

Кабель с приёмопередатчиком  
**RS-485/422↔UART**  
с гальванической изоляцией

- Кабель синхронизации крейтов LTR
- Интерфейс RS-485 крейтов LTR
- Интерфейс RS-422 крейтов LTR

*Руководство пользователя*



[www.lcard.ru](http://www.lcard.ru)

**Автор руководства**

Гарманов А. В.

**ООО «Л КАРД»,**

117105, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 5, корп. 4, стр. 2.

тел. (495) 785-95-25

факс (495) 785-95-14

**Адреса в Интернет:**WWW: [www.lcard.ru](http://www.lcard.ru)**E-Mail:**Общие вопросы: [lcard@lcard.ru](mailto:lcard@lcard.ru)Отдел продаж: [sale@lcard.ru](mailto:sale@lcard.ru)Техническая поддержка: [support@lcard.ru](mailto:support@lcard.ru)Отдел кадров: [job@lcard.ru](mailto:job@lcard.ru)**Представители L-Card:**

Украина:	<b>ХОЛИТ Дэйта Системс</b>	<a href="http://www.holit.ua">http://www.holit.ua</a> , +380 (44) 277-8739, 277-6754, 492-3108, 492-3109
Казахстан	<b>ТОО “КИП “Луч”</b>	<a href="http://www.kipluch.kz/">http://www.kipluch.kz/</a> 8 (72251) 2-35-14
Санкт-Петербург:	<b>Автэкс-СПБ Ниеншанц-Автоматика</b>	<a href="http://www.autex.spb.ru">http://www.autex.spb.ru</a> (812) 412-72-02 <a href="mailto:ipc@nnz.ru">ipc@nnz.ru</a> (812) 326-59-24
Новосибирск:	<b>Сектор-Т</b>	<a href="http://www.sector-t.ru">http://www.sector-t.ru</a> , (383) 222-76-20, 222-81-29
Казань:	<b>ООО Шатл</b>	<a href="mailto:shuttle@kai.ru">shuttle@kai.ru</a> , (843) 273-07-14
Екатеринбург, по России и СНГ:	<b>Авеон</b>	<a href="mailto:aveon@aveon.ru">aveon@aveon.ru</a> (343) 381-75-75
Пенза:	<b>НПП Технолинк</b>	<a href="http://www.tl.ru/ru/departments/industry/">http://www.tl.ru/ru/departments/industry/</a> (8412) 49-10-59

© Copyright 2010-2014, ООО “Л Кард”. Все права защищены.

## История изменений настоящего руководства

Ревизия	Дата	Примечания
1.0.1	Апрель 2010	Первая доступная пользователям ревизия
1.0.2	Апрель 2014	Добавлены сведения об использовании изделия совместно с крейтами LTR-EU



**Рис. 1-1. Внешний вид кабеля с приёмопередатчиком RS-485/422↔UART**

# 1. Назначение и основные потребительские свойства

Кабель с приемопередатчиком **RS-485/422↔UART** предназначен для реализации гальванически изолированных интерфейсов RS-485 или RS-422 в крейтах LTR-EU, а также для организации удалённой синхронизации крейтов LTR по каналам “секундной метки” или “метки старт”.

Кабель с приемопередатчиком **RS-485/422↔UART** также может быть применён для расширения функций существующих процессорных устройств, имеющих UART (как аппаратный, так и программно эмулированный), за счёт добавления приёмопередатчика, позволяющего реализовать интерфейс RS-485 или RS-422.

## 1.1. Варианты поставки

Данное изделие поставляется в виде законченного *кабеля* для крейтов LTR-EU (рис. 1-1), подробности по применению читайте в п. 1.3

Табл. 1-1

Варианты исполнения	Примечание
Кабель с приемопередатчиком RS-485/422—UART	Стыкуется с разъёмом синхронизации крейта LTR-EU для образования интерфейса RS-485 (RS-422). Имеет концевые разъёмы MDN-9M(P) и DB-25F (рис. 1-1). Ответный разъём DB-25M (1 шт.) с кожухом входит в комплект.

**Примечание:** принципиально возможно изготовление и других вариантов кабелей по индивидуальному заказу, например с заменой разъёма MDN-9M на какой-либо другой разъём. По данному вопросу обращайтесь в службу поддержки [support@lcard.ru](mailto:support@lcard.ru)

## 1.2. Гарантии.

Гарантийный срок на *Кабель с приемопередатчиком RS-485/422—UART* составляет 1,5 года при соблюдении правил эксплуатации.

## 1.3. Варианты применения совместно с изделиями L-Card.

**Внимание!** Изделие не поддерживает “горячую замену” со стороны разъёма MDN-9M(P). Операция соединения-разъединения разъёма MDN-9M(P) с крейтом LTR-EU должна производиться только при выключенном питании крейта LTR-EU.

### 1.3.1. Основные варианты применения

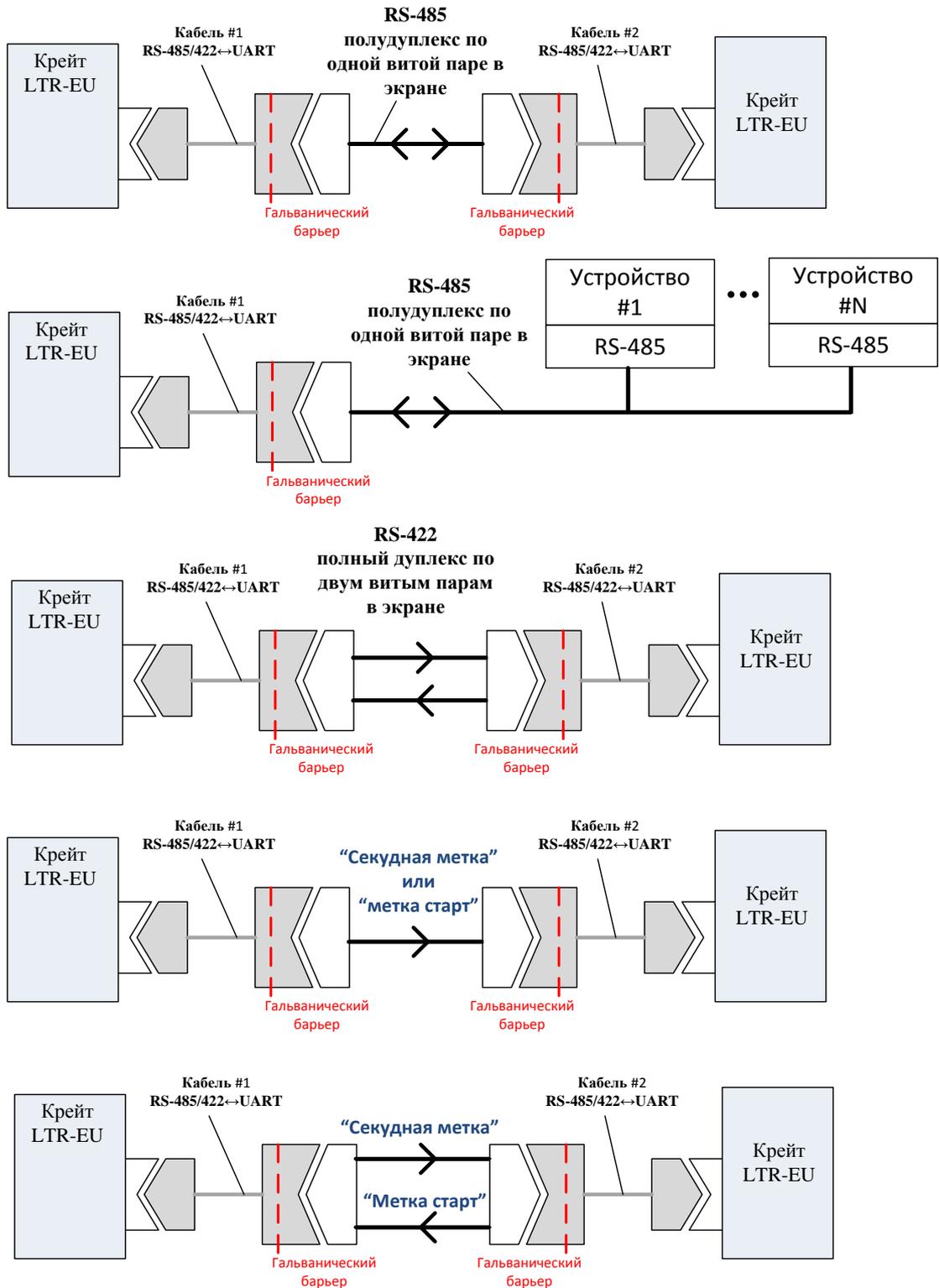
Законченное изделие *Кабель с приемопередатчиком RS-485/422—UART* может быть применён совместно с крейтом LTR-EU-2/8/16 с версией крейт-контроллера Board\_Version = 1 или старше <sup>1</sup>

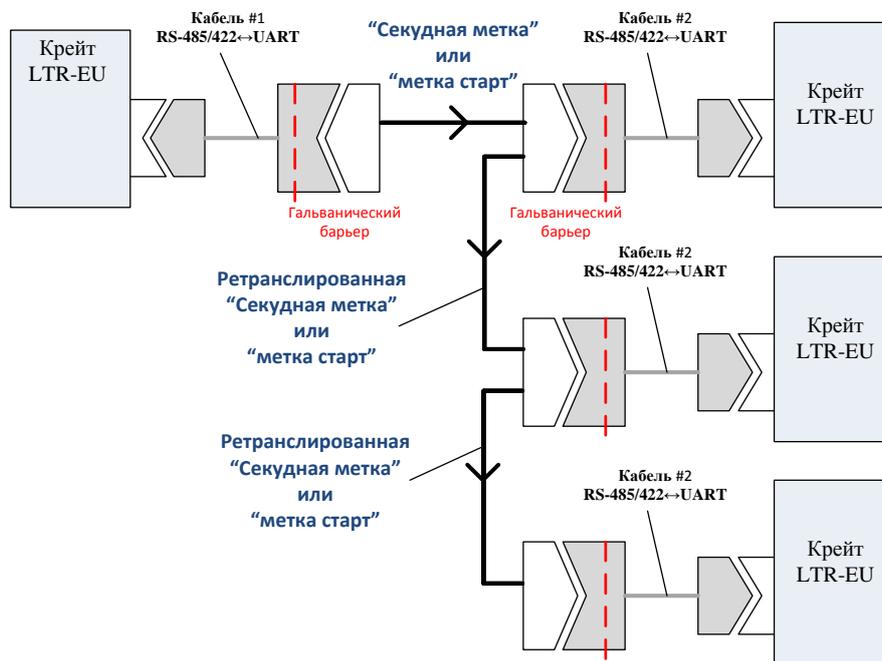
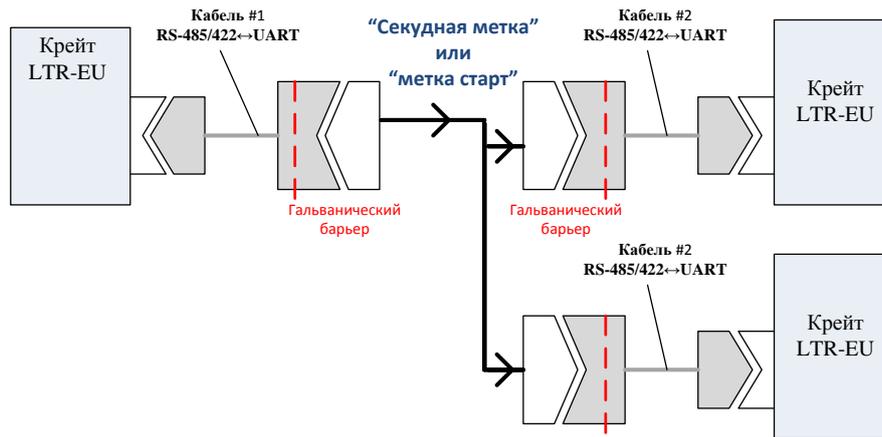
На рисунках ниже приведены основные варианты применения кабеля как для передачи информации по интерфейсу RS-485/RS-422, так и для передачи синхрометок по физической среде RS-485/RS-422 с применением кабеля (рекомендуемый тип – экранированная витая пара RS-485 с волновым сопротивлением 120 Ом).

В случае синхронизации крейтов LTR предполагается, что в штатном варианте ПО крейты LTR должны находиться под управлением Host-устройства (компьютера) по интерфейсам USB или Ethernet, и что крейты LTR находятся под управлением этого Host-устройства, с которого осуществляется начальная конфигурация крейтов LTR (в частности, конфигурация сигналов разъёма синхронизации крейта LTR).

---

<sup>1</sup> Все крейты **LTR-EU-2** имеют версия крейт-контроллера Board\_Version = 1 и совместимы с кабелем **RS-485/422↔UART**. Версия крейт-контроллера Board\_Version = 1 в крейтах **LTR-EU-8/16** выпускается с 2010 года. Если Ваш крейт LTR-EU-8/16 куплен несколько лет назад, то Вы можете уточнить его совместимость с кабелем **RS-485/422↔UART** в техподдержке L-Card [support@lcard.ru](mailto:support@lcard.ru), сообщив серийный номер Вашего крейта.





### 1.3.2. Расширенные варианты применения

Эти варианты применения требуют определённых усилий по адаптации подключения и ПО, поэтому *данные варианты достаточно условны*.

Данный приёмопередатчик (возможно, с заменой разъёма MDN-9M(P) на какой-либо другой) принципиально может быть применён совместно с любым устройством, имеющим UART — как аппаратный, так и программно эмулированный:

- E-154. — Здесь может быть использован UART0 ARM-контроллера (совмещён с линиями DI2, DI3), кроме того, можно использовано напряжение +5V с выхода E-154 для питания самого приёмопередатчика.
- E14-140-M. — Здесь может быть использована пара цифровых выходов и один цифровой вход для программной эмуляции UART), кроме того, можно использовано напряжение +5V с выхода E14-140-M для питания самого приёмопередатчика. **Примечание:** о программной поддержке данного режима в E14-140-M Вы можете узнать в L-Card.

- E14-440 (E-440). — В этих USB-модулях может быть использована пара цифровых выходов и один цифровой вход для программной эмуляции UART на уровне ADSP. **Примечание:** о программной поддержке данного режима в E14-440, а также о вариантах подключения в зависимости от ревизии E14-440 (E-440) Вы можете узнать в L-Card.
- L-780(M), L-783(M). — В этих PCI-платах может быть использована пара цифровых выходов и один цифровой вход для программной эмуляции UART на уровне ADSP. **Примечание:** о программной поддержке данного режима в L-780(M), L-783(M), а также о вариантах подключения в зависимости от ревизии изделий Вы можете узнать в L-Card.

## 2. Устройство и принципы работы

### 2.1. Принцип работы

Входящий в состав кабеля приёмопередатчик предназначен для 2-х стороннего преобразования сигналов интерфейсов UART / RS-485, либо UART / RS-422, с гальванической изоляцией, причем, в случае RS-485, кроме стандартных RXD и TXD интерфейса UART, от процессорного устройства потребуются также одна цифровая линия управления переключением направления передачи RS-485. Напряжение питания (+3,3V или +5V) приёмопередатчика подаётся только со стороны UART.

### 2.2. Функциональная схема и конструкция

В кожухе разъёма DB-25F вместе с самим разъёмом расположена плата модуля приёмопередатчика (рис. 2-2). На функциональной схеме (рис. 2-1) этот модуль условно показан во внутреннем прямоугольнике (отмечен пунктиром). Со стороны интерфейса UART модуль имеет следующие цепи:

- TXD – данные UART на передачу. Этот сигнал имеет резисторную подтяжку 10 кОм к цепи VCC. Исходное пассивное состояние TXD – логическая единица.
- TXD\_EN – разрешение данных UART на передачу (логической единицей). Этот сигнал имеет резисторную подтяжку 10 кОм к цепи GND. Состояние TXD\_EN=0 переводит дифференциальный выход (Y, Z) на линию в высокоимпедансное состояние.
- RXD – данные UART на приём. Пассивное состояние RXD – логическая единица. Выход RXD всегда разрешен (в третье состояние не переходит).
- GND – цепь общего провода UART.
- VCC – цепь питания приёмопередатчика. Относительно GND должно быть подано напряжение +3,3V или +5,0 V.

Микросхема гальванически изолированного приёмопередатчика типа ADM2587E<sup>2</sup> смонтирована на плате снизу (рис. 2-2). Важная особенность этой микросхемы в том, что в её составе находятся не только каналы передачи данных с высокочастотной трансформаторной развязкой, но также расположен трансформаторный преобразователь напряжения питания,

<sup>2</sup> Analog Devices, Inc. [www.analog.com](http://www.analog.com)

передающий необходимую энергию питания на противоположную сторону гальванического барьера для питания находящихся там приёмопередающих узлов RS-485/RS-422.

Режим работы RS-485 отличается от RS-422 только тем, что в первом случае *полудуплексная* передача данных происходит по *одной* дифференциальной линии (что требует дополнительного сигнала управления TXD\_EN), в то время как во втором случае при *полнодуплексной* передаче данных используется *две* дифференциальных линии, по которым передача данных ведётся в противоположных неизменных направлениях, и в этом случае сигнал TXD\_EN должен быть постоянно разрешен (например, подключен к цепи VCC).

На стороне RS-485/RS-422 приёмопередатчик имеет следующие цепи:

- Y, Z – дифференциальный выход данных на передачу в интерфейс RS-485/RS-422 (Y – прямой, Z – инверсный).
- A, B – дифференциальный вход данных на приём из интерфейса RS-485/RS-422 (A – прямой, B – инверсный).
- 0V – общий провод приёмопередатчика на стороне интерфейса RS-485/RS-422.
- +V – цепь питания приёмопередатчика на стороне интерфейса RS-485/RS-422.
- Цепи нагрузочных резисторов R3–R8 для различных вариантов подключения линии ([рис. 3-1](#), [рис. 3-2](#))

Цепи 0V, +V могут быть использованы в вариантах подключения резисторных нагрузок с *защитным смещением*<sup>3</sup>, кроме того, цепь 0V может быть использована для подключения *дренажного провода* (на [рис. 3-1](#), [рис. 3-2](#) эта цепь обозначена как COM), если Ваш способ соединения по RS-485/422 предполагает наличие подобной цепи.

Пользовательские подключения цепей на стороне интерфейса RS-485/RS-422 должны вестись методом пайки к ответному кабельному разъёму DB-25M, входящему в комплект поставки. Основные рекомендуемые варианты подключения показаны на [рис. 3-1](#), [рис. 3-2](#).

---

<sup>3</sup> Здесь и далее используется устоявшаяся терминология, см. например, <http://mayak-bit.narod.ru/rs485.html>

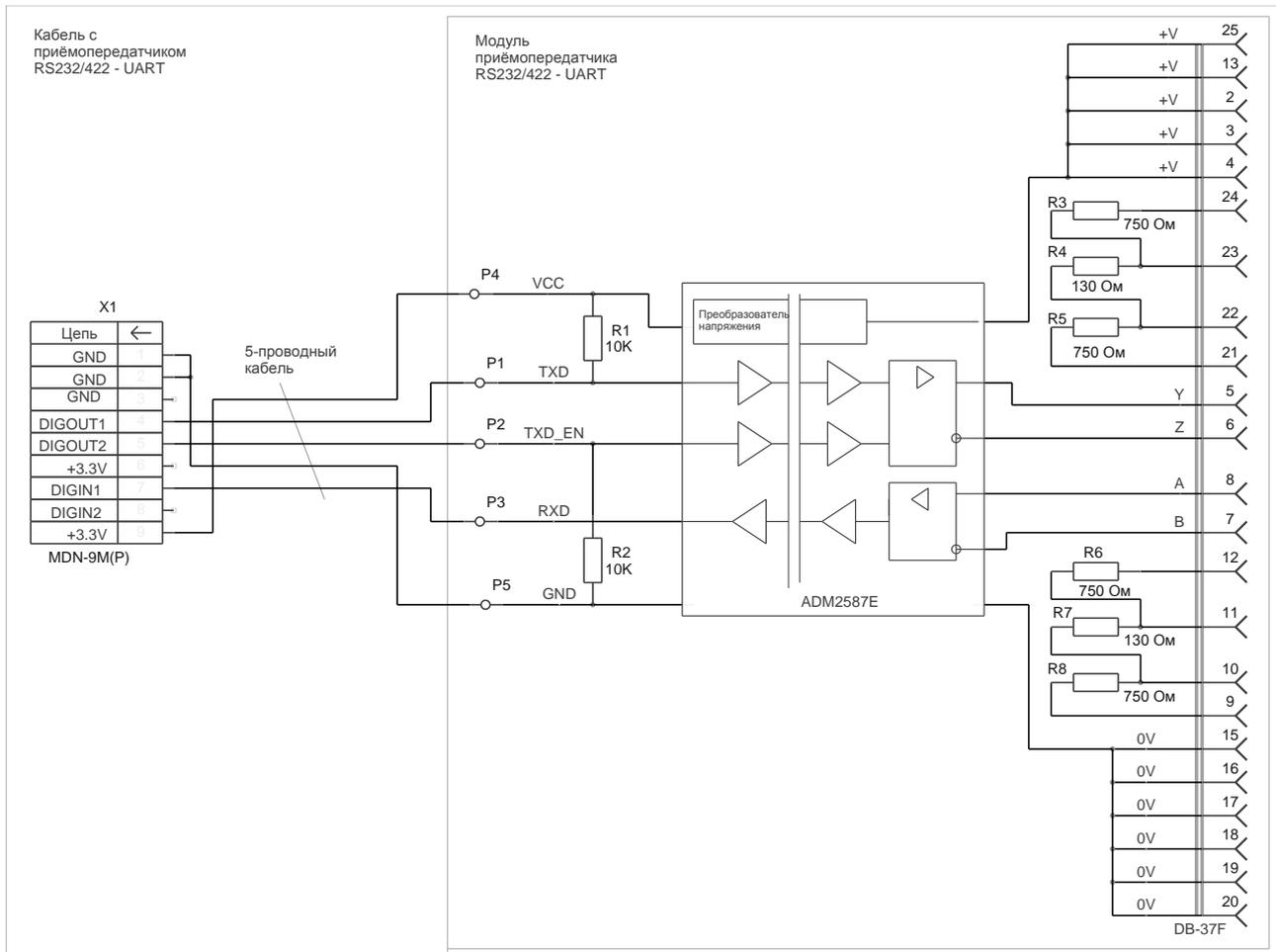
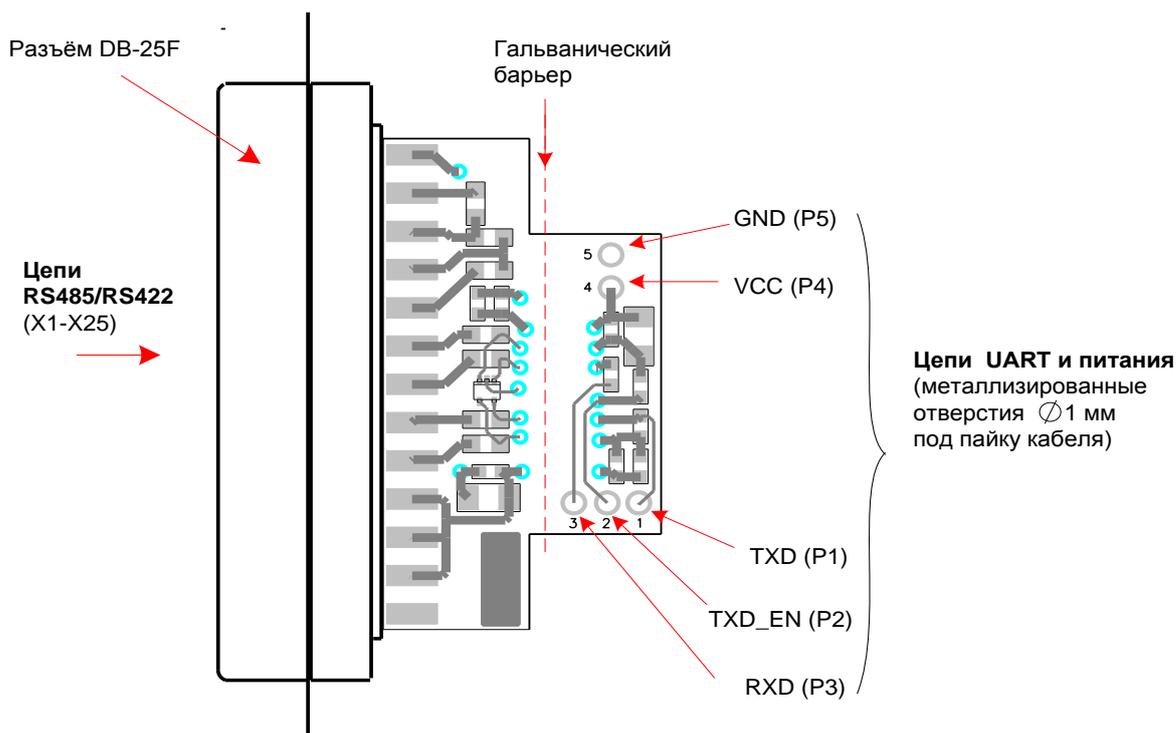


Рис. 2-1. Функциональная схема



**Рис. 2-2. Конструкция модуля приёмопередатчика (вид сверху без корпуса)**

Схема электрическая модуля приёмопередатчика является открытой и приводится в этом руководстве (рис. 5-1), по техническим вопросам по данному изделию Вы можете обращаться в L-Card.

### 3. Подключение

Линии интерфейсов RS-485, RS-422 на рис. 3-1, рис. 3-2 обозначены как RS-485/A, RS-485/B, RS-485/Y, RS-485/Z. Вариант подключения без согласующей нагрузки обычно применяют тогда, когда данный приемопередатчик топологически не является конечным на линии. Вариант подключения с согласующей нагрузкой без защитного смещения применяют тогда, когда все приёмники, подключенные к данной линии имеют смещенные относительно нуля пороги переключения (в литературе это свойство называют *истинной безотказностью* – True Failsafe), хотя даже в этом случае нагрузка со смещением хотя бы на одной стороне линии явно не повредит. Заметим, что приёмный узел (цепи A, B) рассматриваемого здесь устройства обладает свойством True Failsafe.

Предложенные ниже варианты подключения рассчитаны на волновое сопротивление линии 120 Ом. Очевидно, что Вы можете использовать и другие номиналы внешних

нагрузочных цепей, однако, эквивалентное сопротивление линии между цепями (Y, Z) по постоянному току рекомендуется иметь не менее 53 Ом.

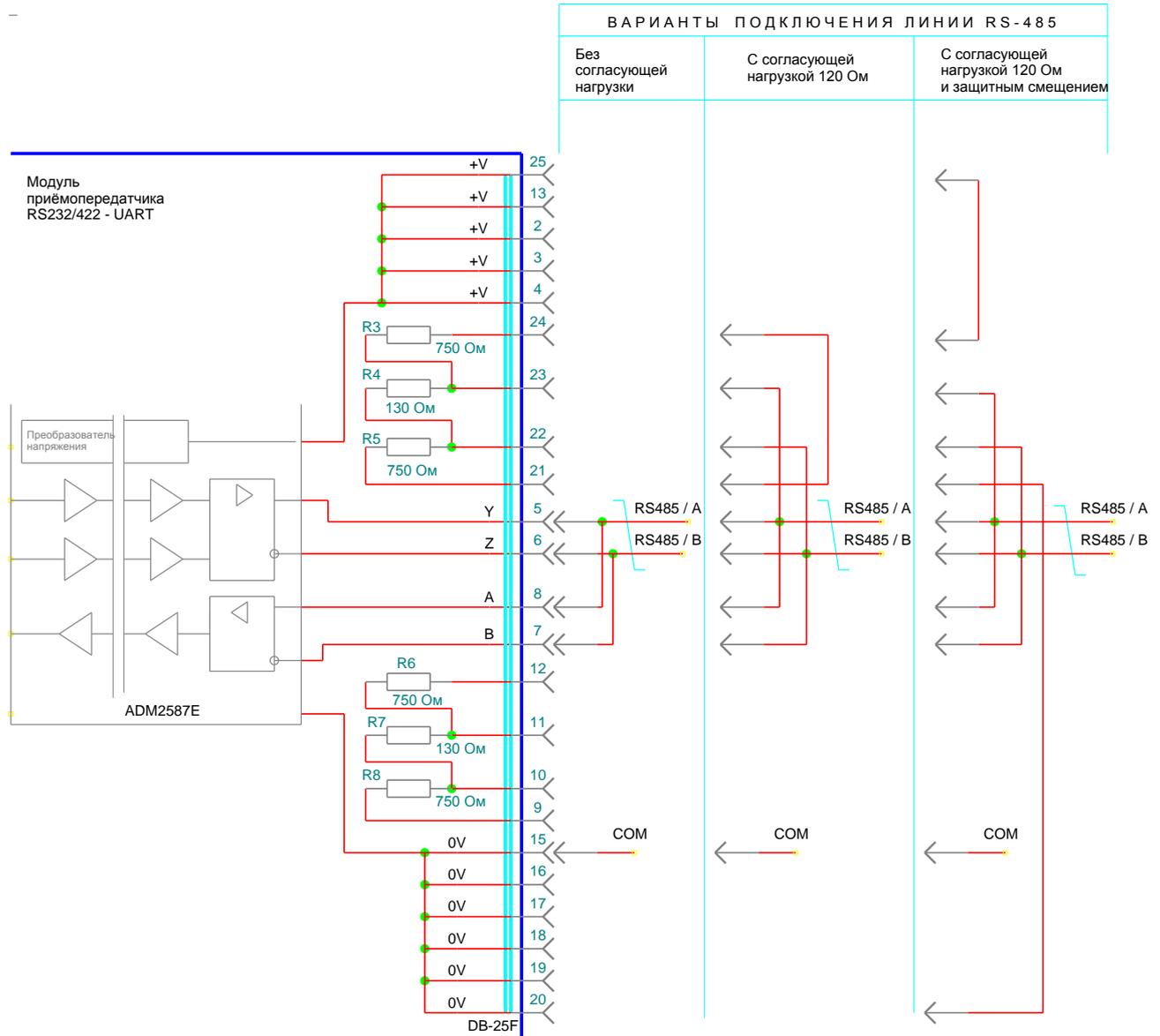
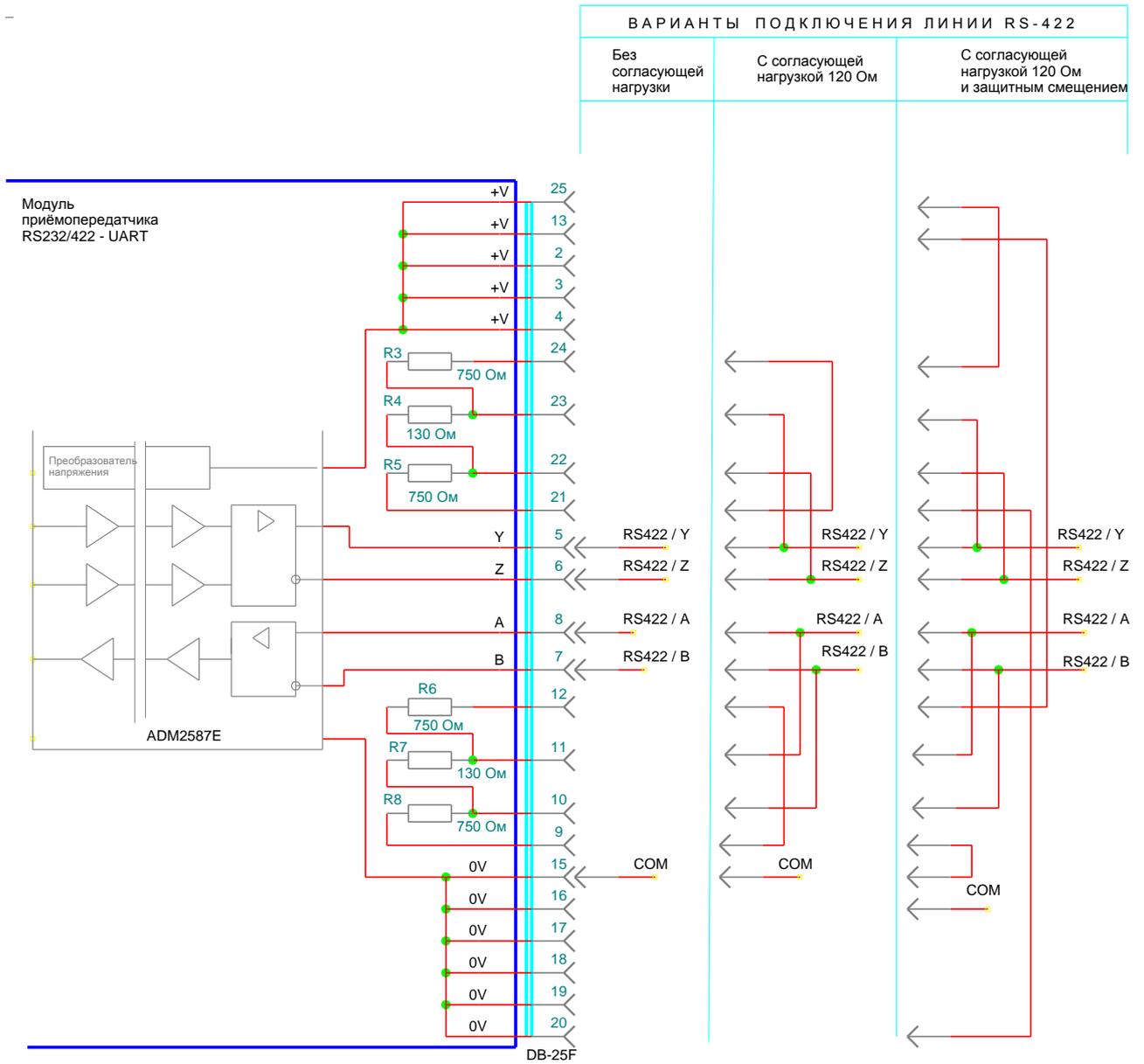


Рис. 3-1. Варианты подключения RS-485



**Рис. 3-2. Варианты подключения RS-422**

### 3.1. Пример организации канала синхронизации передачи синхрометки от ведущего крейта LTR-EU к ведомому

Здесь рассмотрен простой случай односторонней передачи метки синхронизации от ведущего крейта к ведомому.

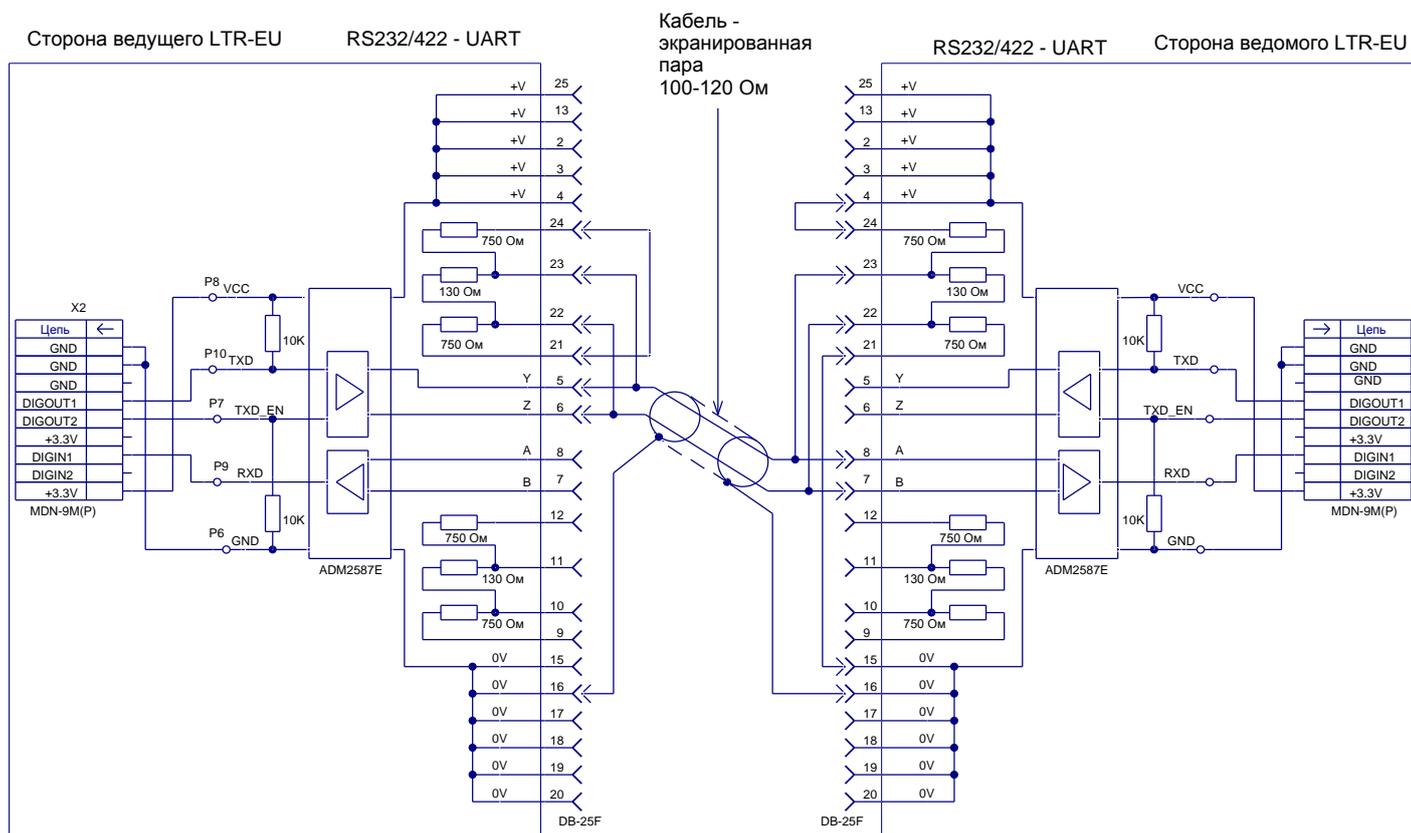


Рис. 3-3. Вариант соединения LTR-EU по линиям синхронизации

#### Программная настройка крейтов LTR-EU в рассматриваемом случае:

Должны быть открыты два соединения с крейтами через `LTR_Open()` - одно для ведущего крейта LTR, другое для ведомого. Далее, должны быть выполнены следующие шаги в описанном ниже порядке.

Приёмопередатчик RS-485/422 ↔ UART

Шаг 1. Для ведущего нужно настроить линии DIGOUT, для чего вызвать `LTR_Config()`, передав ей структуру `TLTR_CONFIG`, поля которой заполнены следующим образом:

```
digout_en = 1; //разрешение выходов
digout[0] = LTR_DIGOUT_SECOND; //на выход DIGOUT1 подаются
//метки секунда
digout[1] = LTR_DIGOUT_CONST1; //"1" на выход DIGOUT2 подается
// для разрешения передачи.
```

Шаг 2. Для ведомого нужно запустить приём секундных меток от входа DIGIN1, вызвав `LTR_StartSecondMark()` с параметром `mode = LTR_MARK_EXT_DIGIN1_RISE`.

Шаг 3. Для ведущего нужно запустить генерацию секундных меток от внутреннего таймера, вызвав `LTR_StartSecondMark()` с параметром `mode = LTR_MARK_INTERNAL`.

В данном случае, пассивное состояние "0" интерфейса синхронизации LTR передаётся *активным низким уровнем* по линии RS-485. При активации выхода синхронизации ведущего (Шаг 1), линия RS-485 переходит из пассивного состояния *высокого уровня* в активное *низкого уровня*. Если на шаге 1 ведущий крейт отменит действие (вернётся в начальное состояние), то это вызовет событие синхронизации у ведомого, если последний был настроен на приём с этой линии синхронизации. Чтобы избавиться от такого ложного срабатывания ведомого, в начале сеанса работы нужно соблюсти изложенную выше последовательность шагов, а в конце сеанса первым шагом для ведомого вызвать `LTR_StartSecondMark()` с параметром `LTR_MARK_OFF`.

## 4. Спецификация

Параметр, характеристика	Значение, описание
<b>Количество каналов передачи:</b> – на приём – на передачу	1 1
Стандарт передачи	RS-485/RS-422 полудуплекс или полный дуплекс
Физическая скорость передачи	до 500 кбод
<b>Внешнее напряжение питания:</b> – со стороны UART – предельно допустимое со стороны UART – со стороны линии RS-485/422	$V_{CC} = +3,3$ В или $+5,0$ В $V_{CC} = +5,5$ В Не требуется
<b>Ток потребления:</b> – при напряжении питания 3,3 В: • 100 Ом между выходами X и Y • 54 Ом между выходами X и Y – при напряжении питания 5,0 В: • 100 Ом между выходами X и Y • 54 Ом между выходами X и Y	90 мА 125 мА 72 мА 98 мА
<b>Характеристики гальваноразвязки:</b> – Долговременное двуполярное переменное напряжение – Долговременное однополярное переменное напряжение – Долговременное постоянное напряжение – Кратковременное импульсное напряжение – Устойчивость к скорости нарастания напряжения гальваноразвязки – Емкость гальваноразвязки	424 В (пиковое) 560 В (пиковое) 560 В 2000 В 20 кВ/мкс 4 пФ
<b>Электростатическая защита цепей интерфейса RS-485/422:</b>	15 кВ

Параметр, характеристика	Значение, описание
<p><b>Характеристики передатчика:</b></p> <p><u>Выход:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Выходной ток короткого замыкания</li> <li>– Выходной ток утечки при запрете выхода</li> <li>– Выходное дифференциальное напряжение <ul style="list-style-type: none"> <li>• при нагрузке 100 Ом</li> <li>• при нагрузке 54 Ом</li> </ul> </li> </ul> <p><u>Вход:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Напряжение логической единицы, не менее</li> <li>– Напряжение логического нуля, не более</li> <li>– Предельно допустимое</li> </ul>	<p>до 200 мА</p> <p>не более 30 мкА</p> <p>2 – 5 В</p> <p>1,5– 5 В</p> <p><math>0,7 \cdot V_{CC}</math></p> <p><math>0,3 \cdot V_{CC}</math></p> <p><math>-0,2 \dots + (V_{CC} + 0,2)</math> В</p>
<p><b>Характеристики приёмника:</b></p> <p><u>Вход:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Порог переключения</li> <li>– Гистерезис</li> <li>– Входной ток (входы А,В)</li> </ul> <p><u>Выход:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Напряжение логического нуля, не более</li> <li>– Напряжение логической единицы, не менее</li> </ul>	<p>-30...-200 мВ</p> <p>15 мВ (типичное значение)</p> <p>не более 125 мкА</p> <p>0,4 В</p> <p><math>V_{CC} - 0,3</math> В</p>
Рабочий температурный диапазон	-20...+55°C
Условия эксплуатации	При отсутствии влаги, агрессивных сред и постоянных внешних источников вибрации
Длина кабеля	30 см

# 5. Приложение. Схема электрическая модуля приёмопередатчика.

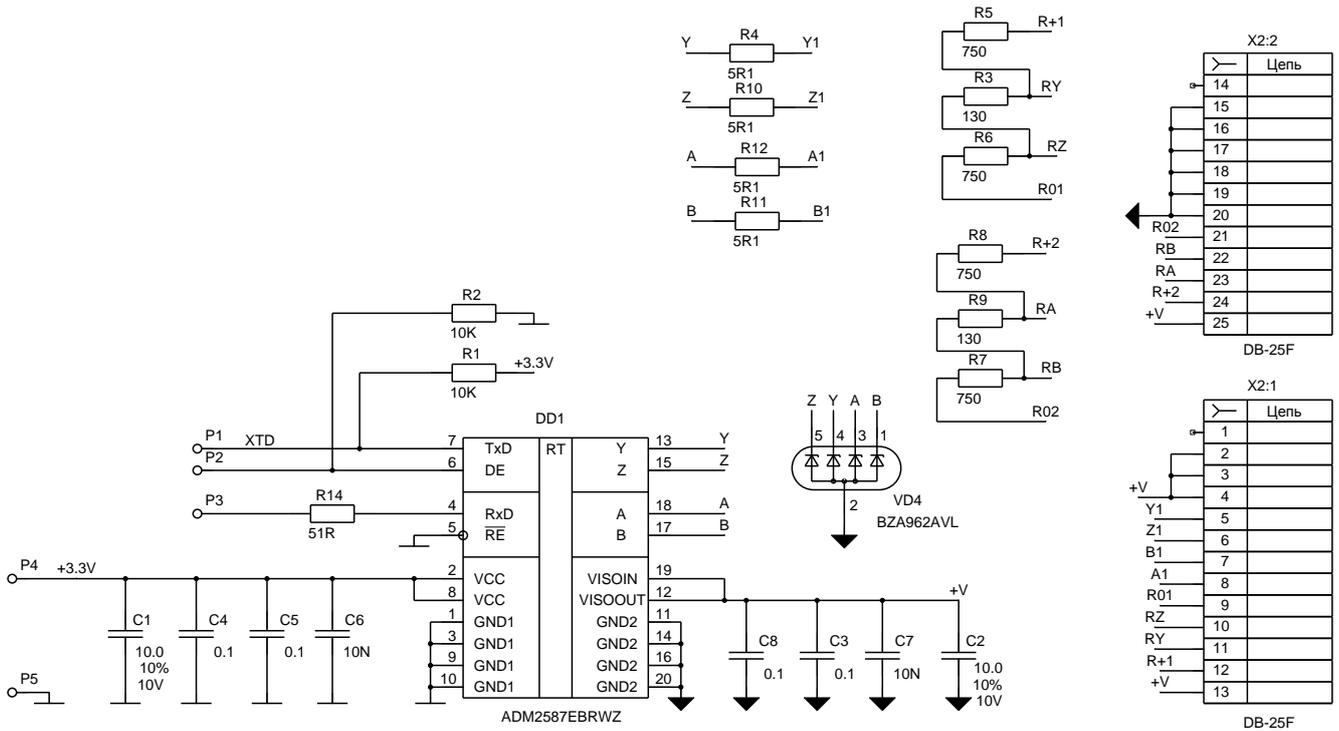


Рис. 5-1. Схема электрическая модуля приёмопередатчика

## Оглавление

1. Назначение и основные потребительские свойства .....	4
1.1. Варианты поставки.....	4
1.2. Гарантии.....	4
1.3. Варианты применения совместно с изделиями L-Card. ....	5
1.3.1. Основные варианты применения.....	5
1.3.2. Расширенные варианты применения .....	7
2. Устройство и принципы работы.....	8
2.1. Принцип работы.....	8
2.2. Функциональная схема и конструкция .....	8
3. Подключение.....	11
3.1. Пример организации канала синхронизации передачи синхрометки от ведущего крейта LTR-EU к ведомому .....	14
4. Спецификация .....	16
5. Приложение. Схема электрическая модуля приёмопередатчика .....	18
Оглавление.....	19