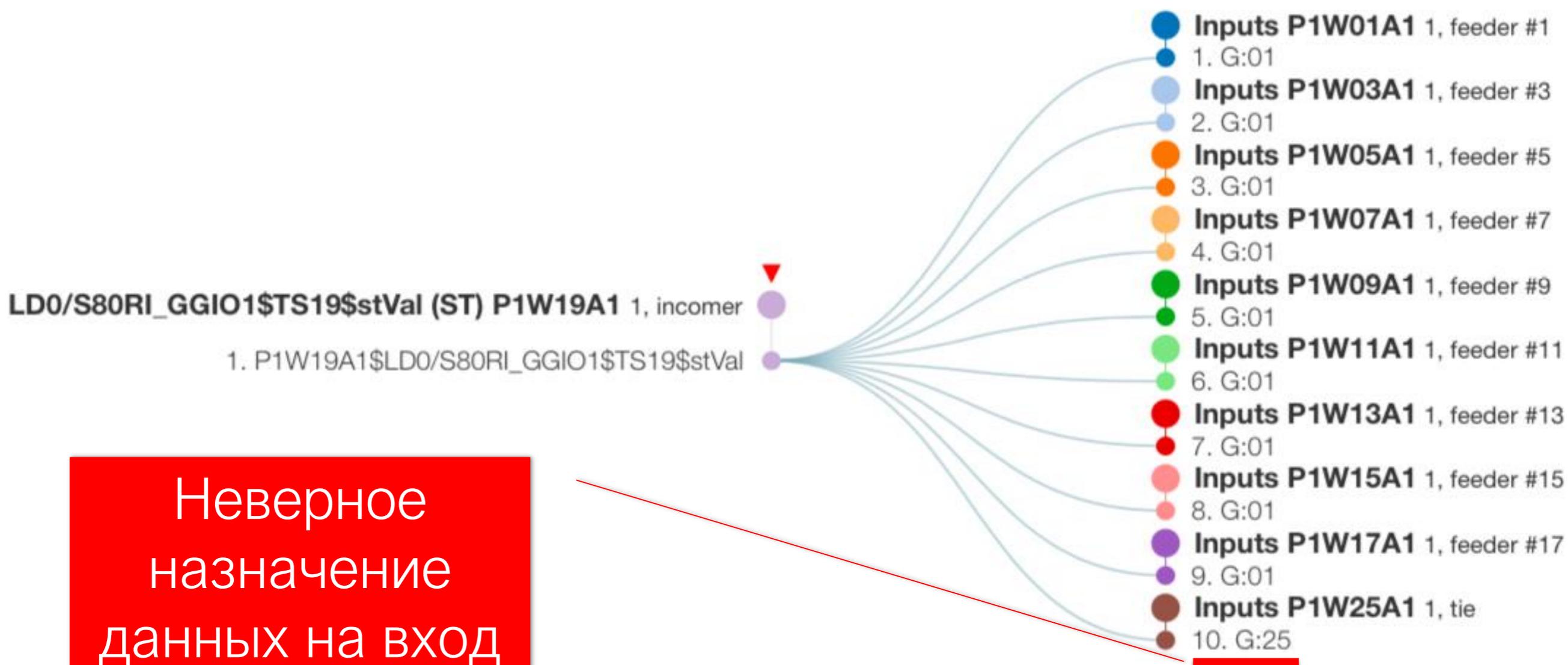


- Визуализация коммуникаций по GOOSE и SV по аналогии с кабельными связями делает конфигурацию очевидной и понятной
- В случае какой-либо ошибки, она станет очевидна сразу.

# Что отправляется и что принимается?



# Визуальный анализ соответствия конфигурации



# Детальный анализ конфигурации

**Tekvel Park**  
Система управления жизненным циклом цифровой подстанции

?

Главная ▾

Проект

Привет, Alexey ▾

## Анализ конфигурации

В SCL файле присутствует **22** недостатка конфигурации и **26** критических ошибок. Подробная информация представлена в таблице ниже

### Подробная информация

 Экспорт ▾  Print  Columns ▾

Search:

Элемент	Тип элемента	Критичность	Описание
CTRL/BININGGIO1\$Ind10\$stVal ST	FCDA	Недостаток	Набор данных включает элементы FCDA, которые не назначены на вход ни одного устройства в проекте. Возможно, здесь есть пространство для оптимизации.
CTRL/BININGGIO1\$Ind11\$stVal ST	FCDA	Недостаток	Набор данных включает элементы FCDA, которые не назначены на вход ни одного устройства в проекте. Возможно, здесь есть пространство для оптимизации.
CTRL/BININGGIO1\$Ind12\$stVal ST	FCDA	Недостаток	Набор данных включает элементы FCDA, которые не назначены на вход ни одного устройства в проекте. Возможно, здесь есть пространство для оптимизации.
CTRL/BININGGIO1\$Ind3\$stVal ST	FCDA	Недостаток	Набор данных включает элементы FCDA, которые не назначены на вход ни одного устройства в проекте. Возможно, здесь есть пространство для оптимизации.
CTRL/BININGGIO1\$Ind4\$stVal ST	FCDA	Недостаток	Набор данных включает элементы FCDA, которые не назначены на вход ни одного устройства в проекте. Возможно, здесь есть пространство для оптимизации.

# Главные проверки

#	Недостаток	Описание
1	Нет подписки на GOOSE-сообщение	Указывает, что ни одно устройство в проекте не принимает данные из указанного GOOSE-сообщение
2	В наборе данных присутствуют атрибуты, на которые не подписано ни одно устройство	Возможно, в конфигурации присутствует ошибка: соответствующее назначение данных из GOOSE-сообщения на выходные сигналы устройств(-а) не было выполнено.
3	Флаг качества не передаётся или не назначен на вход ни одного из устройств.	Отказ от использования флагов качества может привести к некорректной работе системы в случаях отказов или при тестировании.
4	В посылках GOOSE/SV используются одинаковые MAC-адреса назначения	Производительность системы может быть снижена ввиду невозможности использования MAC-фильтрации на коммутаторах
...	...	...

# Валидация SCL-файлов

Element '{http://www.iec.ch/61850/2003/SCL}ConfReportControl', attribute 'bufConf'	SCL	<b>Критическая ошибка</b>	Атрибут 'bufConf' не разрешен.
Element '{http://www.iec.ch/61850/2003/SCL}ConfReportControl', attribute 'bufMode'	SCL	<b>Критическая ошибка</b>	Атрибут 'bufMode' не разрешен.
Element '{http://www.iec.ch/61850/2003/SCL}ExtRef', attribute 'fc'	SCL	<b>Критическая ошибка</b>	Атрибут 'fc' не разрешен.
Element '{http://www.iec.ch/61850/2003/SCL}ExtRef', attribute 'fc'	SCL	<b>Критическая ошибка</b>	Атрибут 'fc' не разрешен.
Element '{http://www.iec.ch/61850/2003/SCL}ExtRef', attribute 'fc'	SCL	<b>Критическая ошибка</b>	Атрибут 'fc' не разрешен.

- ПО отдельных производителей может не выполнять валидацию на соответствие SCL-схеме, либо использовать устаревшую версию.
- SCL-файл с некорректным синтаксисом в большинстве случаев приведёт к невозможности загрузки файла в ПО другого производителя

# Управление версиями конфигурации SCD

## История проекта

May 5, 2017 15:24:33

### Версия 5 (текущая)

[Загрузить](#)

Этот файл конфигурации имеет корректный синтаксис SCL.  
Загружено пользователем **Alexey Anoshin**  
Исходное имя файла: **GO\_61850.scd**  
Информация по данной версии:

- Устройства: **24**
- GOOSE-сообщения: **24**
- Потoki SV: **0**

По сравнению с предыдущей версией:

- Добавлены устройства: **нет**
- Изменены устройства: **нет**
- Удалены устройства: **RIOSTN1, RIOMET, RIOSTN2, RIOCOM, RIO917L, RIO912L, RIO914L, B2900, S1916, S1917, S1918, S1912,**

Версия 4

Версия 1  
Версия 2  
Версия 3  
Версия 4  
Версия 5 (тек...)

3 April 24 April 25 April 26 April 27 April 28 April 29 April 30 May May 2 May 3 May 4 May 5 May 6 May 7 May 8 May 9 May 10 May 11

Timeline JS

[Переименовать](#)

**Наладка  
и  
Эксплуатация**

# Цифровые коммуникации не очевидны

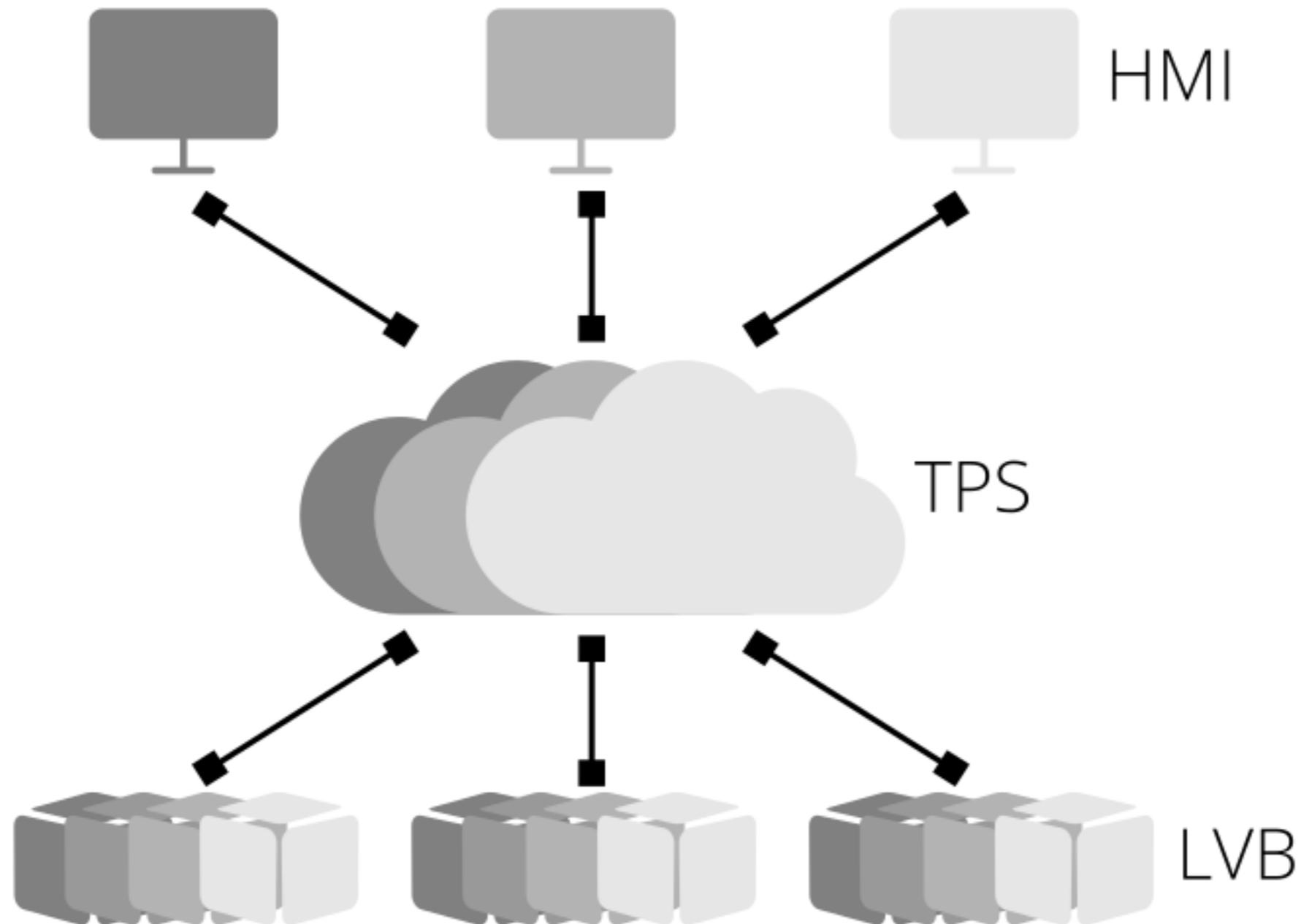


- Проверка того, что все устройства отправляют данные в точном соответствии с проектом
- Проверка стабильности коммуникаций и отсутствия сбоев и неполадок, то есть отсутствуют пропажи пакетов, синхронизация времени работает и все флаги качества указывают на нормальную работу
- Анализ поведения системы в условиях подачи сигналов от испытательных установок

# Некоторый опыт

- **Несоответствие проекта и конфигурации, загруженной в устройство**
  - В устройство загружена не последняя версия конфигурации
  - Устройство работает не в соответствии с ожидаемым алгоритмом
- **Отказы коммуникаций**
  - Некорректная наладка сетевого оборудования
  - Сбои в прошивке терминалов
  - Ошибки при конфигурировании устройства

# Предлагаемая архитектура



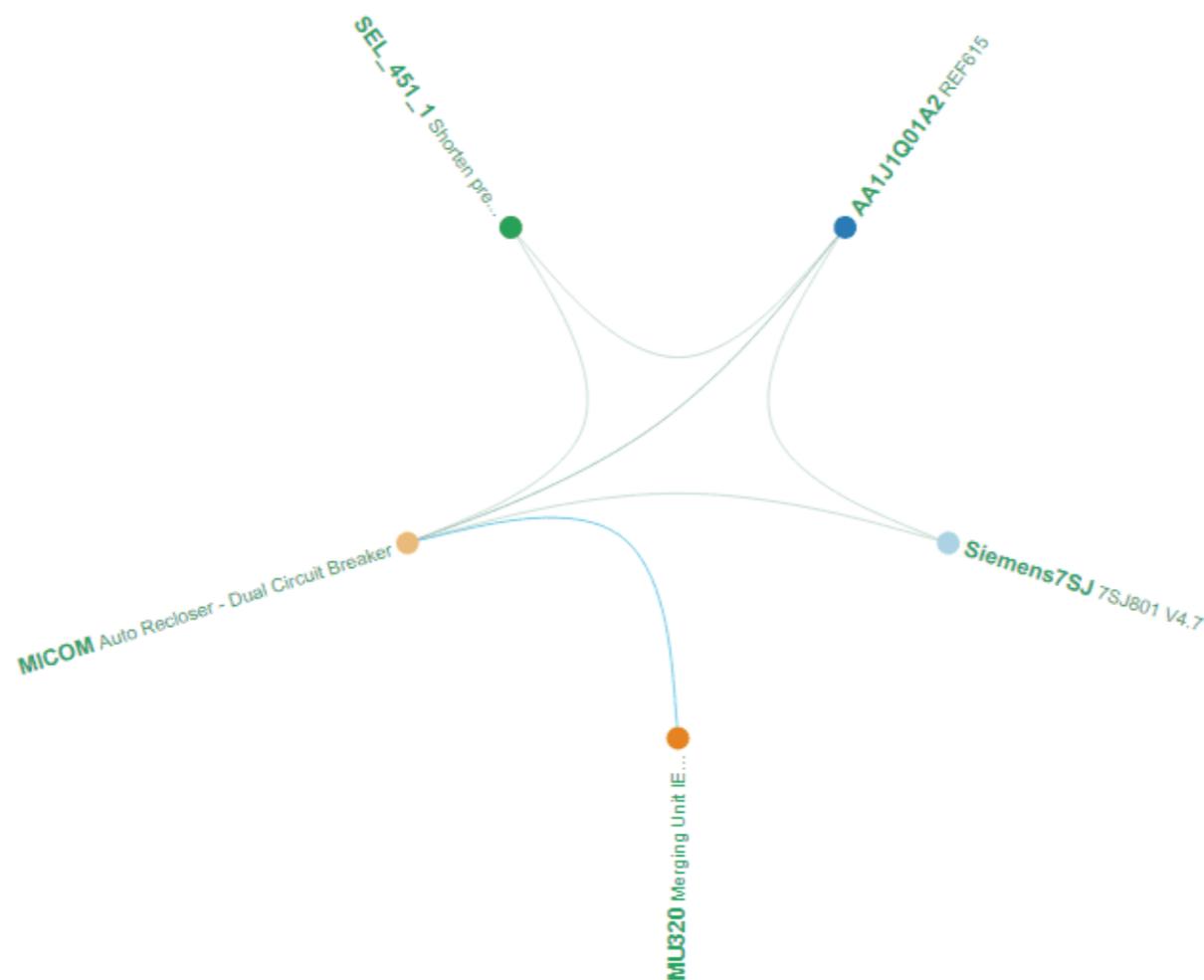
# Проверка соответствия конфигурации и данных в сети

Tekvel Park — Test for de x

Надежный | <https://office.tekvel.com/projects/mx7uhg/space#>

**Tekvel Park**  
Digital Substation Management System

Main Project Hi, aao@tekvel.com



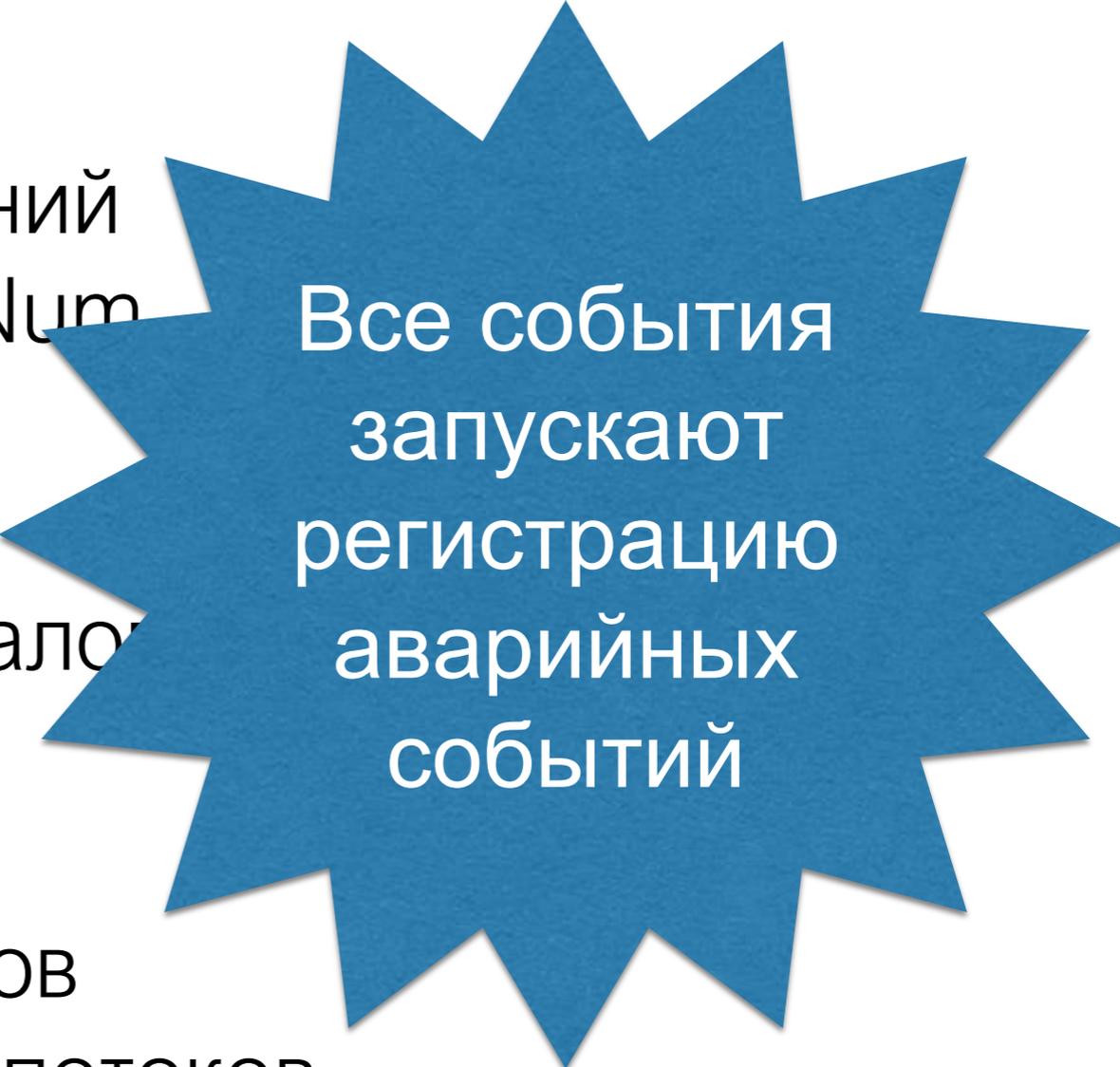
# Мониторинг стабильности КОММУНИКАЦИЙ

- **GOOSE:**

- Изменение метки VLAN
- Пропажа GOOSE-сообщений
- Сбои счетчиков stNum/sqNum
- Сбои синхронизации
- Несоответствие ConfRev
- Изменение значений сигналов и флагов качества

- **Sampled Values:**

- Пропажа/появление потоков
- Изменении конфигурации потоков
- Изменение состояния синхронизации по времени
- Изменение флагов качества



Все события  
запускают  
регистрацию  
аварийных  
событий

# Оповещения обо всех событиях

Aleksey

Tekvel Park — Kislotnaya

Надежный | <https://office.tekvel.com/projects/602oz8/space#reset>

**Tekvel Park**  
Digital Substation Management System

Main Project Hi, aao@tekvel.com

Element Information

Популярные события:

- Р8W98A1 8 СШ, Линия Т...
- Р8W96A1 8 СШ, ОЛ 96
- Р8W100A1 8 СШ, ОЛ 100
- Р8W104A1 8 СШ, ОЛ 104
- Р1W01A1 1 СШ, ОЛ 1
- Р1W03A1 1 СШ, ОЛ 3
- Р1W05A1 1 СШ, ОЛ 5
- Р1W07A1 1 СШ, ОЛ 7
- Р1W09A1 1 СШ, ОЛ 9
- Р1W11A1 1 СШ, ОЛ 11
- Р1W13A1 1 СШ, ОЛ 13
- Р1W15A1 1 СШ, ОЛ 15
- Р1W17A1 1 СШ, ОЛ 17
- Р1W19A1 1 СШ, Ввод
- Р1W25A1 1 СШ, СВ
- Р2W06A1 2 СШ, ОЛ 6
- Р2W08A1 2 СШ, Линия Т...
- Р2W10A1 2 СШ, ОЛ 10
- Р2W14A1 2 СШ, Ввод
- Р2W16A1 2 СШ, ОЛ 16
- Р2W18A1 2 СШ, ОЛ 18
- Р2W20A1 2 СШ, ОЛ 20
- Р2W22A1 2 СШ, ОЛ 22
- Р3W55A1 3 СШ, ОЛ 55
- Р3W57A1 3 СШ, ОЛ 57
- Р3W59A1 3 СШ, ОЛ 59
- Р3W61A1 3 СШ, ОЛ 61
- Р3W63A1 3 СШ, ОЛ 63
- Р3W65A1 3 СШ, Ввод
- Р3W69A1 3 СШ, ОЛ 69
- Р3W71A1 3 СШ, ОЛ 71
- Р3W73A1 3 СШ, СВ
- Р4W51A1 4 СШ, СВ
- Р4W53A1 4 СШ, ОЛ 53
- Р4W55A1 4 СШ, ОЛ 55
- Р4W57A1 4 СШ, ОЛ 57
- Р4W59A1 4 СШ, ОЛ 59
- Р4W61A1 4 СШ, ОЛ 61
- Р4W63A1 4 СШ, ОЛ 63
- Р4W65A1 4 СШ, ОЛ 65
- Р4W67A1 4 СШ, ОЛ 67
- Р4W69A1 4 СШ, ОЛ 69
- Р4W71A1 4 СШ, ОЛ 71
- Р4W73A1 4 СШ, ОЛ 73
- Р4W75A1 4 СШ, ОЛ 75
- Р4W77A1 4 СШ, ОЛ 77
- Р4W79A1 4 СШ, ОЛ 79
- Р4W81A1 4 СШ, ОЛ 81
- Р4W83A1 4 СШ, ОЛ 83
- Р4W85A1 4 СШ, ОЛ 85
- Р4W87A1 4 СШ, ОЛ 87
- Р4W89A1 4 СШ, ОЛ 89
- Р4W91A1 4 СШ, ОЛ 91
- Р4W93A1 4 СШ, ОЛ 93
- Р4W95A1 4 СШ, ОЛ 95
- Р4W97A1 4 СШ, ОЛ 97
- Р4W99A1 4 СШ, ОЛ 99
- Р5W01A1 5 СШ, ОЛ 1
- Р5W03A1 5 СШ, ОЛ 3
- Р5W05A1 5 СШ, ОЛ 5
- Р5W07A1 5 СШ, ОЛ 7
- Р5W09A1 5 СШ, ОЛ 9
- Р5W11A1 5 СШ, ОЛ 11
- Р5W13A1 5 СШ, ОЛ 13
- Р5W15A1 5 СШ, ОЛ 15
- Р5W17A1 5 СШ, ОЛ 17
- Р5W19A1 5 СШ, ОЛ 19
- Р5W21A1 5 СШ, ОЛ 21
- Р5W23A1 5 СШ, ОЛ 23
- Р5W25A1 5 СШ, ОЛ 25
- Р5W27A1 5 СШ, ОЛ 27
- Р5W29A1 5 СШ, ОЛ 29
- Р5W31A1 5 СШ, ОЛ 31
- Р5W33A1 5 СШ, ОЛ 33
- Р5W35A1 5 СШ, ОЛ 35
- Р5W37A1 5 СШ, ОЛ 37
- Р5W39A1 5 СШ, ОЛ 39
- Р5W41A1 5 СШ, ОЛ 41
- Р5W43A1 5 СШ, ОЛ 43
- Р5W45A1 5 СШ, ОЛ 45
- Р5W47A1 5 СШ, ОЛ 47
- Р5W49A1 5 СШ, ОЛ 49
- Р5W51A1 5 СШ, ОЛ 51
- Р5W53A1 5 СШ, ОЛ 53
- Р5W55A1 5 СШ, ОЛ 55
- Р5W57A1 5 СШ, ОЛ 57
- Р5W59A1 5 СШ, ОЛ 59
- Р6W01A1 6 СШ, ОЛ 1
- Р6W03A1 6 СШ, ОЛ 3
- Р6W05A1 6 СШ, ОЛ 5
- Р6W07A1 6 СШ, ОЛ 7
- Р6W09A1 6 СШ, ОЛ 9
- Р6W11A1 6 СШ, ОЛ 11
- Р6W13A1 6 СШ, ОЛ 13
- Р6W15A1 6 СШ, ОЛ 15
- Р6W17A1 6 СШ, ОЛ 17
- Р6W19A1 6 СШ, ОЛ 19
- Р6W21A1 6 СШ, ОЛ 21
- Р6W23A1 6 СШ, ОЛ 23
- Р6W25A1 6 СШ, ОЛ 25
- Р6W27A1 6 СШ, ОЛ 27
- Р6W29A1 6 СШ, ОЛ 29
- Р6W31A1 6 СШ, ОЛ 31
- Р6W33A1 6 СШ, ОЛ 33
- Р6W35A1 6 СШ, ОЛ 35
- Р6W37A1 6 СШ, ОЛ 37
- Р6W39A1 6 СШ, ОЛ 39
- Р6W41A1 6 СШ, ОЛ 41
- Р6W43A1 6 СШ, ОЛ 43
- Р6W45A1 6 СШ, ОЛ 45
- Р6W47A1 6 СШ, ОЛ 47
- Р6W49A1 6 СШ, ОЛ 49
- Р6W51A1 6 СШ, ОЛ 51
- Р6W53A1 6 СШ, ОЛ 53
- Р6W55A1 6 СШ, ОЛ 55
- Р6W57A1 6 СШ, ОЛ 57
- Р6W59A1 6 СШ, ОЛ 59
- Р7W01A1 7 СШ, ОЛ 1
- Р7W03A1 7 СШ, ОЛ 3
- Р7W05A1 7 СШ, ОЛ 5
- Р7W07A1 7 СШ, ОЛ 7
- Р7W09A1 7 СШ, ОЛ 9
- Р7W11A1 7 СШ, ОЛ 11
- Р7W13A1 7 СШ, ОЛ 13
- Р7W15A1 7 СШ, ОЛ 15
- Р7W17A1 7 СШ, ОЛ 17
- Р7W19A1 7 СШ, ОЛ 19
- Р7W21A1 7 СШ, ОЛ 21
- Р7W23A1 7 СШ, ОЛ 23
- Р7W25A1 7 СШ, ОЛ 25
- Р7W27A1 7 СШ, ОЛ 27
- Р7W29A1 7 СШ, ОЛ 29
- Р7W31A1 7 СШ, ОЛ 31
- Р7W33A1 7 СШ, ОЛ 33
- Р7W35A1 7 СШ, ОЛ 35
- Р7W37A1 7 СШ, ОЛ 37
- Р7W39A1 7 СШ, ОЛ 39
- Р7W41A1 7 СШ, ОЛ 41
- Р7W43A1 7 СШ, ОЛ 43
- Р7W45A1 7 СШ, ОЛ 45
- Р7W47A1 7 СШ, ОЛ 47
- Р7W49A1 7 СШ, ОЛ 49
- Р7W51A1 7 СШ, ОЛ 51
- Р7W53A1 7 СШ, ОЛ 53
- Р7W55A1 7 СШ, ОЛ 55
- Р7W57A1 7 СШ, ОЛ 57
- Р7W59A1 7 СШ, ОЛ 59
- Р8W01A1 8 СШ, ОЛ 1
- Р8W03A1 8 СШ, ОЛ 3
- Р8W05A1 8 СШ, ОЛ 5
- Р8W07A1 8 СШ, ОЛ 7
- Р8W09A1 8 СШ, ОЛ 9
- Р8W11A1 8 СШ, ОЛ 11
- Р8W13A1 8 СШ, ОЛ 13
- Р8W15A1 8 СШ, ОЛ 15
- Р8W17A1 8 СШ, ОЛ 17
- Р8W19A1 8 СШ, ОЛ 19
- Р8W21A1 8 СШ, ОЛ 21
- Р8W23A1 8 СШ, ОЛ 23
- Р8W25A1 8 СШ, ОЛ 25
- Р8W27A1 8 СШ, ОЛ 27
- Р8W29A1 8 СШ, ОЛ 29
- Р8W31A1 8 СШ, ОЛ 31
- Р8W33A1 8 СШ, ОЛ 33
- Р8W35A1 8 СШ, ОЛ 35
- Р8W37A1 8 СШ, ОЛ 37
- Р8W39A1 8 СШ, ОЛ 39
- Р8W41A1 8 СШ, ОЛ 41
- Р8W43A1 8 СШ, ОЛ 43
- Р8W45A1 8 СШ, ОЛ 45
- Р8W47A1 8 СШ, ОЛ 47
- Р8W49A1 8 СШ, ОЛ 49
- Р8W51A1 8 СШ, ОЛ 51
- Р8W53A1 8 СШ, ОЛ 53
- Р8W55A1 8 СШ, ОЛ 55
- Р8W57A1 8 СШ, ОЛ 57
- Р8W59A1 8 СШ, ОЛ 59

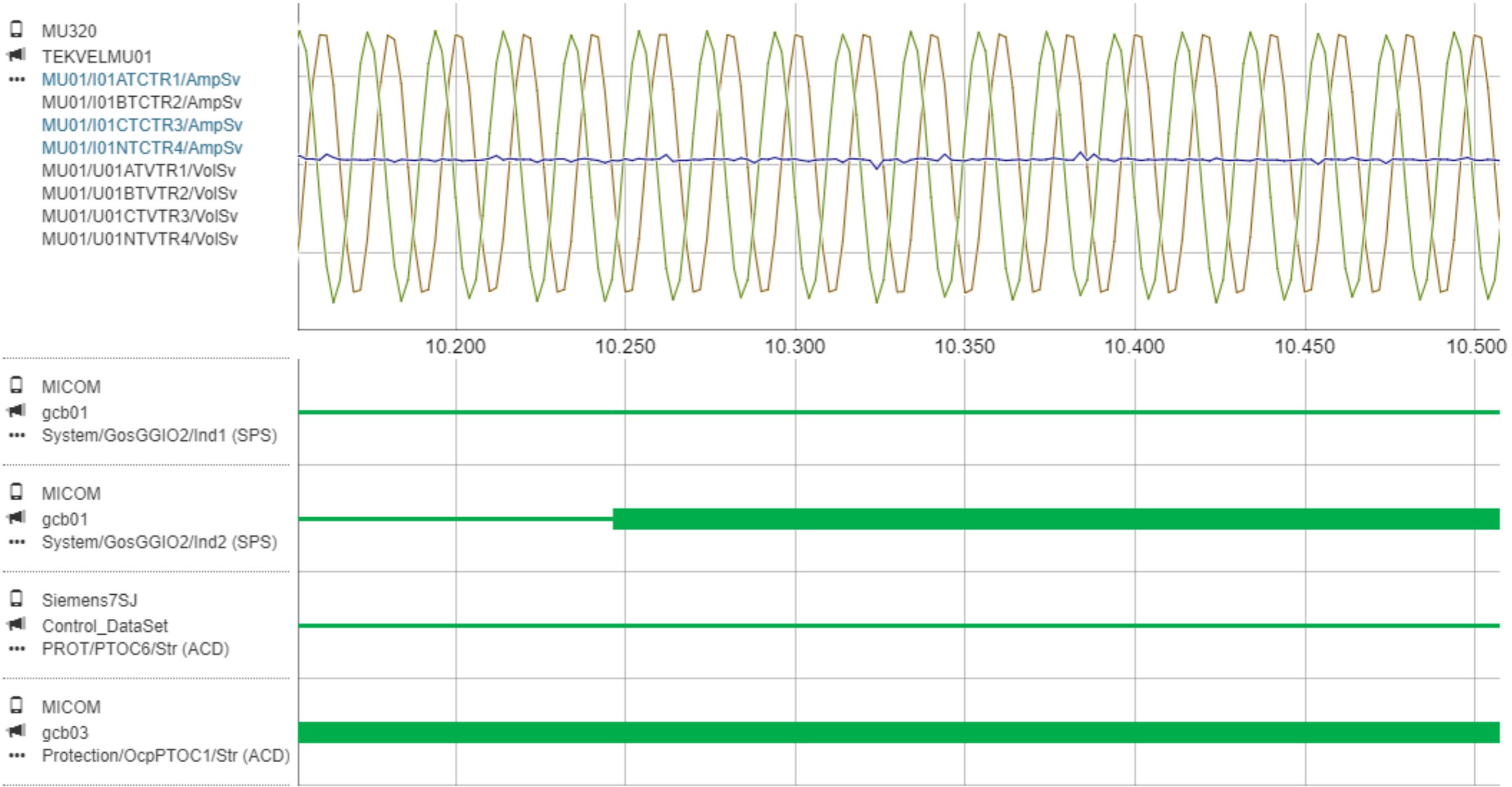
Голосом!

# Ведение подробного журнала событий

Export Print Columns Search:

Time	Type	IED	Control Block Name	Description
2017/08/09 16:53:09.239	SE	-	-	New record of Sampled Analog Values saved
2017/08/09 16:52:59.375	PR	Siemens7SJ	Siemens7SJ/PROT/LLN0/Control_DataSet	Data element change in GOOSE message
2017/08/09 16:52:59.361	PR	MICOM	MICOMSystem/LLN0\$GO\$gcb03	Data element change in GOOSE message
2017/08/09 16:52:55.594	PR	Siemens7SJ	Siemens7SJ/CTRL/LLN0/Control_DataSet	Data element change in GOOSE message
2017/08/09 16:52:55.589	PR	Siemens7SJ	Siemens7SJ/CTRL/LLN0/Control_DataSet	Data element change in GOOSE message
2017/08/09 16:52:53.578	PR	Siemens7SJ	Siemens7SJ/PROT/LLN0/Control_DataSet	Data element change in GOOSE message
2017/08/09 16:52:51.419	PR	MICOM	MICOMSystem/LLN0\$GO\$gcb03	Data element change in GOOSE message
2017/08/09 16:51:54.942	SE	-	-	New record of Sampled Analog Values saved
2017/08/09 16:51:46.331	CM	AA1J1Q01A2	PTOCStr	GOOSE-message came back
2017/08/09 16:47:18.878	SE	-	-	New record of Sampled Analog Values saved
2017/08/09 16:47:01.710	CM	AA1J1Q01A2	PTOCStr	GOOSE-message is lost

# Регистрация аварийных осциллограмм



tekvel 

[www.tekvel.com](http://www.tekvel.com) | [61850@tekvel.com](mailto:61850@tekvel.com) | +7 495 133-02-74