

Беркут-ММТ
Модуль анализа интерфейсов передачи данных

Руководство по эксплуатации
МТРГ.411972.002 РЭ
Редакция 4, 2020

Никакая часть настоящего документа не может быть воспроизведена, передана, преобразована, помещена в информационную систему или переведена на другой язык без письменного разрешения производителя. Производитель оставляет за собой право без дополнительного уведомления вносить изменения, не влияющие на работоспособность прибора, в аппаратную часть или программное обеспечение, а также в настоящее руководство по эксплуатации.

© НТЦ Метротек, 2021

Оглавление

1. Условные обозначения и сокращения	5
2. Общие сведения	6
2.1. Область применения	6
2.2. Основные возможности	6
3. Комплект поставки	7
4. Описание сменного модуля	8
5. Работа с графическим интерфейсом	9
5.1. Обзор	9
5.2. Получение сводки об измерениях и настройках.....	10
5.3. Диагностика состояния тестируемого интерфейса	10
6. Настройки.....	12
6.1. Адаптер	12
6.2. Режим	13
6.3. Интерфейс.....	13
6.4. Синхронизация.....	14
6.5. Скорость передачи	14
7. Базовые измерения.....	16
7.1. Схемы подключения прибора	16
7.2. Проведение измерений.....	17
7.2.1. Длительность измерений	18
7.2.2. Индикатор времени тестирования	18
7.3. Результаты измерений.....	19
7.3.1. G.821.....	19
7.3.2. G.826.....	21
7.3.3. Ошибки	23
7.3.4. Аварии	24
8. Сохранение/загрузка результатов измерений.....	26
9. Тестирование интерфейса С1-И	29
9.1. Определение ревизии адаптера С1-И.....	29
9.2. Характеристики адаптера С1-И.....	29
9.3. Временные диаграммы сигналов	30
9.4. Измерения.....	31

10. Генерация событий	32
10.1. Общие настройки	32
10.2. Генерация ошибок	33
10.3. Генерация аварий	33
11. Адаптеры Datacom	34
11.1. Адаптер B5-DA-A1 — X.24/V.11	34
11.2. Адаптер B5-DA-A2 — V.24/V.28	35
11.3. Адаптер B5-DA-A3 — V.24/V.11	36
11.4. Адаптер B5-DA-A4 — V.24/V.35	37
11.5. Адаптер B5-DA-A5 — C1-И.....	39
12. Спецификации	40
12.1. Тестируемые интерфейсы	41
12.2. Общие характеристики	42
13. Устранение неисправностей	42
14. Структура каталогов	43
15. Литература.....	44

1. Условные обозначения и сокращения

В данном руководстве используются обозначения, приведённые в таблице 1.1.

Таблица 1.1. Условные обозначения

Обозначение	Комментарий
Примечание:	Важное указание или замечание
«Текст»	Обозначение пункта меню прибора или кнопки клавиатуры

В тексте руководства без расшифровки будут применяться сокращения, приведённые в таблице 1.2.

Таблица 1.2. Сокращения

Сокращение	Комментарий
DUT	Device Under Test (Тестируемое устройство)
DTE	Data Terminal Equipment (Оконечное оборудование обработки данных)
DCE	Data Communication Equipment (Оборудование передачи данных)
NUT	Network Under Test (Тестируемая сеть)
ПСП	Псевдослучайная последовательность

2. Общие сведения

Сменный модуль тестирования интерфейсов передачи данных В5-DA (далее — модуль, модуль В5-DA) совместно с измерительной платформой Беркут-ММТ предназначен для проведения измерений и диагностического тестирования аппаратуры передачи данных, обеспечивающей скорость обмена данными от 50 бит/с до 2 Мбит/с.

2.1. Область применения

Модуль В5-DA обладает набором функций, которые позволяют использовать его в следующих областях:

- тестирование каналов передачи данных для определения качества предоставления услуг в процессе ввода оборудования в эксплуатацию;
- проведение диагностики работы существующей сети;
- решение различных измерительных задач, включая определение показателей ошибок сквозного соединения в сетях передачи данных в режиме эмуляции DTE/DCE, пассивного мониторинга.

2.2. Основные возможности

1. Проведение измерений в режимах эмуляции DTE/DCE, а также в режиме пассивного мониторинга для следующих интерфейсов:
 - X.24/V.11;
 - V.24/V.28;
 - V.24/V.35;
 - V.24/V.11 (V.36/RS-449).
2. Тестирование интерфейса С1-И (ГОСТ 27232-87).
3. Измерение и анализ параметров интерфейсов передачи данных в соответствии с Рекомендациями МСЭ-Т G.821 [1], G.826 [2], M.2100 [3].
4. Формирование тестовых ПСП, возможность задавать пользовательскую ПСП.
5. Генерация ошибок и аварий.

3. Комплект поставки

Таблица 3.1. Комплект поставки

Наименование	Кол-во
Модуль тестирования интерфейсов передачи данных	1
Адаптер B5-DA-A1 – X.24/V.11	1
Адаптер B5-DA-A2 – V.24/V.28	1
Адаптер B5-DA-A3 – V.24/V.11 (V.36/RS-449)	1
Адаптер B5-DA-A4 – V.24/V.35	1
Адаптер B5-DA-A5 – C1-И	см. прим.
Кабель соединительный SCSI, марка SCI-44	1
Руководство по эксплуатации (диск CD)	1

Примечание. Адаптер B5-DA-A5 – C1-И в стандартный комплект поставки не входит, поставляется по предварительному заказу. Адаптер имеет две ревизии с различными характеристиками (см. раздел 9.2). При заказе адаптера следует указывать номер ревизии.

4. Описание сменного модуля

Вид передней и задней панелей модуля B5-DA представлен на рис. 4.1 и рис. 4.2.

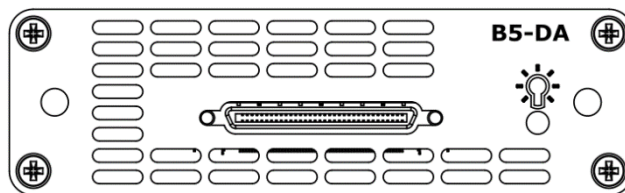


Рисунок 4.1. Передняя панель модуля B5-DA

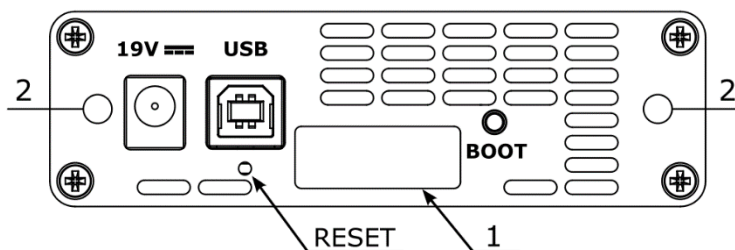


Рисунок 4.2. Задняя панель модуля B5-DA

Назначение разъемов и подключаемые к ним устройства приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1. Описание разъемов модуля

Маркировка	Назначение	Подключаемое устройство
рис. 4.1, без маркировки	Подключение адаптера	Соединительный кабель
6..19V	Подключение внешнего блока	Блок питания ¹
USB	Подключение к ПК по интерфейсу USB	Кабель USB ¹
рис. 4.2, разъем 1	Подключение к анализатору	Анализатор Беркут-ММТ

Цифрой 2 на рис. 4.2 обозначены отверстия для закрепления модуля в приборе с помощью крепёжных винтов.

Кнопка BOOT и кнопка, обозначенная на рис. 4.2 как RESET, служат для обновления прошивки микроконтроллера модуля.

Кнопка RESET также служит для сброса модуля при подключении по USB и/или при наличии внешнего питания.

Светодиодный индикатор отображает подключение внешнего питания:

- не горит — питание не подано или модуль неисправен (см. раздел 13);
- горит зелёным — питание подано, модуль в рабочем режиме;
- горит красным — питание подано, модуль в нерабочем режиме (см. раздел 13).

¹ В стандартную комплектацию не входит.

5. Работа с графическим интерфейсом

5.1. Обзор

Главное меню «DA — Анализ» содержит кнопки перехода к приложениям для проведения измерений и кнопки перехода к настройкам параметров измерений. Слева на экране располагаются индикаторы событий, индикатор уровня заряда батареи и кнопка для просмотра статусной панели.

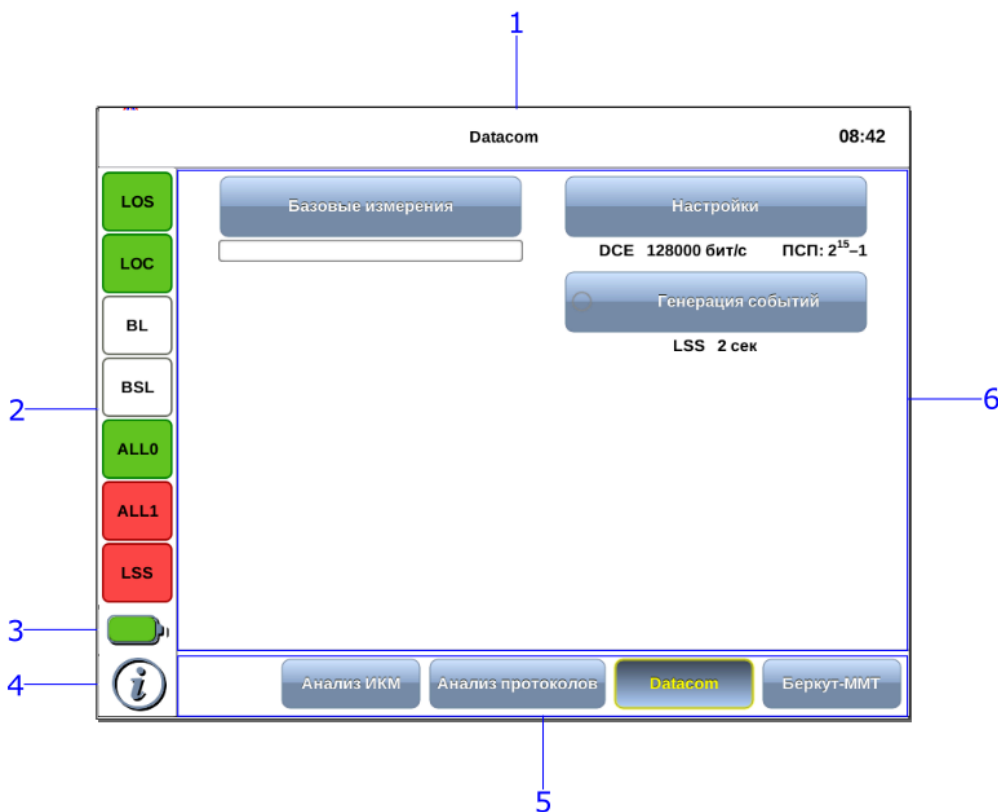


Рисунок 5.1. Главное меню

Цифрами на рисунке обозначены:

- 1 — текущий режим измерений;
- 2 — панель индикаторов состояния тестируемых интерфейсов (см. раздел 5.3);
- 3 — иконка статуса батареи²;
- 4 — иконка информации об основных настройках тестов (см. раздел 5.2);
- 5 — панель переключения режимов измерений²;
- 6 — кнопки перехода к настройкам параметров измерений и приложениям для запуска измерений.

² Подробное описание представлено в брошюре «Беркут-ММТ. Универсальный анализатор телекоммуникационных сетей. Руководство по эксплуатации»

5.2. Получение сводки об измерениях и настройках



Статусная панель отображается при нажатии на кнопку  или ³ и содержит информацию о настройках основных тестов, а также о состоянии выполняющихся измерений.



Рисунок 5.2. Статусная панель

На панели отображаются:

- тип подключённого адаптера;
- тип и параметры генерации события;
- индикатор времени тестирования для запущенного теста;
- режим работы прибора, тип интерфейса, источник синхронизации, тип ПСП.

5.3. Диагностика состояния тестируемого интерфейса

При проведении измерений осуществляется четырёхцветная индикация событий:

- зелёный — отсутствие аварий и ошибок, всё в порядке;
- красный — в настоящее время наблюдается ошибка или авария;
- жёлтый — отсутствие ошибки или аварии на текущий момент, но с момента сброса состояния индикаторов данные события были обнаружены.
- не горит — ошибка/авария в данном режиме не определяется.

³ Кнопка расположена на передней панели корпуса прибора.

Ниже представлено описание индикаторов событий.

LOS	Отсутствие сигнала.
LOC	Потеря тактовой частоты.
BL	Обрыв линии.
BSL	Потеря байтовой синхронизации.
LSS	Отсутствие синхронизации тестовой последовательности.
ALL0	Приём последовательности «Все 0».
ALL1	Приём последовательности «Все 1».

Сброс состояния индикаторов выполняется при нажатии на любой индикатор.

6. Настройки

Приложение «DA – Настройки» позволяет настроить параметры модуля, установив режим работы, тип интерфейса и источник синхронизации, а также задать скорость передачи сигнала и выбрать тип ПСП.

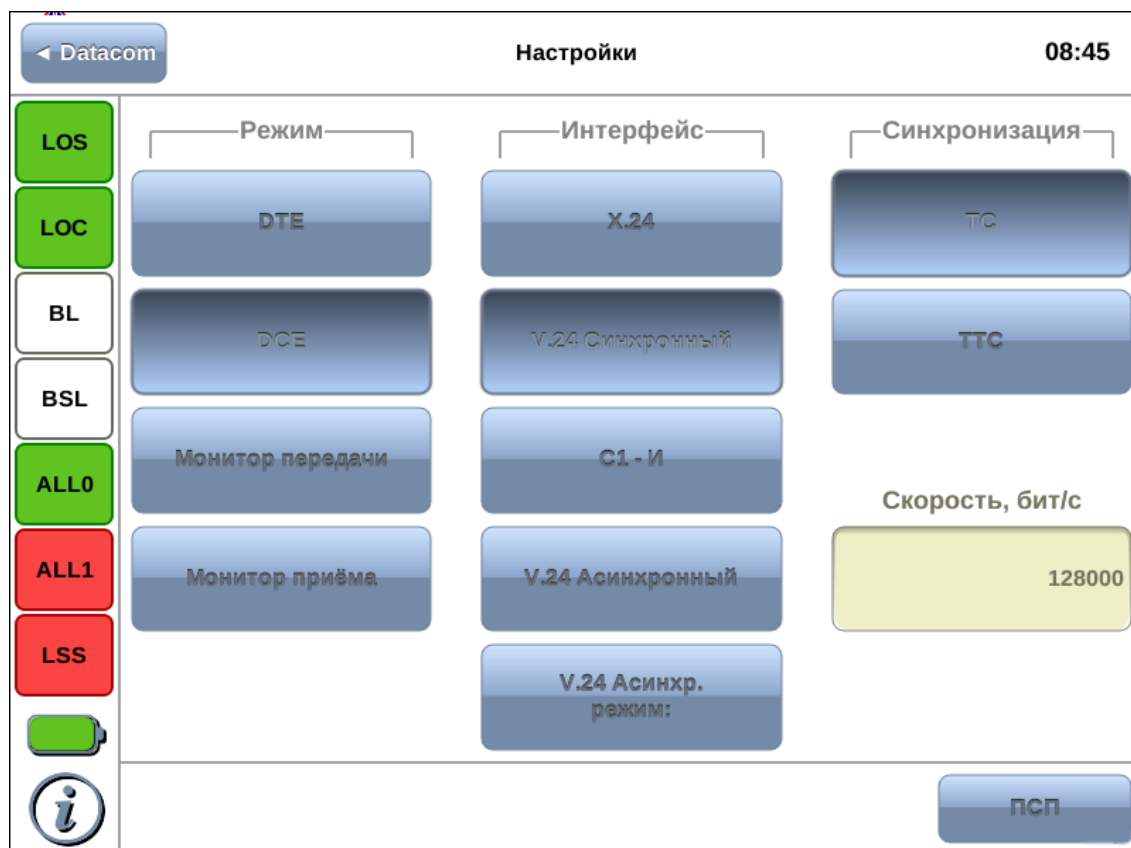



Рисунок 6.1. Приложение «DA – Настройки»

6.1. Адаптер

Модуль B5-DA поддерживает несколько типов адаптеров (см. раздел 11).

Прежде чем настраивать модуль, необходимо убедиться в том, что по кабелю SCSI к нему подключён нужный адаптер.

При подключении к прибору адаптер распознается автоматически. Информацию о нем можно получить, нажав на кнопку  (см. раздел 5.2).

Для каждого из адаптеров доступные режимы работы, типы интерфейса, скорость передачи данных и другие параметры могут различаться. Неподдерживаемые значения параметров в приложении «DA – Настройки» недоступны для выбора.

Настройки модуля B5-DA для каждого из адаптеров хранятся в памяти Беркут-ММТ и применяются автоматически при подключении адаптера к прибору.

Если к Беркут-ММТ не подключён ни один из поддерживаемых адаптеров, в приложении «DA – Настройки» отображается конфигурация модуля для последнего подключённого адаптера. В этом случае ни один из параметров недоступен для редактирования.

6.2. Режим

Модуль B5-DA может работать в одном из четырёх режимов: DTE, DCE, монитор передачи, монитор приёма.

Режим работы модуля выбирается в соответствии с табл. 6.1.

Таблица 6.1. Режимы работы

Режим	Описание
DTE	Модуль включается в линейный тракт в качестве DTE
DCE	Модуль включается в линейный тракт в качестве DCE
Монитор передачи	Режим используется, когда необходимо осуществить мониторинг передаваемого (TD, рис. 6.2) потока без влияния на тракт
Монитор приёма	Режим используется, когда необходимо осуществить мониторинг принимаемого (RD, рис. 6.2) потока без влияния на тракт

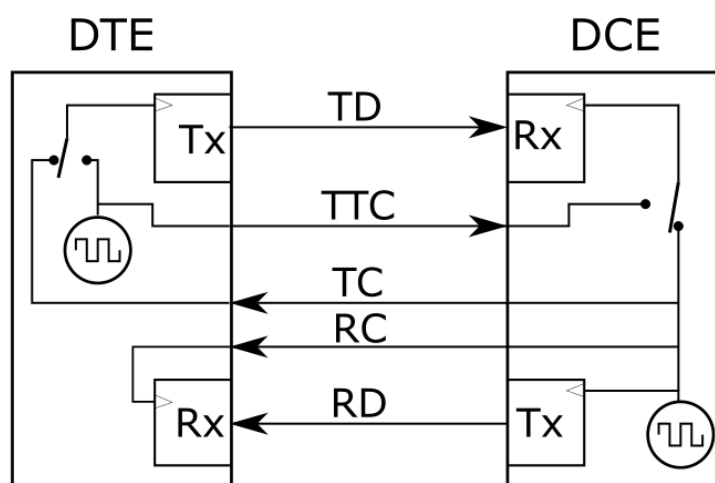


Рисунок 6.2. Направление управляющих сигналов

6.3. Интерфейс

Тип последовательного интерфейса выбирается на основании используемых протоколов передачи данных: X.24, V.24 синхронный, V.24 асинхронный.

Примечание: тип физического интерфейса (V.28, V.11, V.35) прибор определяет автоматически в зависимости от подключённого адаптера.

В случае выбора асинхронного интерфейса (V.24 Асинхронный) необходимо выполнить настройку параметров асинхронной передачи, нажав на кнопку «V.24 Async. mode» (рис. 6.3).

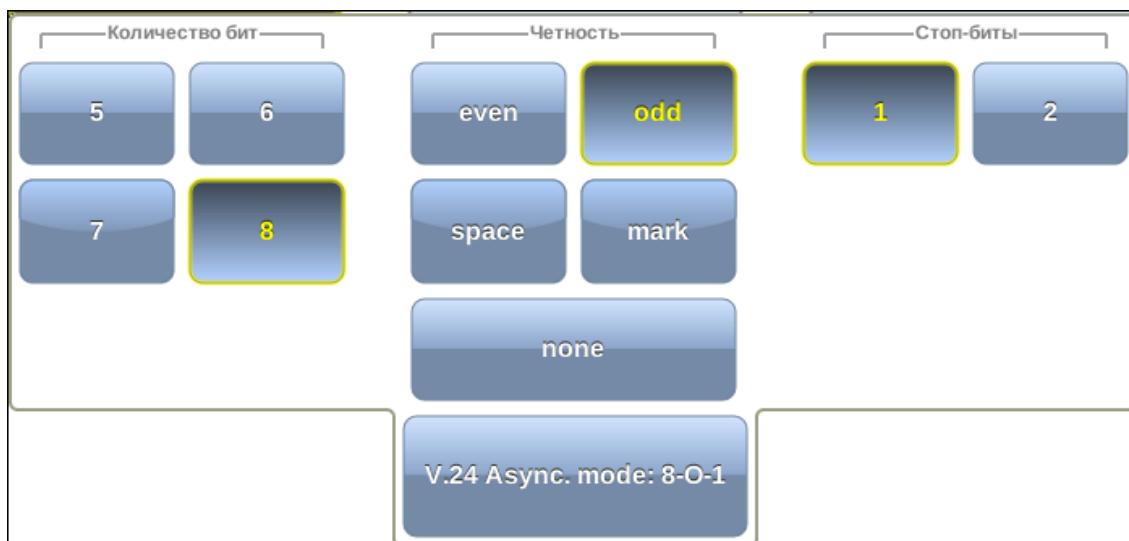


Рисунок 6.3. Окно «V.24 Async. mode»

Количество бит	Количество бит в асинхронной посылке.
Чётность	Режим контроля чётности: <ul style="list-style-type: none"> – even — чётное число единиц; – odd — нечётное число единиц; – space — установка нуля; – mark — установка единицы; – none — без контроля чётности.
Стоп-биты	Количество стоп-битов.

6.4. Синхронизация

Если в группе «Интерфейс» установлено «V.24 синхронный», необходимо задать источник синхросигнала в зависимости от выбранного режима (см. рис. 6.2):

- ТС — источником синхросигнала является DCE;
- ТТС — источником синхросигнала является DTE.

6.5. Скорость передачи

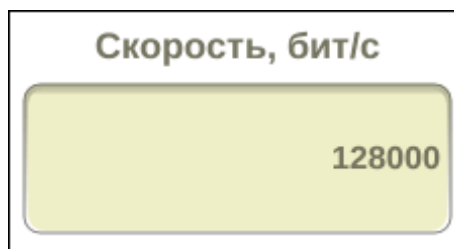


Рисунок 6.4. Поле ввода значения скорости передачи

Для задания скорости передаваемого сигнала необходимо нажать на поле ввода скорости передачи и ввести значения вручную с помощью экранной клавиатуры.

Диапазон значений, допустимых для ввода, зависит от подключённого к карте Datacom адаптера (см. раздел 12.1).

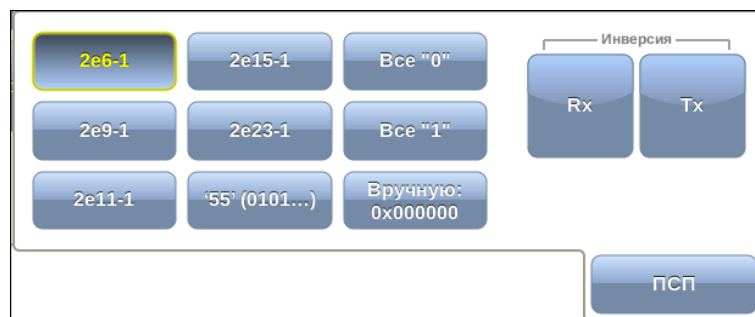


Рисунок 6.5. Выбор типа ПСП

Для выбора типа ПСП необходимо нажать на кнопку ПСП, расположенную в левом нижнем углу экрана «DA — Настройки», и в открывшемся окне выбрать тип ПСП, нажав на кнопку с соответствующим названием.

Описание возможных типов ПСП, соответствующих рекомендации МСЭ-Т O.150 [4], приведено в таблице 6.2.

Таблица 6.2. Тестовые последовательности

Тип последовательности	Применение
2e9-1	Для определения ошибок (при передаче данных по каналу связи со скоростью не более 14,4 кбит/с)
2e11-1	Для определения ошибок и джиттера (при передаче данных по каналу связи со скоростью 64 кбит/с и 64×N кбит/с, где N — целое число)
2e15-1	Для определения ошибок и джиттера (при передаче данных по линии связи со скоростью 1544, 2048, 6312, 8448, 32 064 и 44 736 кбит/с)
2e23-1	Для определения ошибок и джиттера (при передаче данных по линии связи со скоростью 34 368 и 139 264 кбит/с)

Также возможно задать три дополнительных типа последовательностей:

- «55» — последовательность, состоящая из чередующихся нулей и единиц;
- «Все 0» — последовательность, содержащая только 0;
- «Все 1» — последовательность, содержащая только 1.

При нажатии на кнопку «Вручную» открывается меню, позволяющее задать произвольную ПСП, состоящую из 24 бит. Для ввода значений необходимо выбрать 0/1 в полях «Байт 1», «Байт 2» и «Байт3».

Кнопка «Rx» в группе «Инверсия» позволяет включить инвертирование принимаемой тестовой последовательности, кнопка «Tx» — инвертирование передаваемой тестовой последовательности.

7. Базовые измерения

Приложение «DA – Базовые измерения» позволяет проводить измерения в соответствии с рекомендациями МСЭ-Т G.826/M.2100, МСЭ-Т G.821, а также управлять процессом генерации ошибок и аварий.



Рисунок 7.1. Приложение «DA – Базовые измерения»

7.1. Схемы подключения прибора

Измерения, проводимые прибором Беркут-ММТ по рекомендациям МСЭ-Т G.821 и МСЭ-Т G.826/M.2100, представляют собой оценку базовых параметров каналов передачи данных и осуществляются при непосредственном подключении к тестируемому тракту в режиме DTE/DCE или с использованием режима мониторинга.

В первом случае предполагается, что канал не используется для передачи реального цифрового трафика в процессе тестирования. Схемы подключения прибора приведены на рис. 7.2 и рис. 7.3.

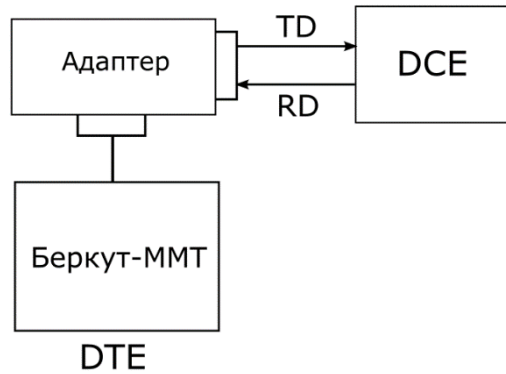


Рисунок 7.2. Схема с выводом канала из обслуживания. Вариант 1

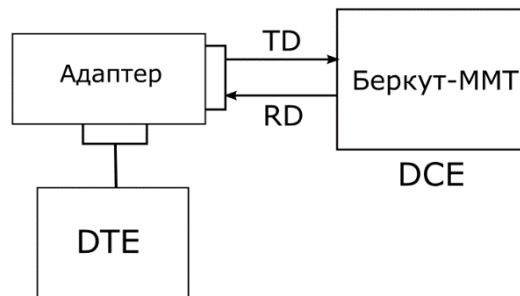


Рисунок 7.3. Схема с выводом канала из обслуживания. Вариант 2

Во втором случае предполагается, что мониторинг тракта необходимо проводить непосредственно в процессе его работы. Схема подключения прибора приведена на рис. 7.4.

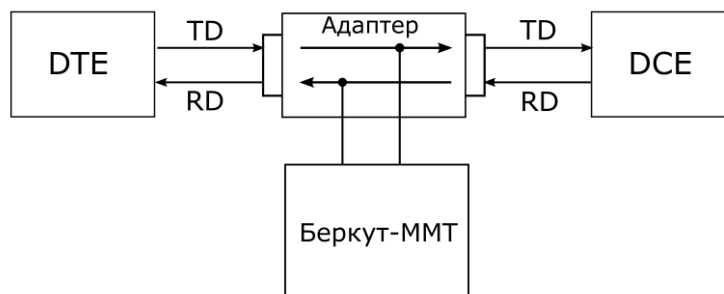


Рисунок 7.4. Схема без вывода канала из обслуживания

7.2. Проведение измерений


Для измерения базовых параметров каналов передачи данных, описанных в рекомендациях МСЭ-Т G.821 и МСЭ-Т G.826, необходимо выполнить следующие действия.


1. Подключить прибор в соответствии с одной из схем, представленных на рисунках 7.2, 7.3, 7.4, используя соответствующие кабели и адаптеры.
2. Произвести настройку элементов приложения «DA – Настройки» (см. гл. 6).

3. Если предполагается вставка событий в передаваемый поток, произвести настройку элементов приложения «DA – Генерация событий» (см. гл. 9).
4. Перейти к приложению «DA – Базовые измерения». Задать длительность выполнения теста.
5. Нажать на кнопку Старт. При этом будут запущены все доступные измерения на всех вкладках приложения «DA – Базовые измерения». При необходимости запустить генерацию событий, нажав на кнопку с названием соответствующего события: в течение всего времени генерации точка на кнопке будет мигать красным цветом.

7.2.1. Длительность измерений

Поле ввода длительности измерений находится в группе Измерения приложения «DA – Базовые измерения».

Для выбора стандартных значений длительности измерений необходимо нажать на кнопку  и в раскрывающемся списке выбрать требуемую величину.

Для задания произвольных значений длительности измерений необходимо нажать на поле слева от кнопки  и ввести значения вручную с помощью экранной клавиатуры.

7.2.2. Индикатор времени тестирования

Во время проведения измерений в верхней части экрана приложения «DA – Базовые измерения» отображается индикатор времени тестирования.

Индикатор отображает время, прошедшее с начала запуска теста, и время, оставшееся до окончания тестирования, в формате «чч:мм:сс».



Рисунок 7.5. Индикатор времени тестирования

Цвет индикатора может меняться в процессе тестирования в зависимости от состояния теста (табл. 7.1).

Таблица 7.1. Индикация состояния теста

Цвет	Описание
зелёный	ES/SES, US не обнаружены.
жёлтый	Обнаружены ES/SES.
красный	Обнаружены US.

7.3. Результаты измерений

Результаты измерений базовых параметров отображаются в табличном и графическом виде на вкладках G.821, G.826, Ошибки, Аварии.

В процессе тестирования цвет таблиц с результатами измерений на вкладках G.821, G.826 может изменяться согласно описанию, представленному в таблице 7.1. Это позволяет проводить визуальный контроль измерений, находясь на существенном расстоянии от прибора.

7.3.1. G.821

Вид таблицы с результатами измерений по рекомендации G.821 приведён на рис. 7.6.

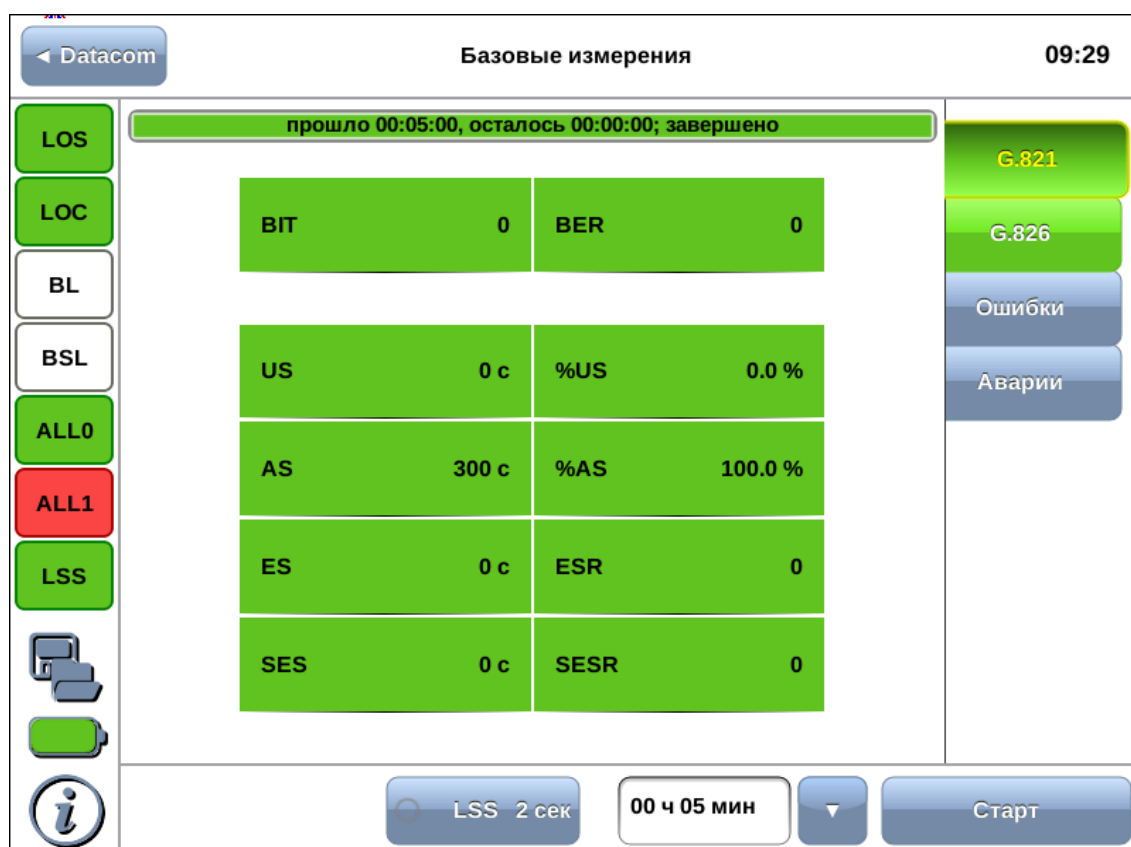


Рисунок 7.6. Результаты измерений G.821

Описание измеряемых параметров представлено в таблице ниже.

Таблица 7.2. Описание параметров рекомендации G.821

Параметр	Описание	Формула	Примечание
BIT	Количество ошибочных бит	Накопительный счёт	Не подсчитывается при отсутствии синхронизации с тестовой последовательностью
BER	Частота битовых ошибок	$BIT/ABIT$	ABIT – количество принятых бит
US	Количество секунд неготовности канала	Накопительный счёт	Подсчёт US начинается, когда в течение 10 секунд

Параметр	Описание	Формула	Примечание
			произошло 10 SES подряд, и заканчивается, если в течение 10 секунд не фиксируется ни одной SES. При этом первые 10 секунд включаются в число US, а последние 10 — исключаются
%US	Процент секунд неготовности канала по отношению ко времени, прошедшему с начала тестирования	$US/ET \times 100 \%$	—
AS	Количество секунд готовности канала	$ET - US$	Секунды готовности канала — все секунды, для которых не выполняется условие возникновения US
%AS	Процент секунд готовности канала по отношению к общему времени тестирования	$AS/ET \times 100 \%$	—
ES	Количество секунд с ошибкой	Накопительный счёт	Секунда с ошибкой — секунда, в течение которой значение параметра BER>0 или произошла одна из аварий: LOS, LSS. Подсчёт проводится только во время готовности канала
ESR	Отношение количества секунд с ошибками к общему количеству доступных секунд	ES/AS	—
SES	Количество секунд, существенно поражённых ошибками	Накопительный счёт	Секунда, существенно поражённая ошибками — секунда, в течение которой значение параметра BER>10 ⁻³ или произошла одна из аварий: LOS, LSS. Подсчёт проводится только во время готовности канала
SESR	Отношение количества секунд, существенно поражённых ошибками, к общему количеству доступных секунд	SES/AS	—

7.3.2. G.826

Вид таблицы с результатами измерений по рекомендации G.826 приведён на рис. 7.7.

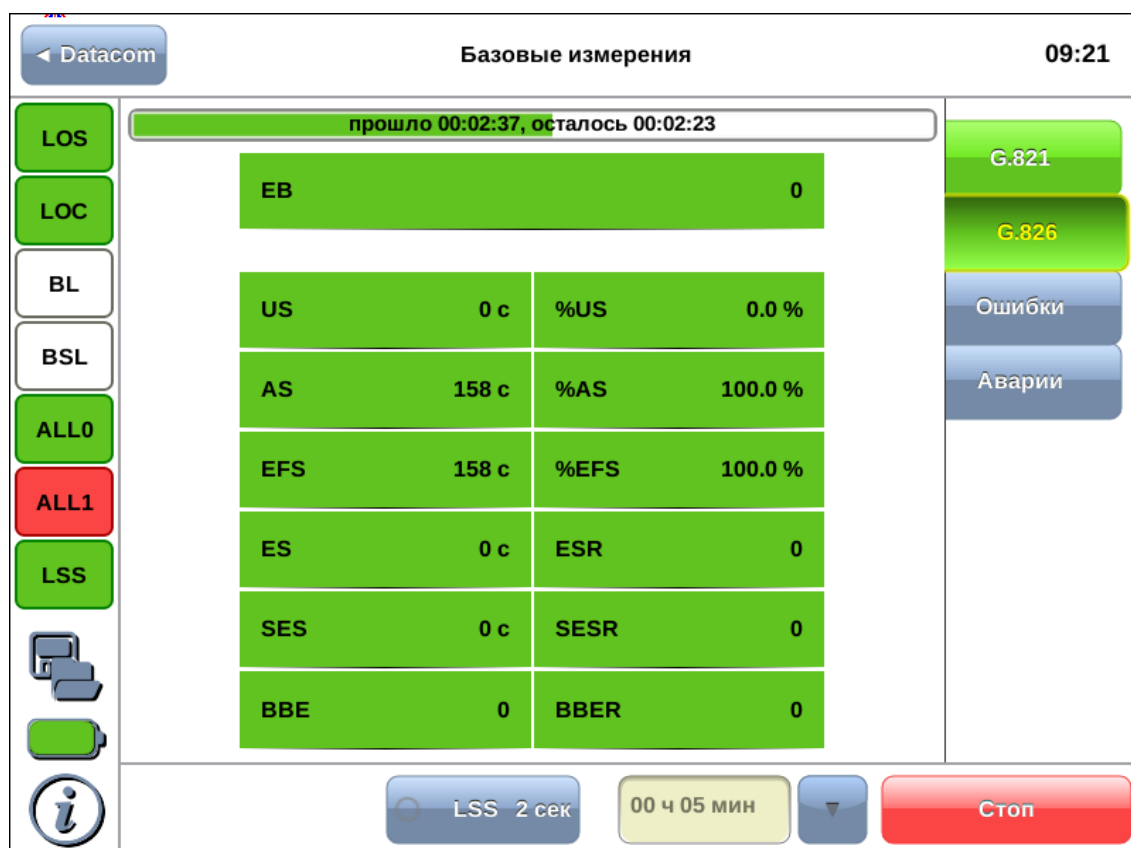


Рисунок 7.7. Результаты измерений G.826

Описание измеряемых параметров представлено в таблице ниже.

Таблица 7.3. Описание параметров рекомендации G.826

Параметр	Описание	Формула	Примечание
EB	Количество блоков с ошибками	См. рек. МСЭ-Т G.826	Общее количество аномалий в соответствии с рек. МСЭ-Т G.826
US	Количество секунд неготовности канала	Накопительный счёт	Подсчёт US начинается, когда в течение 10 секунд произошло 10 SES подряд, и заканчивается, если в течение 10 секунд не фиксируется ни одной SES. При этом первые 10 секунд включаются в число US, а последние 10 — исключаются
%US	Процент секунд неготовности канала по отношению ко времени, прошедшему с начала тестирования	$US/ET \times 100\%$	—
AS	Количество секунд готовности канала	$ET - US$	—
%AS	Процент секунд готовности канала по отношению	$AS/ET \times 100\%$	Секунды готовности канала — все секунды, для которых

Параметр	Описание	Формула	Примечание
	к общему времени тестирования		не выполняется условие возникновения US
EFS	Количество секунд, не содержащих блоков с ошибками	$AS-ES$	—
%EFS	Отношение количества секунд, не содержащих блоков с ошибками, ко времени, прошедшему с начала тестирования	$EFS/ET \times 100 \%$	—
ES	Количество секунд с ошибкой	Накопительный счёт	Секунда с ошибкой — секунда, в течение которой произошла хотя бы одна аномалия или одна из аварий: LOS, AIS, LOF. Подсчёт проводится только во время готовности канала
ESR	Отношение количества секунд, содержащих ошибки, к общему количеству доступных секунд	ES/AS	—
SES	Количество секунд, существенно поражённых ошибками	Накопительный счёт	Секунда, существенно поражённая ошибками, — секунда, в течение которой параметр $EB \geq 300$ или произошла одна из аварий: LOS, AIS, LOF. Подсчёт проводится только во время готовности канала
SESR	Отношение количества секунд, существенно поражённых ошибками, к общему количеству доступных секунд	SES/AS	—
BBE	Количество блоков с ошибками, произошедшими в течение AS	Накопительный счёт	Не подсчитывается в течение секунд, существенно поражённых ошибками
BBER	Отношение количества блоков с ошибками к общему количеству блоков в течение времени готовности канала	$BBE/1000 \times (AS-SES)$	—

7.3.3. Ошибки

Вид таблицы с результатами измерений ошибок показан на рисунке 7.8.



Рисунок 7.8. Вкладка «Ошибки»

Подробное описание измеряемых параметров приведено в таблице ниже.

Таблица 7.4. Описание регистрируемых ошибок

Параметр	Описание	Формула	Примечание
FRA	Количество пакетов, содержащих ошибку структуры	Накопительный счёт	—
FRAR	Средняя скорость пакетов, содержащих ошибку структуры	$FRA/CFRA$	CFRA — общее количество пакетов
PAR	Количество пакетов, содержащих ошибку чётности	Накопительный счёт	—
PARR	Средняя скорость пакетов, содержащих ошибку чётности	$PAR/CFRA$	CFRA — общее количество пакетов
BIT	Количество ошибочных бит	Накопительный счёт	При отсутствии синхронизации тестовой последовательности не подсчитывается
BER	Частота битовых ошибок	$BIT/ABIT$	ABIT — количество принятых бит
PSLP+	Количество положительных проскальзываний в тестовой последовательности	Накопительный счёт	Проскальзывания регистрируются только при передаче ПСП

Параметр	Описание	Формула	Примечание
PSLP-	Количество отрицательных проскальзываний в тестовой последовательности	Накопительный счёт	Проскальзывания регистрируются только при передаче ПСП

7.3.4. Аварии

Вид таблицы с результатами измерений аварий показан на рисунке 7.9.

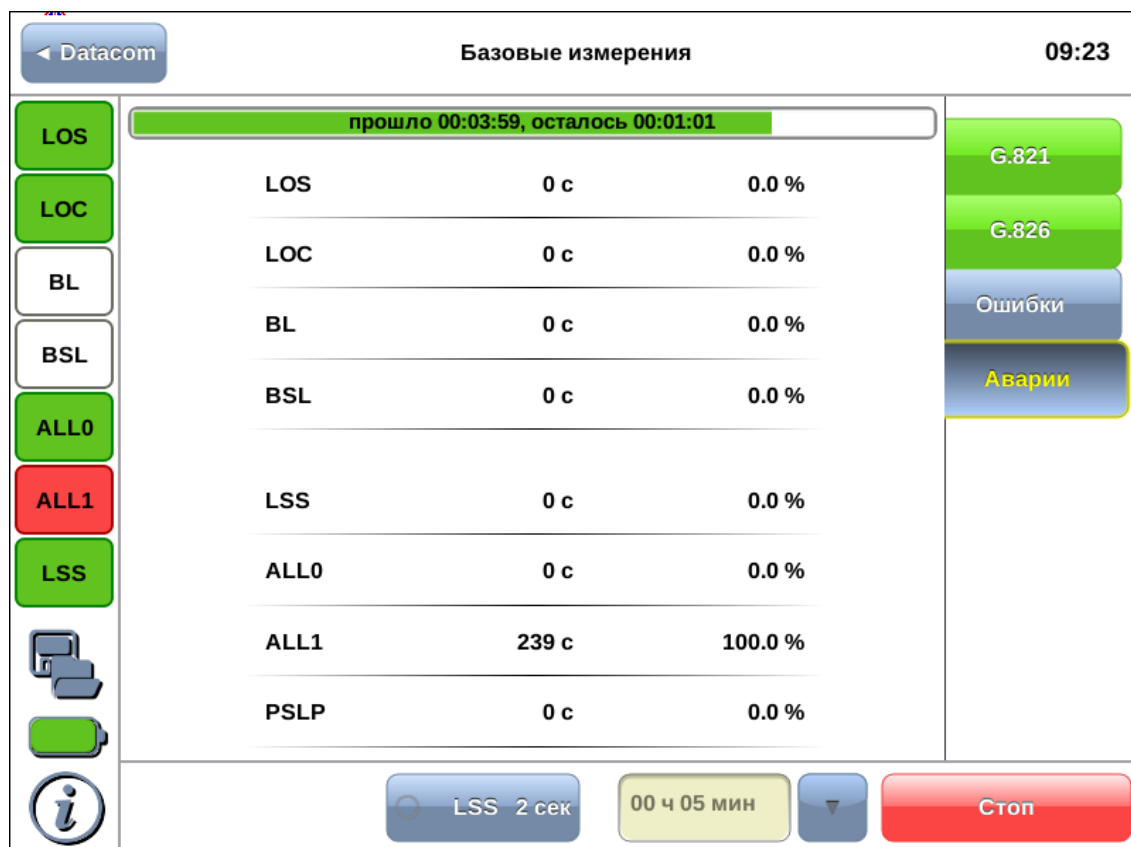


Рисунок 7.9. Вкладка «Аварии»


Подробное описание измеряемых параметров приведено в таблице ниже.

Таблица 7.5. Описание регистрируемых аварий

Параметр	Описание	Формула	Примечание
LOS	Количество секунд, во время которых был потерян сигнал	Накопительный счёт	—
LOC	Количество секунд, во время которых была потеряна тактовая частота	Накопительный счёт	Подсчёт осуществляется для синхронного интерфейса
BL	Количество секунд, во время которых был обрыв линии	Накопительный счёт	—
BSL	Количество секунд, во время которых была потеря байтовой синхронизации	Накопительный счёт	Подсчёт осуществляется для интерфейсов

Параметр	Описание	Формула	Примечание
			X.24/V.11
LSS	Количество секунд, в течение которых отсутствовала синхронизация тестовой последовательности	Накопительный счёт	—
ALL0	Количество секунд, в течении которых принималась последовательность «Все 0»	Накопительный счёт	—
ALL1	Количество секунд, в течение которых принималась последовательность «Все 1»	Накопительный счёт	—
PSLP	Количество секунд, в течение которых были зарегистрированы отрицательные/положительные проскальзывания в тестовой последовательности	Накопительный счёт	—

8. Сохранение/загрузка результатов измерений

Кнопка , расположенная в левой части экрана между панелью индикаторов состояния тестируемых интерфейсов и иконкой статуса батареи, предназначена для сохранения/загрузки результатов базовых измерений. При нажатии на эту кнопку появляется окно, представленное на рисунке ниже.

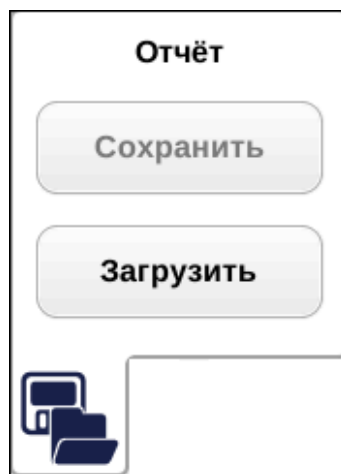


Рисунок 8.1. Сохранение/загрузка результатов измерений

Примечание: во время проведения измерений кнопки «Сохранить» и «Загрузить» становятся недоступными.

Кнопка «Сохранить» становится доступной только после завершения измерений. При нажатии на данную кнопку происходит генерация и сохранение отчёта, а также отображение окна с информацией о том, в какой файл был сохранён отчёт.

Отчёты сохраняются в каталог⁴ /home/user/bercut_mmt/datacom/g821_g826.

Формат сохранения файлов: <подсистема>_<тип измерений>_<дата>_<время>.txt

Например: da_base_2011-01-20_12-10-05.txt

Кнопка «Загрузить» доступна до проведения измерений. При нажатии на данную кнопку появляется диалоговое окно, позволяющее выбрать загружаемый отчёт из списка сохранённых отчётов (см. рис. 8.2).

⁴ Описание структуры каталогов приведено в разделе 14.

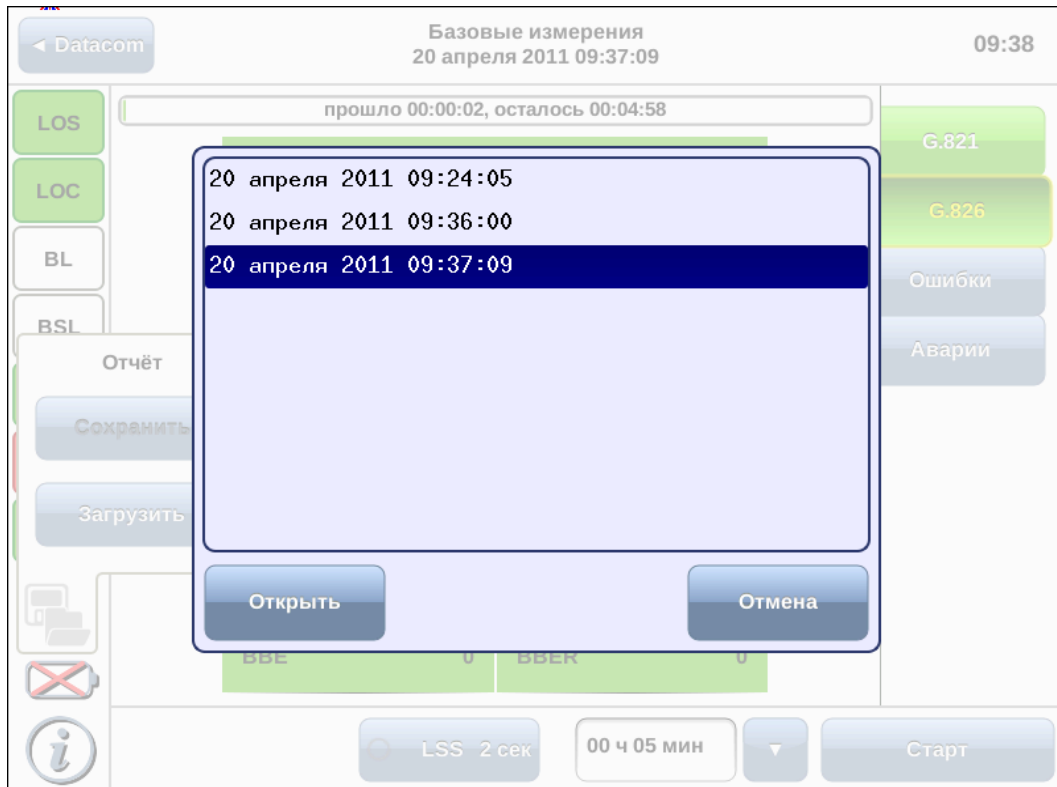


Рисунок 8.2. Список сохранённых отчётов

При нажатии на кнопку «Открыть» выбранный отчёт отображается в соответствующем окне (см. рис. 8.3).

При нажатии на кнопку «Отмена» диалоговое окно закрывается.

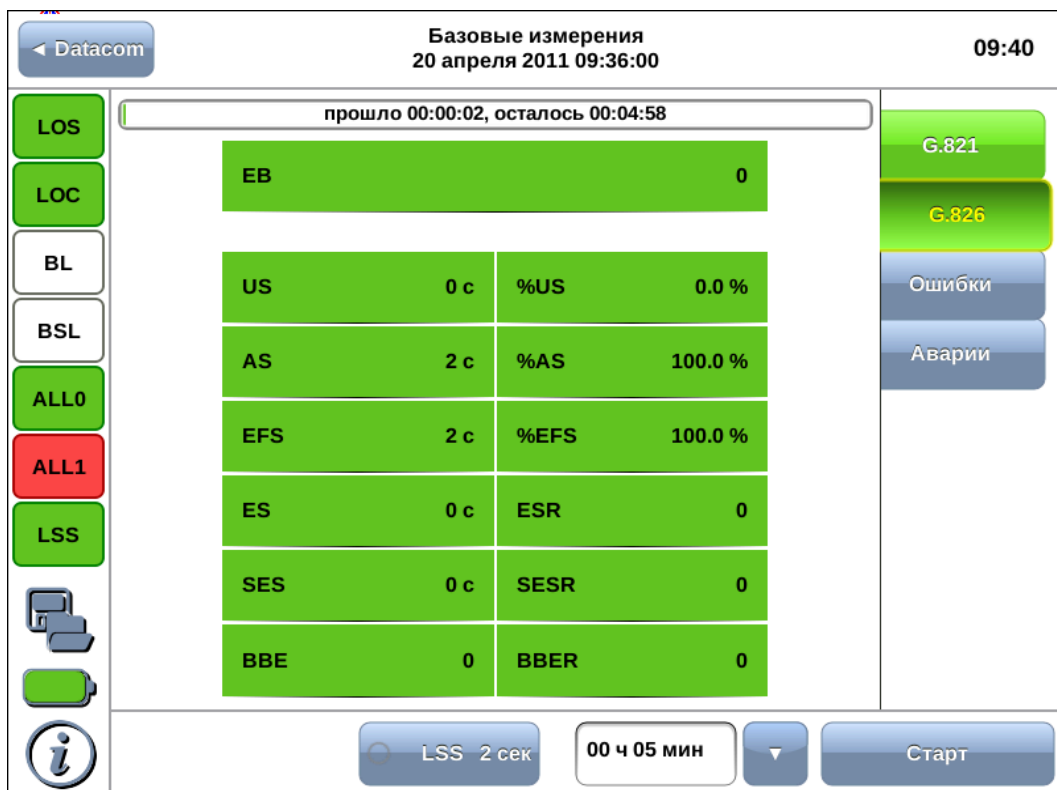


Рисунок 8.3. Отчёт о проведённых измерениях

В заголовке окна приведена информация о дате и времени сохранения отчёта.

Примечание: прибор Беркут-ММТ позволяет производить экспорт всех сохранённых отчётов на флеш-карту. Подробное описание представлено в брошюре «Беркут-ММТ. Универсальный анализатор телекоммуникационных сетей. Руководство по эксплуатации».

9. Тестирование интерфейса С1-И

С1-И — последовательный низкоскоростной интерфейс передачи данных, разработанный в соответствии с ГОСТ 27232-87 и используемый в отечественной аппаратуре связи. Для анализа интерфейса С1-И используется специальный адаптер (см. раздел 11.5), который подключается к измерительной платформе Беркут-ММТ через модуль В5-ДА с помощью SCSI кабеля:

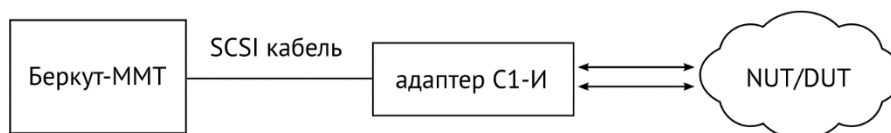


Рисунок 9.1. Схема подключения

9.1. Определение ревизии адаптера С1-И

Адаптер С1-И имеет две ревизии: 1.2 и 3.0. Способы определения ревизии:

1. С помощью интерфейса прибора. В статусной панели (см. раздел 5.2) для адаптера ревизии 1.2 отображается тип «s1i», для ревизии 3.0 – «s1i-ami».
2. С помощью наклейки на адаптере.

9.2. Характеристики адаптера С1-И

Параметры адаптеров ревизии 1.2 и 3.0 представлены в таблицах ниже.

Таблица 9.1. Параметры адаптера С1-И ревизии 1.2

Параметр	Значение
Скорость передачи сигналов, бит/с	Биимпульсный код: 1200–144 000
Шаг установки скорости, бит/с	1
Интерфейс	Четырёхпроводный
Входное/выходное сопротивление, Ом	150 ± 20%
Амплитудное значение сигнала на приёме в точках подключения к линии, мВ, не менее	20
Амплитуда, В	Биимпульсный код: 1

Таблица 9.2. Параметры адаптера С1-И ревизии 3.0

Параметр	Значение
Скорость передачи сигналов, бит/с	Биимпульсный код: 1190-144 000 Квазитроичный код: 32 000-480 100
Шаг установки скорости, бит/с	0,1
Интерфейс	Четырёхпроводный
Входное/выходное сопротивление, Ом	150 ± 20%
Амплитудное значение сигнала на приёме в точках подключения к линии, мВ, не менее	20
Амплитуда, В	Биимпульсный код: 1 Квазитроичный код: 3

9.3. Временные диаграммы сигналов

Временная диаграмма сигнала данных и соответствующего биимпульсного сигнала приведена на рис. 9.2.

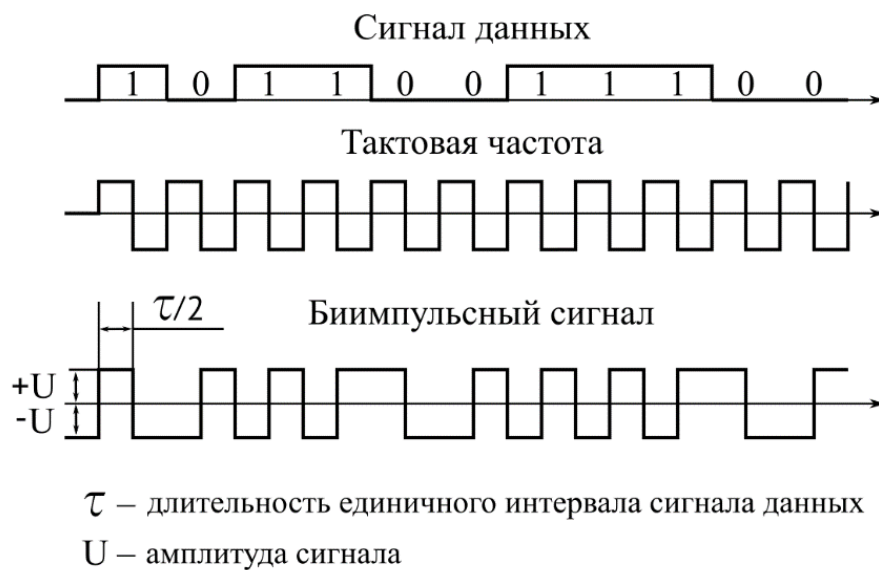


Рисунок 9.2. Временная диаграмма биимпульсного сигнала

Временная диаграмма сигнала данных и соответствующего квазитроичного сигнала приведена на рис. 9.3.

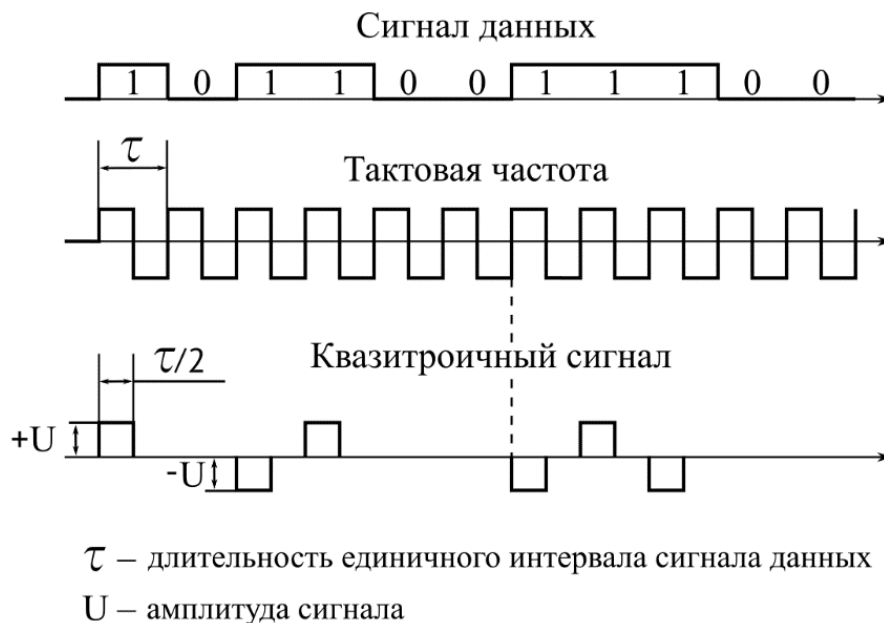


Рисунок 9.3. Временная диаграмма квазитроичного сигнала

9.4. Измерения

После подключения адаптера С1-И к прибору, меню «Настройки» будет иметь вид, показанный на рис. 9.4.

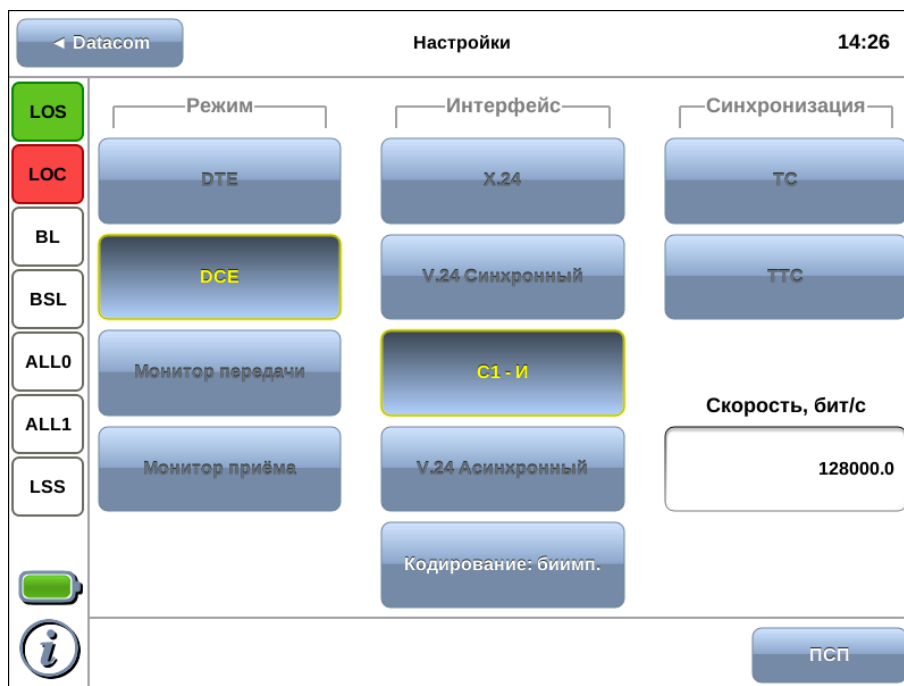


Рисунок 9.4. Меню «Настройки»

Для интерфейса С1-И доступны измерения и анализ параметров передачи данных, описанных в Рекомендациях МСЭ-Т G.821, G.826, M.2100. Пример результатов тестирования показан на рис. 9.5.

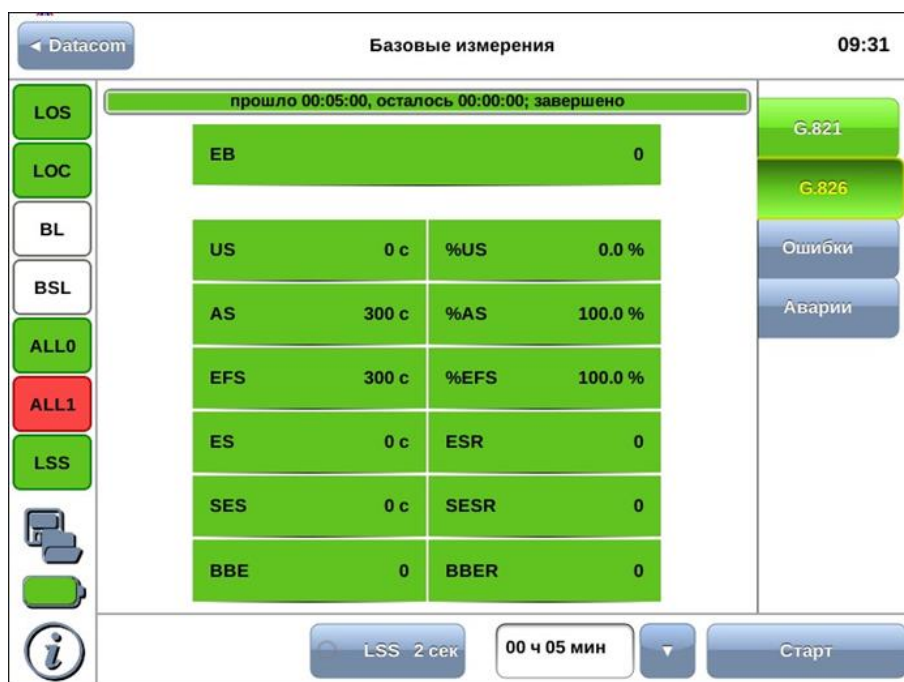


Рисунок 9.5. Результаты тестирования

10. Генерация событий

Приложение «DA – Генерация событий» позволяет осуществить вставку различных типов ошибок и аварий в передаваемый поток данных.

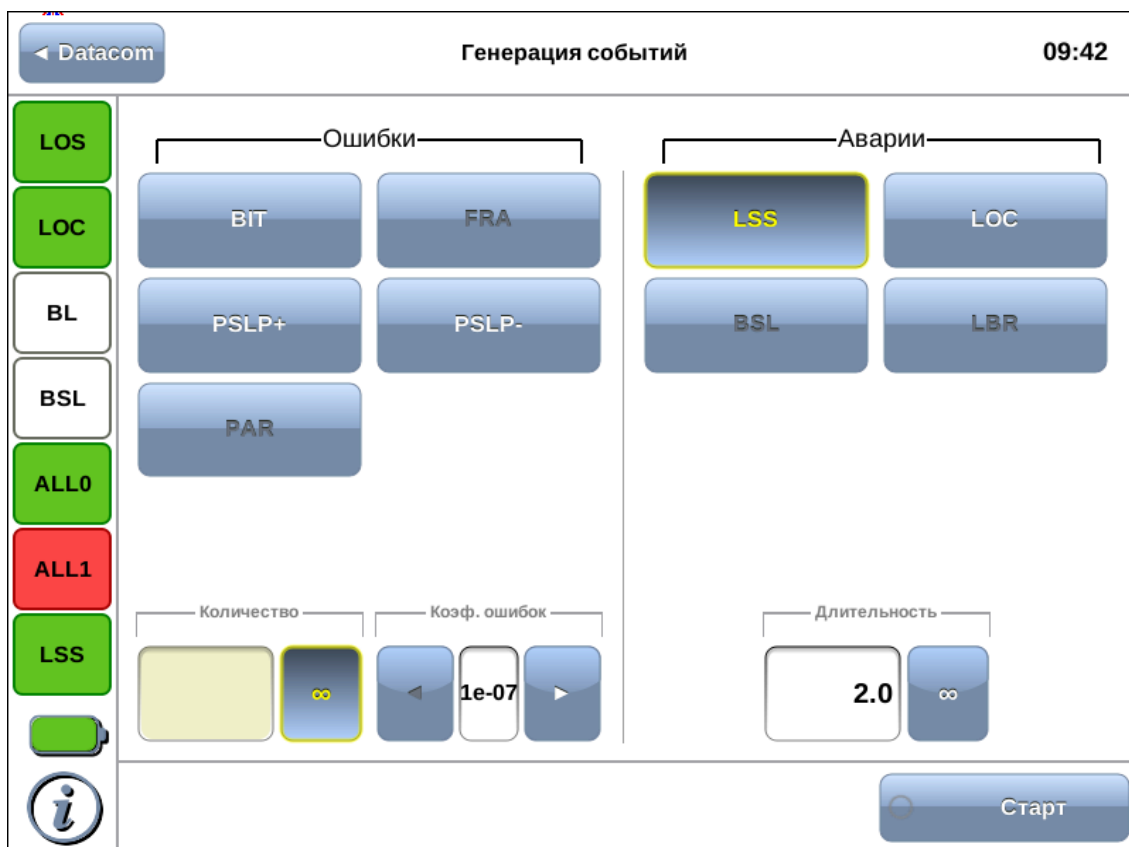


Рисунок 10.1. Приложение «DA – Генерация событий»

10.1. Общие настройки

Окно приложения состоит из двух областей: Ошибки и Аварии. В каждой области расположены кнопки с обозначением типов ошибок/аварий и поля для настройки параметров генерации. Для генерации события необходимо выполнить следующие действия.

1. Выбрать тип генерируемого события, нажав на кнопку с обозначением типа ошибки/аварии.
2. Задать параметры генерации события: количество ошибок, темп, длительность.
3. Нажать на кнопку «Старт» — ошибка/авария с указанными параметрами генерации будет передана в поток.

Также генерацию событий можно запустить с помощью приложения «DA – Базовые измерения», нажав на кнопку с названием соответствующего события: в течение всего времени генерации точка на кнопке будет мигать красным цветом.

Доступные аварийные события и ошибки представлены в таблице ниже.


Адаптер	Источник	Аварии	Ошибки
V.24/V.28	DTE, DCE	LSS	BIT, FRA, PSLP+, PSLP-, PAR
V.24/V.35	DTE	LSS	BIT, PSLP+, PSLP-
V.24/V.35	DCE	LSS, LOC	BIT, PSLP+, PSLP-
X.24/V.11	DTE	LSS	BIT, PSLP+, PSLP-
X.24/V.11	DCE	LSS, LOC, BSL	BIT, PSLP+, PSLP-
V.24/V.11	DTE	LSS	BIT, PSLP+, PSLP-
V.24/V.11	DCE	LSS, LOC	BIT, PSLP+, PSLP-

10.2. Генерация ошибок



Рисунок 10.2. Параметры генерации ошибок

Для генерации ошибок необходимо задать количество ошибок и темп. Значение параметра «темп» соответствует частоте вставки ошибок в поток. Например, если значение параметра «темп» выбрано равным $1e3$, а количество ошибок составляет 10, это соответствует вставке одной ошибки на каждые 1000 бит данных на протяжении 10000 бит.

Для выбора бесконечной генерации аварий необходимо нажать на поле ввода количества аварий, а затем на кнопку  — будет произведена непрерывная генерация выбранной ошибки с заданным темпом.

10.3. Генерация аварий

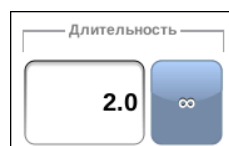


Рисунок 10.3. Параметры генерации аварий

Для генерации аварий необходимо указать длительность генерации: задать числовое значение в пределах 0,1–5,0 с или выбрать бесконечную генерацию.

11. Адаптеры Datacom

При анализе интерфейсов передачи данных необходимо применять соответствующие адаптеры, которые подключаются к прибору Беркут-ММТ с помощью SCSI-кабеля, поставляемого в комплекте.

В этом разделе описаны используемые адаптеры и приведены схемы разъемов с указанием нумерации контактов.

11.1. Адаптер B5-DA-A1 – X.24/V.11

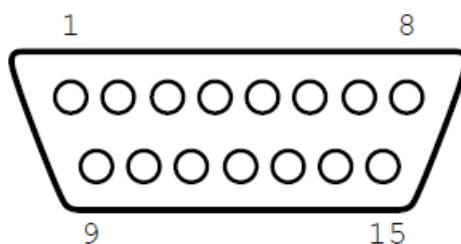


Рисунок 11.1. Интерфейс адаптера B5-DA-A1 (вилка)

Таблица 11.1. Назначение контактов адаптера X.24/V.11

Контакт	Сигнал	Источник	V.24
1	Frame Ground Общая земля	—	—
2	Data Transmission(A) Передача(A)	DTE	T(A)
3	Control(A) Управление(A)	DTE	C(A)
4	Data Reception(A) Приём данных(A)	DCE	R(A)
5	Indication(A) Индикация(A)	DCE	I(A)
6	Signal Element Timing(A) Синхронизирующий сигнал(A)	DCE	S(A)
7	Byte timing(A) Байтовая синхронизация(A)	DCE	B(A)
8	Signal ground Сигнальная земля	—	G
9	Data Transmission(B) Передача(B)	DTE	T(B)
10	Control(B) Управление(B)	DTE	C(B)
11	Data Reception(B) Приём данных(B)	DCE	R(B)
12	Indication(B) Индикация(B)	DCE	I(B)
13	Signal Element Timing(B) Синхронизирующий сигнал(B)	DCE	S(B)
14	Byte timing(B) Байтовая синхронизация(B)	DCE	B(B)

11.2. Адаптер В5-DA-A2 – V.24/V.28

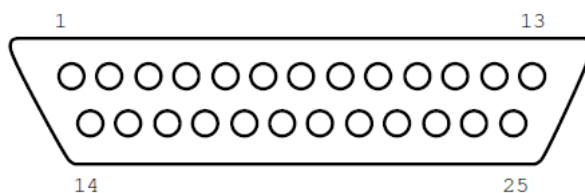


Рисунок 11.2. Интерфейс адаптера В5-DA-A2 (вилка)

Таблица 11.2. Назначение контактов адаптера V.24/V.28

Контакт	Сигнал	Источник	V.24
1	Frame Ground Общая земля	—	FGND
2	Data Transmission Передача данных	DTE	DT(103)
3	Data Reception Приём данных	DCE	DR(104)
4	Request to Send Запрос передачи	DTE	RTS(105)
5	Clear to Send Готов к передаче	DCE	CTS(106)
6	Data Set Ready Аппаратура передачи данных готова	DCE	DSR(107)
7	Signal Ground Сигнальная земля	-	SGND(102)
8	Receiver Line Signal Detector Детектор принимаемого линейного сигнала канала данных	DCE	DCD(109)
14	Back-up switching Резервное переключение	DTE	BS(116)
15	Transmitter signal element timing (DCE source) Синхронизация Tx (источник: DCE)	DCE	TC(114)
16	Stand-by indicator Резервный индикатор	DCE	SI(117)
17	Receiver signal element timing (DCE source) Синхронизация Rx (источник: DCE)	DCE	RC(115)
18	Local loopback Управление локальным шлейфом	DTE	LL(141)
20	Data Terminal Ready Оконечное оборудование обработки данных готово	DTE	DTR(108)
21	Loopback/Maintenance Test Управление шлейфом на дальнем конце	DTE	RM(140)
22	Calling Indicator Индикатор вызовов	DCE	CL(125)
24	Data Signal Rate Sel/Transmitter signal element timing (DTE source) Синхронизация элементов передаваемого сигнала (источник: DTE)	DTE	TTC(113)
25	Test Indicator Тестовый индикатор	DCE	TI(142)

11.3. Адаптер В5-DA-A3 – V.24/V.11

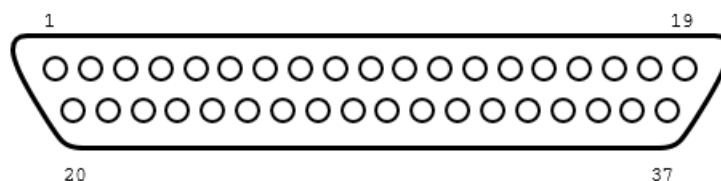


Рисунок 11.3. Интерфейс адаптера В5-DA-A3 (вилка)

Таблица 11.3. Назначение контактов адаптера V.24/V.11

Контакт	Сигнал	Источник	V.24
1	Frame Ground Общая земля	—	FGND
4	Data Transmission Передача данных	DTE	DT(103a)
5	Transmitter signal element timing (DCE source) Синхронизация Tx (источник: DCE)	DCE	TC(114a)
6	Data Reception Приём данных	DCE	DR(104a)
7	Request to Send Запрос передачи	DTE	RTS(105a)
8	Receiver signal element timing (DCE source) Синхронизация Rx (источник: DCE)	DCE	RC(115a)
9	Data Set Ready Аппаратура передачи данных готова	DCE	DSR(107a)
10	Local Loopback Управление местным шлейфом	DTE	LL(141)
11	Clear to Send Готов к передаче	DCE	CTS(106a)
12	Data Terminal Ready Оконечное оборудование обработки данных готово	DTE	DTR(108a)
13	Received Line signal detected Детектор принимаемого линейного сигнала канала данных	DCE	DCD(109a)
14	Loopback/Maintenance Test Управление шлейфом на дальнем конце	DTE	RM(140)
17	Transmitter signal element timing (DTE source) Синхронизация элементов передаваемого сигнала (источник: DTE)	DTE	TTC(113a)
18	Test Indicator Тестовый индикатор	DCE	TI(142)
19	Signal Ground Сигнальная земля	—	SGND(102)
20	Common Ground Общая земля	—	—
22	Data Transmission Передача данных	DTE	DT(103b)
23	Transmitter signal element timing (DCE source) Синхронизация Tx (источник: DCE)	DCE	TC(114b)
24	Data Reception	DCE	DR(104b)

Контакт	Сигнал	Источник	V.24
	Приём данных		
25	Request to Send Запрос передачи	DTE	RTS(105b)
26	Receiver signal element timing (DCE source) Синхронизация Rx (источник: DCE)	DCE	RC(115b)
27	Data Set Ready Аппаратура передачи данных готова	DCE	DSR(107b)
29	Clear to Send Готов к передаче	DCE	CTS(106b)
30	Data Terminal Ready Оконечное оборудование обработки данных готово	DTE	DTR(108b)
31	Receiver Line signal detected/Data Carrier Detected Детектор принимаемого линейного сигнала канала данных	DCE	DCD(109b)
35	Transmitter signal element timing (DTE source) Синхронизация передаваемого сигнала (источник: DTE)	DTE	TTC(113b)

11.4. Адаптер B5-DA-A4 – V.24/V.35

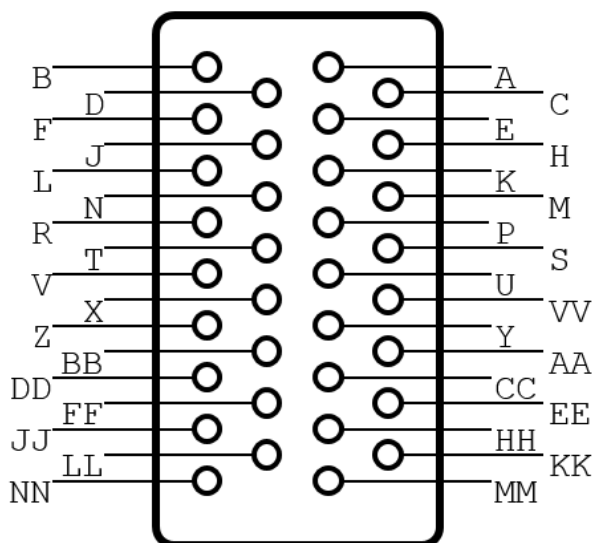


Рисунок 11.4. Интерфейс адаптера B5-DA-A4 (вилка)

Таблица 11.4. Назначение контактов адаптера V.24/V.35

Контакт	Сигнал	Источник	V.24
A	Frame ground Общая земля	—	FGND
B	Signal Ground Сигнальная земля	—	SGND(102)
C	Request to Send Запрос передачи	DTE	RTS(105)
D	Clear to Send Готов к передаче	DCE	CTS(106)
E	Data Set Ready	DCE	DSR(107)

Контакт	Сигнал	Источник	V.24
	Аппаратура передачи данных готова		
F	Receiver Line signal Detected/Data Carrier Detected Детектор принимаемого линейного сигнала канала данных	DCE	DCD(109)
H	Data Terminal Ready Оконечное оборудование обработки данных готово	DTE	DTR(108)
J	Calling Indicator Индикатор вызовов	DCE	Cl(125)
L	Local Loopback Управление местным шлейфом	DTE	LL(141)
N	Loopback/Maintenance Test Управление шлейфом на дальнем конце	DTE	RM(140)
P	Data Transmission Передача данных	DTE	DT(103a)
R	Data Reception Приём данных	DCE	DR(104a)
S	Data Transmission Передача данных	DTE	DT(103b)
T	Data Reception Приём данных	DCE	DR(104b)
U	Transmitter signal element timing (DTE source) Синхронизация элементов передаваемого сигнала (источник: DTE)	DTE	TTC(113a)
V	Receiver signal element timing (DCE source) Синхронизация Rx (источник: DCE)	DCE	RC(115a)
W	Transmitter signal element timing (DTE source) Синхронизация элементов передаваемого сигнала (источник: DTE)	DTE	TTC(113b)
X	Receiver signal element timing (DCE source) Синхронизация Rx (источник: DCE)	DCE	RC(115b)
Y	Transmitter signal element timing (DCE source) Синхронизация Tx (источник DCE)	DCE	TC(114a)
AA	Transmitter signal element timing (DCE source) Синхронизация Tx (источник DCE)	DCE	TC(114b)
NN	Text Indicator Тестовый индикатор	DCE	TI(142)

11.5. Адаптер В5-DA-A5 – С1-И

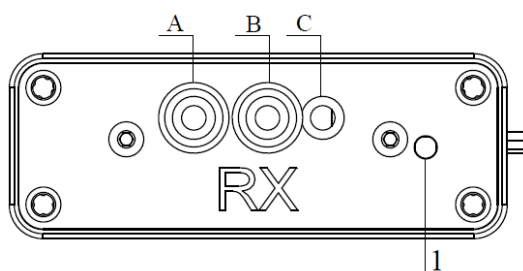


Рисунок 11.5. Интерфейс адаптера С1-И (приёмная часть)

Таблица 11.5. Назначение контактов адаптера С1-И (приёмная часть)

Контакт	Назначение
А, В	Дифференциальный вход
С	Общая земля

Цифрой 1 на рис. 11.5 обозначен светодиод, осуществляющий индикацию событий:

Таблица 11.6. Описание светодиода адаптера С1-И (приёмная часть)

Цвет светодиода	Описание	
	Адаптер С1-И ревизии 1.2	Адаптер С1-И ревизии 3.0
Зелёный	идёт приём данных	приём данных не осуществляется
Красный	–	
Оранжевый	–	идёт приём данных
Не горит	приём данных не осуществляется	–

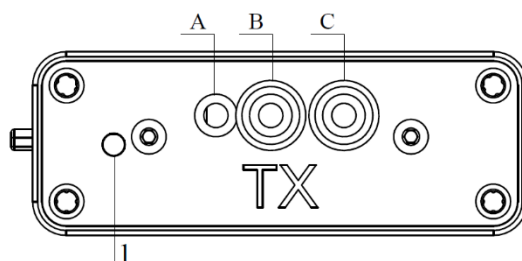


Рисунок 11.6. Интерфейс адаптера С1-И (передающая часть)

Таблица 11.7. Назначение контактов адаптера С1-И (передающая часть)

Контакт	Назначение
А	Общая земля
В,С	Дифференциальный выход

Цифрой 1 на рис. 11.6 обозначен светодиод, осуществляющий индикацию событий:

Таблица 11.8. Описание светодиода адаптера С1-И (передающая часть)

Цвет светодиода	Описание	
	Адаптер С1-И ревизии 1.2	Адаптер С1-И ревизии 3.0
Зелёный	идёт передача данных	передача данных не осуществляется
Красный	–	
Оранжевый	–	идёт передача данных
Не горит	передача данных не осуществляется	–

12. Спецификации

Таблица 12.1. Технические характеристики передатчика

Интерфейсы	X.24/V.11, V.24/V.28, V.24/V.11, V.24/V.35, C1-И.
Частота передатчика	X.24/V.11: 50-2 048 000 бит/с. V.24/V.28: 50-128 000 бит/с. V.24/V.11: 50-2 048 000 бит/с. V.24/V.35: 50-2 048 000 бит/с. C1-И: <ul style="list-style-type: none"> – для адаптера ревизии 1.2: 1200-144 000 бит/с, биимпульсный код; – для адаптера ревизии 3.0: <ul style="list-style-type: none"> ○ биимпульсный код: 1190-144 000 бит/с; ○ квазитроичный код: 32 000-480 100 бит/с.
Синхронизация	X.24/V.11: внутренняя, внешняя. V.24/V.28: источник синхросигнала: ТТС, ТС. V.24/V.11: внешняя. V.24/V.35: внешняя. C1-И: внутренняя.
Тестовые последовательности	Все нули, все единицы, 55, пользовательская. ПСП $2^n - 1$, $n = 9, 11, 15, 23$. Передача инвертированной тестовой последовательности.
Ввод ошибок	Генерация аварий: непрерывная, фиксированной длительности. Вставка ошибок: разовая, непрерывная с заданной частотой. Частота ошибок: 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} . Вставка аварий: LSS, LOC, BSL, LBR. Вставка ошибок: BIT, FRA, PSLP+, PSLP-, PAR.

Таблица 12.2. Технические характеристики приёмника

Интерфейсы	X.24/V.11, V.24/V.28, V.24/V.11, V.24/V.35, C1-И.
Частота приёмника	X.24/V.11: 50-2 048 000 бит/с. V.24/V.28: 50-128 000 бит/с. V.24/V.11: 50-2 048 000 бит/с. V.24/V.35: 50-2 048 000 бит/с. C1-И: <ul style="list-style-type: none"> – для адаптера ревизии 1.2: 1200-144 000 бит/с, биимпульсный код; – для адаптера ревизии 3.0: <ul style="list-style-type: none"> ○ биимпульсный код: 1190-144 000 бит/с; ○ квазитроичный код: 32 000-480 100 бит/с.
Синхронизация	X.24/V.11: внутренняя, внешняя. V.24/V.28: источник синхросигнала: ТТС, ТС. V.24/V.11: внешняя. V.24/V.35: внешняя. C1-И: внутренняя.
Тестовые последовательности	Все нули, все единицы, 55, пользовательская. ПСП $2^n - 1$, $n = 9, 11, 15, 23$. Приём инвертированной тестовой последовательности.

12.1. Тестируемые интерфейсы

Таблица 12.3. Тестируемые интерфейсы

X.24/V.11	<p>Режимы: эмуляция DTE, эмуляция DCE, мониторинг. Тип: синхронный. Синхронизация: внутренняя, внешняя. Скорость передачи (внешняя синхронизация): 50–2 048 000 бит/с.</p>
V.24/V.28	<p>Режимы: эмуляция DTE, эмуляция DCE, мониторинг. Тип: асинхронный:</p> <ul style="list-style-type: none"> – скорость передачи: 50–128 000 бит/с; – чётность: even, odd, space, mark, none; – стоп-биты: 1, 2; – количество бит: 5, 6, 7, 8. <p>Тип: синхронный:</p> <ul style="list-style-type: none"> – источник синхросигнала: TTC, TC; – скорость передачи: 50–128 000 бит/с.
V.24/V.11	<p>Режимы: эмуляция DTE, эмуляция DCE, мониторинг. Тип: синхронный. Скорость передачи (внешняя синхронизация): 50–2 048 000 бит/с. Источник синхросигнала: TTC, TC.</p>
V.24/V.35	<p>Режимы: эмуляция DTE, эмуляция DCE, мониторинг. Тип: синхронный. Скорость передачи (внешняя синхронизация): 50–2 048 000 бит/с. Источник синхросигнала: TTC, TC.</p>
C1-И	<p>Для адаптера C1-И ревизии 1.2:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Скорость передачи сигналов: <ul style="list-style-type: none"> – биимпульсный код: 1200-144 000 бит/с. 2. Интерфейс: четырёхпроводный. 3. Входное/выходное сопротивление: 150 ± 20% Ом. 4. Амплитудное значение сигнала на приёме в точках подключения к линии: не менее 20 мВ. 5. Амплитуда: <ul style="list-style-type: none"> – биимпульсный код: 1 В. <p>Для адаптера C1-И ревизии 3.0:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Скорость передачи сигналов: <ul style="list-style-type: none"> – биимпульсный код: 1190-144 000 бит/с; – квазитроичный код: 32 000-480 100 бит/с. 2. Интерфейс: четырёхпроводный. 3. Входное/выходное сопротивление: 150 ± 20% Ом. 4. Амплитудное значение сигнала на приёме в точках подключения к линии: не менее 20 мВ. 5. Амплитуда: <ul style="list-style-type: none"> – биимпульсный код: 1 В; – квазитроичный код: 3 В.



12.2. Общие характеристики

Таблица 12.4. Общие характеристики

Физические параметры	
Габаритные размеры модуля (В×Ш×Г), мм	30,5×103×141,5
Масса модуля, кг	0,31±10 %
Условия эксплуатации	
Диапазон рабочих температур	0–35 °С
Диапазон температур транспортировки	-20...+55 °С
Диапазон температур хранения	0–35 °С
Относительная влажность воздуха	80 % при температуре 25 °С

13. Устранение неисправностей

Таблица 13.1. Возможные неисправности

Характерные признаки неисправности	Возможная причина	Метод устранения
Светодиодный индикатор  горит красным	Модуль находится в нерабочем режиме вследствие установки некорректного ПО	Обновить версию прошивки микроконтроллера ещё раз, используя корректную версию
	Модуль неисправен	Осуществить ремонт модуля в сервисном центре
Светодиодный индикатор  не горит (питание подано)	Модуль находится в нерабочем режиме вследствие установки некорректного ПО	Обновить версию прошивки микроконтроллера ещё раз, используя корректную версию
	Модуль неисправен	Осуществить ремонт модуля в сервисном центре

14. Структура каталогов

Для хранения отчётов (результатов измерений) и трейс-файлов в приборе Беркут-ММТ организована следующая структура каталогов.

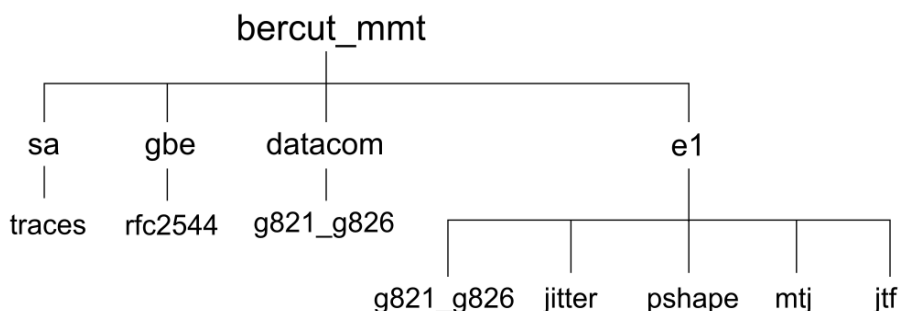


Рисунок 14.1. Структура каталогов

Папка `bercut_mmt` находится в домашнем каталоге пользователя.

Отчёты и декодированные трейс-файлы сохраняются в текстовом формате (с расширением `*.txt`). Недекодированные трейсфайлы имеют расширение `*.dat`. Хронограммы сохраняются в форматах `txt` и `csv`.

<code>sa</code>	Подсистема анализа протоколов
<code>traces</code>	Трейс-файлы (в том числе и декодированные)
<code>gbe</code>	Подсистема анализа Ethernet/Gigabit Ethernet
<code>rfc2544</code>	Измерения по методике RFC 2544
<code>datacom</code>	Подсистема DataCom
<code>g821_g826</code>	Базовые измерения
<code>e1</code>	Подсистема анализа ИКМ
<code>g821_g826</code>	Базовые измерения
<code>jitter</code>	Джиттер
<code>pshape</code>	Форма импульса и осциллограмма
<code>mtj</code>	МТJ
<code>jtf</code>	JTF

15. Литература

- [1] ITU-T G.821 (12/02), «Error performance of an international digital connection operating at a bit rate below the primary rate and forming part of an Integrated Services Digital Network»
- [2] ITU-T G.826 (12/02), «End-to-end error performance parameters and objectives for international, constant bit-rate digital paths and connections»
- [3] ITU-T M.2100 (04/03), «Performance limits for bringing-into-service and maintenance of international multi-operator PDH paths and connections»
- [4] ITU-T O.150 (05/96), «General requirements for instrumentation for performance measurements on digital transmission equipment»
- [5] ГОСТ 27232-87 (01/88), «Стык аппаратуры передачи данных с физическими линиями. Основные параметры»