

## Портативный анализатор параметров передачи GOOSE-сообщений

ООО «Аналитик-ТС»

### 1. НАЗНАЧЕНИЕ

Вашему вниманию предлагается анализатор **AnCom P3A-Тест/GOOSE**, предназначенный для контроля параметров передачи GOOSE-сообщений при проведении пуско-наладочных работ, поиске неисправностей и при лабораторных испытаниях оборудования **Цифровой подстанции**.

Анализатор является простым в использовании портативным устройством, обеспечивающим:

- Обнаружение ошибок конфигурирования сетевого и стационарного оборудования
- Оценку задержек передачи сообщений с возможностью имитации требуемого уровня загрузки сети
- Проверку соответствия ИЭУ заданному классу производительности приема и передачи GOOSE-сообщений.

В условиях отсутствия сквозной технологии проектирования и развертывания ЦПС применение анализатора может ускорить и частично автоматизировать обнаружение ошибок, вызванных «человеческим фактором». Анализатор также может использоваться для получения информации о важных деталях внутренней реализации устройств, например, при необходимости сопряжения устройств от разных производителей.

### 2. УСТРОЙСТВО АНАЛИЗАТОРА

Анализатор выполнен в виде малогабаритного приборного блока с двумя Ethernet-портами и разъемом для подключения устройства синхронизации времени по GPS/ГЛОНАСС. Управление приборным блоком осуществляется с помощью Android-планшета по радиоканалу Bluetooth и не оказывает влияния на объекты измерений в сети Ethernet.



Приборный блок оснащен встроенной аккумуляторной батареей для работы в автономном режиме, в том числе для обеспечения питания устройства синхронизации.

Режим работы анализатора устанавливается с помощью планшета при наличии соединения по Bluetooth. Планшет может управлять несколькими приборными блоками. Данные сохраняются в памяти приборного блока, управляющий планшет можно выключить после начала проверки и включить вновь для считывания результатов измерений. При долговременных проверках питание приборного блока осуществляется от сети.

Совокупность параметров настройки можно сохранить в файле конфигурации. Загрузка ранее сохраненной конфигурации обеспечивает быструю установку требуемого режима работы.

### 3. ОСОБЕННОСТИ ПРИБОРА

Прибор обеспечивает обнаружение, декодирование и контроль ошибок GOOSE-сообщений, а также формирование заданных последовательностей GOOSE-сообщений по двум портам Ethernet 10/100/1000 Мбит/с. **AnCom P3A-Тест/GOOSE** можно рассматривать, как специализированный анализатор протокола передачи GOOSE-сообщений со следующими основными возможностями:

- проверка сообщений на соответствие SCL-описанию;
- контроль изменений сигналов и наличия ретрансмиссии состояния;
- индикация значений атрибутов данных;
- контроль ошибок передачи сообщений;
- контроль времени передачи и параметров ретрансмиссии;
- сбор статистических параметров, характеризующих загрузку Ethernet, а также интенсивность передачи Multicast-сообщений IEC 61850.

Наличие двух портов позволяет анализатору контролировать передачу сообщений с учетом резервирования или оценивать задержку передачи сообщений между двумя точками. Скорость портов может быть ограничена для обеспечения требуемого режима работы исследуемых устройств.

Контроль принимаемых сообщений автоматически начинается после включения анализатора и начальной установки времени. Формирование сообщений и контроль параметров принятых сообщений могут выполняться с помощью описаний, полученных из файлов конфигурации на языке SCL, например, из SCD или CID файлов.

## 4. ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

### 1. Обнаружение ошибок конфигурирования

Примером использования анализатора с целью обнаружения ошибок конфигурирования оборудования является проверка наличия требуемых сообщений в точке подключения к сети и отсутствия приема «лишних» сообщений. Перед началом проверки в приборный блок должна быть загружена конфигурация с описанием требуемых сообщений.

Все ожидаемые и принятые GOOSE-сообщения индицируются на экране управляющего Android-планшета в виде компактной цветной таблицы. Каждому сообщению с уникальным goCBRef соответствует одна единственная строка, которая содержит идентификационные поля сообщения, счетчики количества событий и принятых фреймов, параметры ретрансмиссии сообщения, счетчики ошибок и результат проверки соответствия описанию.

Идентификационные поля принятого сообщения сравниваются с заданными в описании, при их совпадении сообщение считается обнаруженным. В этом случае в таблице сообщений строка принятого сообщения сливается со строкой ожидаемого сообщения. Результат проверки каждого сообщения может иметь следующие значения:

- ОК – принятое сообщений полностью соответствует описанию;
- ERR – принятое сообщение имеет ошибочные значения параметров;
- ? – принятое сообщение не имеет описания;
- - - сообщение не обнаружено или отсутствует.

Важно, что во время проверки может отсутствовать одновременная публикация всех требуемых GOOSE-сообщений. Формирование итоговой таблицы возможно накопительным методом, при поочередном включении всех участвующих в проверке ИЭУ. В этом случае окажется также выполненной проверка минимального и максимального значений интервалов ретрансмиссии.

Обеспечивается непрерывный контроль ошибок приема для входящих GOOSE-сообщений. Нарушение последовательности нумерации или превышение времени ожидания увеличивает значение соответствующего счетчика. Интегральным признаком наличия ошибок приема является счетчик **Err**, значение которого увеличивается на 1 в случае приема сообщения с любой комбинацией ошибок.

Восприятие результатов проверки при большом количестве сообщений от различных ИЭУ обеспечивается фильтрацией таблицы по значению результата, например, можно скрыть все безошибочно принятые сообщения или отобразить только «лишние» сообщения, принятые без соответствующего описания, или оставить только описания отсутствующих сообщений.

Time [ms]	P [bit]	S [bit]	C [bit]	D [bit]	I [bit]	O [bit]	E [bit]	S [bit]	M [bit]	K [bit]	E [bit]	T [bit]	T [bit]	I [bit]	I [bit]	S [bit]	SCL
101	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	OK
102	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	ERR
103	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	OK
104	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	OK
105	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	OK
106	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	OK
107	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	OK
108	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	OK
109	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	OK
110	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	OK

Attribute	SCL Value	Detected Value	Data set	SCL Type	Detected Type
OutRec	01-0C-CD-01-00-06	01-0C-CD-01-00-07	[BT] LD0/SP16GG001.Inst.stm	BOOLEAN	boolean
VID	000	000	[BT] LD0/SP16GG001.Inst.q	Quality	Quality
PR	4	4	[BT] LD0/SP16GG001.Inst2.stm	BOOLEAN	boolean
APPD	0006	0006	[BT] LD0/SP16GG001.Inst1.q	Quality	Quality
goCBRef	AA18102A2LD0.LN0S00gcb_A	AA18102A2LD0.LN0S00gcb_A	[BT] LD0/SP16GG001.Inst3.stm	BOOLEAN	boolean
GoID	Goose_BRA	Goose_BRA	[BT] LD0/SP16GG001.Inst1.q	Quality	Quality
DataSet	AA18102A2LD0.LN0S00gcb_BRA	AA18102A2LD0.LN0S00gcb_BRA	[BT] LD0/SP16GG001.Inst4.stm	BOOLEAN	boolean
Rev	4	4	[BT] LD0/SP16GG001.Inst4.q	Quality	Quality
numDatSetInsts	64	64	[BT] LD0/SP16GG001.Inst5.stm	BOOLEAN	boolean
refInsts	64	64	[BT] LD0/SP16GG001.Inst5.q	Quality	Quality
MinTime	2	3.295	[BT] LD0/SP16GG001.Inst6.stm	BOOLEAN	boolean
MaxTime	1000	1000.000	[BT] LD0/SP16GG001.Inst6.q	Quality	Quality

В ходе подобной проверки можно обеспечить долговременный контроль ошибок и задержек приема GOOSE-сообщений (сутки и более с питанием приборного блока от сети). Проверка может сопровождаться периодической загрузкой сети интенсивным потоком фоновых сообщений,

имитирующих всплески сетевой активности. Параллельно может выполняться сбор статистических данных, характеризующих загрузку Ethernet различными видами трафика.

По результатам проверки может быть сформирован текстовый отчет.

Анализатор № RZA-T/G 075.0004  
Комментарий: Не соответствуют SCL-описанию

Инспектор GOOSE 28.09.2015 14:31:21 - 28.09.2015 14:55:10

Фильтр приема: не задан  
Фильтр отображения: SCL=ERR

Инспектор GOOSE

Time	P	GoCBref	T	Evt	Pkt	Rst	Err	SCL
14:55:10.178668	Rx2	AA1B1Q1A2LD0/LLN0\$GO\$gcb_A	14:31:49.15470137	1	1410	1	0	ERR

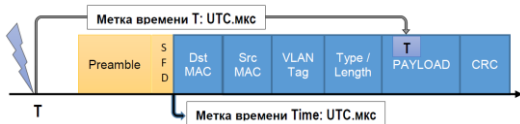
Сравнение параметров GOOSE с описанием  
Rx2: AA1B1Q1A2LD0/LLN0\$GO\$gcb\_A

Attribute	SCL Value	Detected Value
DstMac	01-0C-CD-01-00-06	01-0C-CD-01-00-07
VID	000	000
PRI	4	4
APPID	0006	0006
GoCBref	AA1B1Q1A2LD0/LLN0\$GO\$gcb_A	AA1B1Q1A2LD0/LLN0\$GO\$gcb_A
GoID	Goose BRA	Goose BRA
DataSet	Goose BRA	Goose BRA
Rev	4	4
numDataSetEntries	64	64
nEntries	64	64
MinTime	4	3.974
MaxTime	1000	1000.014

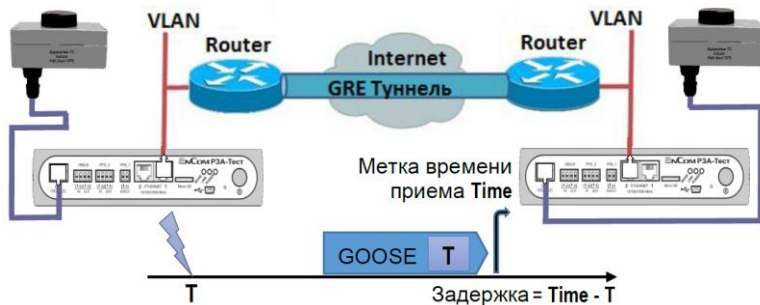
## 2. Измерение задержек

Анализатор можно использовать для измерения задержек передачи GOOSE-сообщений по различным каналам связи. Выполнение данных измерений предполагает наличие синхронизации времени отправителя и приемника сообщений. Возможны два варианта организации измерений.

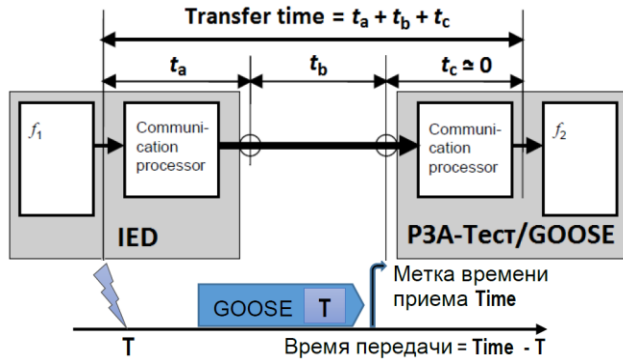
В первом случае канал связи обеспечивает передачу целостных пакетов GOOSE-сообщения, формирователем которых является анализатор на удаленной стороне. Высокое быстродействие сетевого стека анализатора обеспечивает в пакете сообщения значение метки времени T, близкое к моменту начала передачи фрейма по сетевому интерфейсу.



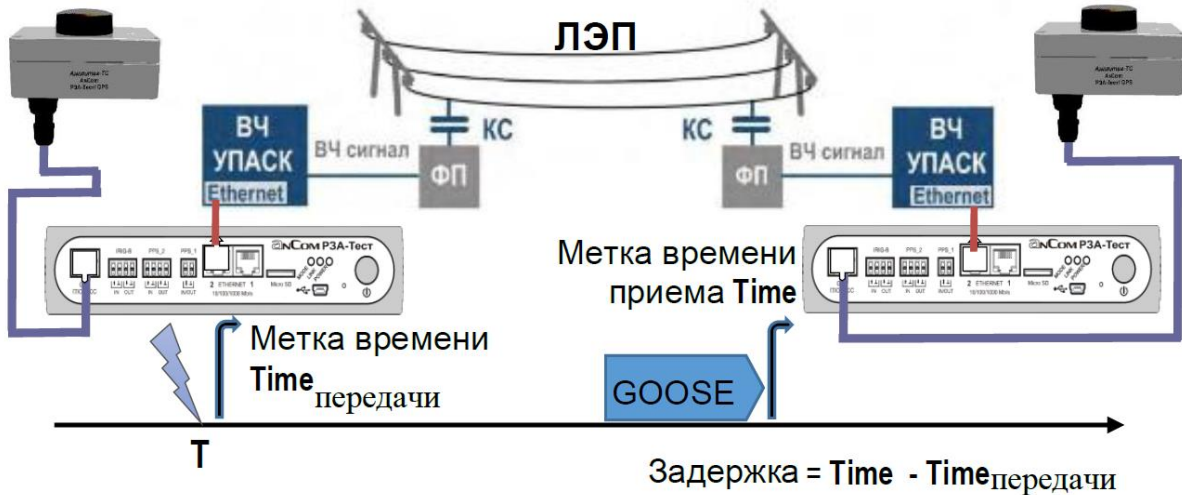
Анализатор на приемной стороне вычисляет задержку передачи, как разность времени приема фрейма и метки времени T в принятом пакете сообщения. Вычисление задержки осуществляется для пакетов сообщений с номером StNum = 0, соответствующих изменению состояния. Данный метод обеспечивает, например, измерение задержек передачи GOOSE-сообщений по IP-туннелю. Для получения оценки полного нормируемого времени передачи сообщений к измеренной задержке нужно прибавить значения Transfet Time взаимодействующих ИЭУ.



Отправителем сообщений также может быть удаленный ИЭУ, имеющий точную синхронизацию времени и отсутствие задержки внутреннего scan-цикла. Измеренная таким образом задержка будет соответствовать нормируемому времени передачи сообщений от данного ИЭУ.

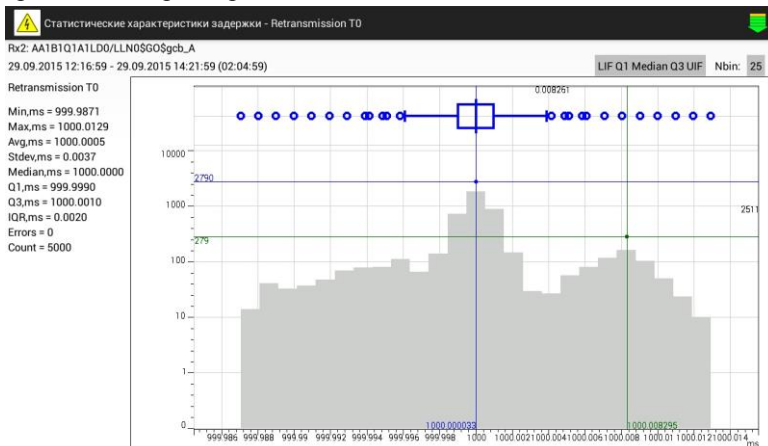


Во втором случае передатчик каналообразующей аппаратуры преобразует информационную часть пакета сообщения в кодируемые сигналы, которые приемник восстанавливает в виде пакета GOOSE-сообщения, аналогично принципу работы устройств передачи аварийных сигналов и команд (*УПАК*) в области ВЧ связи. Исходное значение метки времени  $T$  теряется при преобразовании, что не позволяет оценить задержку передачи по первому методу. В этом случае анализатор на стороне приема публикует последовательность сообщений с теми же временными характеристиками, что и удаленный анализатор. Публикуемые на стороне приема сообщения могут не передаваться по сети, для измерения задержки используется только время начала передачи каждого фрейма. Синхронизация обеспечивает точное совпадение моментов времени начала передачи для двух анализаторов, таким образом, что анализатор на приемной стороне вычисляет задержку передачи, как разность времени приема фрейма и собственного времени начала передачи фрейма с принятыми значениями счетчиков  $StNum$ ,  $SqNum$ .



Статистическая достоверность полученных оценок обеспечивается продолжительностью и заданной интенсивностью публикации сообщений удаленным анализатором, а также возможностью имитации требуемого уровня загрузки сети и всплесков сетевой активности с помощью фоновых сообщений.

Постобработка записанной последовательности GOOSE-сообщений обеспечивает построение графиков изменения задержек, а также гистограмм распределения и диаграмм разброса измеряемых временных параметров.

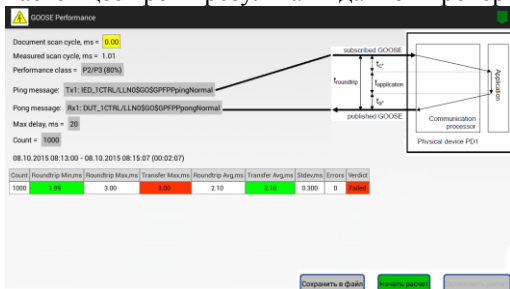


## 5. Проверка GOOSE Performance

В настоящее время результат проверки соответствия ИЭУ заявленному классу производительности при передаче GOOSE-сообщений обычно содержится в Protocol Implementation eXtra Information for Testing (PIXIT), но информация о максимальном измеренном значении и среднем значении времени передачи сообщений может отсутствовать.

Анализатор позволяет выполнить данную проверку в соответствии с требованиями стандарта IEC 61850-10 и методикой UCA International Users Group.

Проверка может выявить зависимость времени передачи GOOSE от количества подписанных и не подписанных сообщений, а также от интенсивности обмена и структуры DataSet, поскольку о существовании подобных зависимостей упоминают разработчики стеков протоколов IEC 61850. В настоящее время результаты данной проверки о оценке.

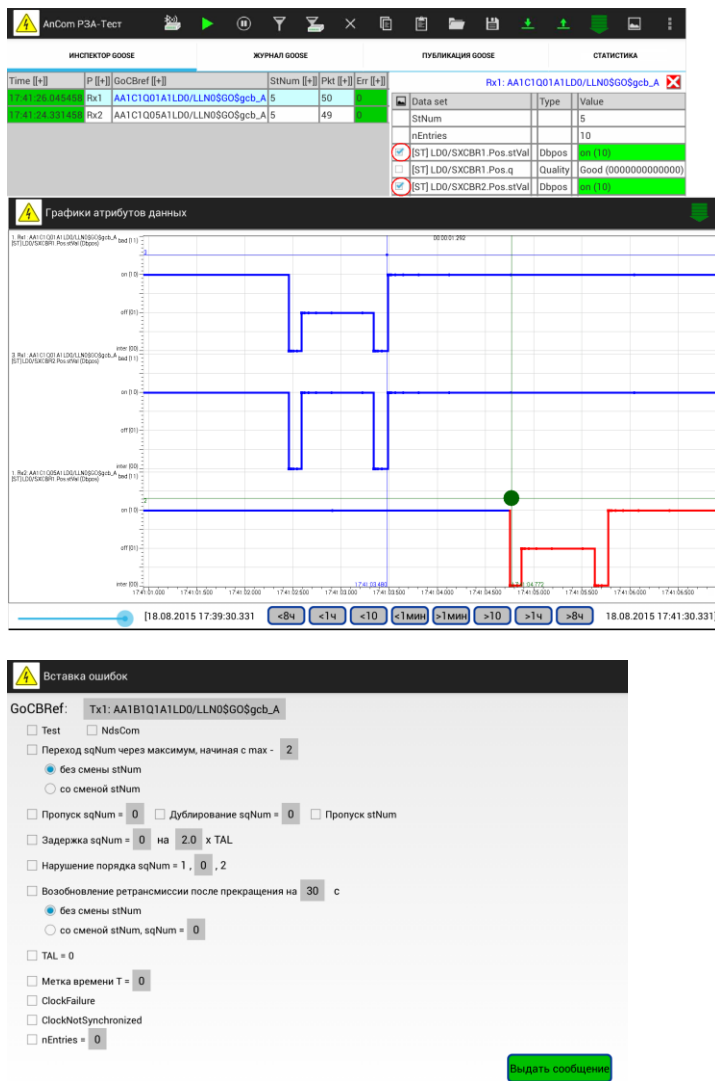


Прибор позволяет также выполнить проверку сохранения работоспособности ИЭУ при информационных всплесках с последующей нормализацией трафика. Таким способом можно оценить устойчивость устройств к гипотетической DoS-атаке.

## 6. Полезные возможности

Можно отметить полезные возможности прибора для проверок общей работоспособности ИЭУ:

- Обеспечивается формирование GOOSE-сообщений с произвольной структурой dataset во встроенном редакторе на базе спецификаций классов общих данных (CDC) или с помощью загрузки файлов конфигурации на языке SCL;
- Отображение принятых значений атрибутов данных в виде таблицы именованных значений с выделением обнаруженных изменений цветом;
- Построение графиков изменения значений атрибутов данных с учетом Quality, визуальное сопоставление интересующих графиков, курсорные измерения на графиках;
- Возможность проверки реакции ИЭУ на получение GOOSE-сообщений с ошибками нумерации, задержками ретрансмиссии и другими отклонениями от стандарта согласно «Conformance Test Procedures for Server Devices with IEC 61850-8-1 interface».



Прибор можно использовать для проверок настройки Ethernet-коммутаторов, предназначенных для передачи сообщений с тэгом 802.1Q:

- Загрузка сети потоками сообщений с различными VLAN ID, позволяет контролировать правильность их доставки к требуемым edge-портам;
- Аппаратная фильтрация приема по совпадению или несовпадению VLAN ID и MAC-адресов может быть полезна при контроле передачи сообщений на trunk-портах.

### Информация об авторе:

Шириков Михаил Васильевич, ведущий специалист ООО «Аналитик-ТС», Москва.