

**А.В. Сергеев**, заместитель начальника технического отдела, ЗАО «Хакель Рос»

## ЗАЩИТА ОБОРУДОВАНИЯ АСУ ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ СО СТОРОНЫ ЛИНИЙ RS-485

*На сегодняшний день RS-485 является одним из наиболее распространенных стандартов физического уровня связи, используемых в АСУ в нефтегазовой отрасли. Этот стандарт стал основой для создания целого семейства промышленных сетей, широко используемых в автоматизации.*

RS-485 (Recommended Standard 485 или EIA/TIA-485-A) – рекомендованный стандарт передачи данных по двухпроводному полудуплексному многоточечному последовательному симметричному каналу связи. Данный стандарт описывает только физические уровни передачи сигналов (т.е. только 1-й уровень модели взаимосвязи открытых систем OSI) и не описывает программную модель обмена и протоколы обмена.

Основные технические характеристики RS-485 приведены в таблице 1.

Сеть, построенная на интерфейсе RS-485, представляет собой приемопередатчики, соединенные при помощи двух или четырех проводов, как правило, витых пар. В основе интерфейса RS-485 лежит принцип дифференциальной (балансной) передачи данных. Суть его заключается в передаче одного сигнала по двум равнозначным сигнальным проводам таким образом, что между ними всегда есть разность потенциалов: при «1» она положительна, при «0» – отрицательна.

Такой способ передачи обеспечивает высокую устойчивость к синфазной помехе. Если два провода пролегают близко друг к другу и при этом перекручены между собой, то наводка на оба провода одинакова. Потенциал в обоих

одинаково нагруженных проводах изменяется одинаково, при этом информативная разность потенциалов остается без изменений.

Дифференциальная передача сигнала в системах на основе RS-485 обеспечивает надежную передачу данных в присутствии шумов. Однако для защиты от значительно больших уровней перенапряжений необходимо принимать дополнительные меры.

Самый универсальный способ защиты от перенапряжений – гальваническая развязка. Гальваническая развязка линии и устройств осуществляется либо опторазвязкой цифровых сигналов с организацией изолированного питания микросхем приемопередатчиков, либо применением приемопередатчиков со встроенной гальванической развязкой сигналов и питания. Защита такого типа не предназначена для поглощения или отвода избыточной энергии. Пока разность потенциалов между изолированными цепями не превышает напряжения пробоя схем развязки (обычно это 1000–2500 вольт), порт не будет поврежден. Необходимо отметить, что развязка хорошо защищает только от синфазных помех. Для защиты от больших величин дифференциальных

и синфазных перенапряжений необходимо применять устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП). Предпочтительнее применять совместно гальваническую развязку и УЗИП. На достаточно протяженных линиях связи и при прокладке в условиях сложной электромагнитной обстановки применение УЗИП особенно актуально.

Для обеспечения эффективной защиты необходимо устанавливать УЗИП на всех концах линии связи.

### ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ УЗИП ДЛЯ ЗАЩИТЫ ТИПОВЫХ СЕТЕЙ ПРИВЕДЕНЫ ДАЛЕЕ:

**1.** Для сетей, работающих по 4-проводной линии

**2.** Для сетей, работающих по 2-проводной линии

УЗИП следует устанавливать как можно ближе к порту, который они защищают, при этом сопротивление заземления должно быть минимальным. Хорошее соединение с землей критически важно для корректной работы УЗИП. Оно должно быть сделано как можно более коротким проводником большого сечения.

В случае размещения оборудования во взрывоопасных зонах УЗИП необходимо устанавливать до начала искробезопасной цепи (до «искрового барьера») или размещать оборудование и УЗИП во взрывозащищенной оболочке.

Для различных вариантов включения устройств RS-485 возможно применить несколько видов устройств защиты. Примеры подключения устройств защиты приведены ниже.

Для случаев, когда постоянно присутствующее синфазное напряжение  $V_{cm}$  [1] менее 7 В, т.е. нет необходимости

Таблица 1.

Наименование	Значение
Максимальная длина линии связи	1200 м
Максимальная скорость передачи данных	10 Мбит/с
Максимальный выходной сигнал драйвера	±5 В
Допустимый диапазон напряжений приемника относительно земли	-7...+12 В
Максимальный ток короткого замыкания	250 мА
Допустимое сопротивление нагрузки передатчика	54 Ом
Входное сопротивление приемника	12 кОм

использовать «дренажный» провод и не используется изолированное питание, устройства защиты необходимо подключать, как показано на рисунке 3. В данном случае уравнивание происходит относительно защитного заземления, с которым наглухо соединены сигнальное заземление и заземлитель ЭПУ.

В случае использования «дренажного» провода для поддержания постоянно присутствующего синфазного напряжения на входе приемников в рекомендуемых пределах  $-7-12$  В его обычно соединяют с защитным заземлением через резистор с номиналом 100 Ом для ограничения величин токов уравнивания потенциалов земель. В данном случае необходимо производить уравнивание относительно защитной земли, используя модули защиты, в которых предусмотрено разделение сигнальной и защитной земли. При этом опасные токи будут растекаться на заземляющее устройство, не создавая экстремально высокого потенциала «дренажного» провода. Рекомендуемые схемы защиты приведены на рисунке 4.

**ВНИМАНИЕ!** В данном случае при прохождении больших импульсных токов защитный уровень провод-земля более 500 В. Рекомендуется использовать оборудование с соответствующей импульсной стойкостью или с гальванической развязкой.

При использовании оборудования с гальванической развязкой и изолированным питанием допускается присутствие больших величин разницы потенциалов между изолированными полюсами. Уравнивание рекомендуется осуществлять также относительно защитной земли. Рекомендованные схемы включения УЗИП приведены на рисунке 5.

В разветвленных и протяженных сетях, использующих оборудование с гальванической развязкой и изолированным питанием, обычно применяют 3-й «общий» сигнальный провод. Для подобных схем необходимо устанавливать УЗИП согласно рисунку 6. Здесь также уравнивание производится относительно защитной земли, и применяются устройства защиты с разделением сигнальной и защитной земли.

Основным преимуществом стандарта RS-485 считается возможность пере-

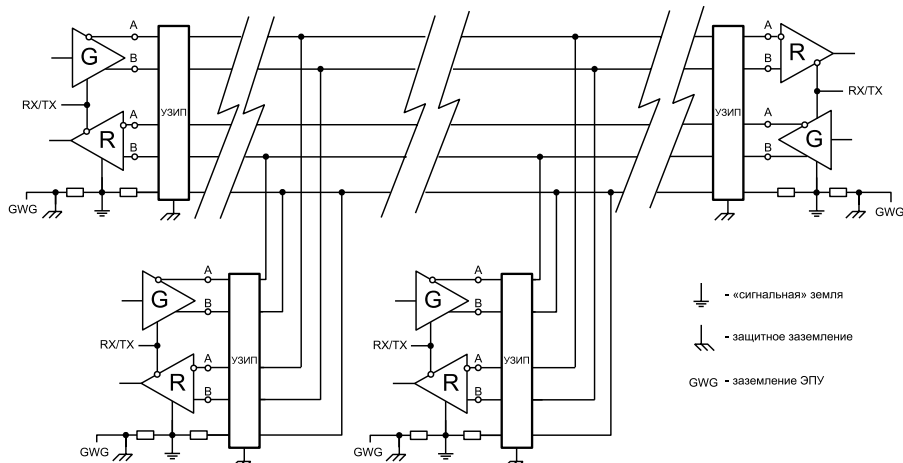


Рис. 1. Установка УЗИП на 4-проводной сети

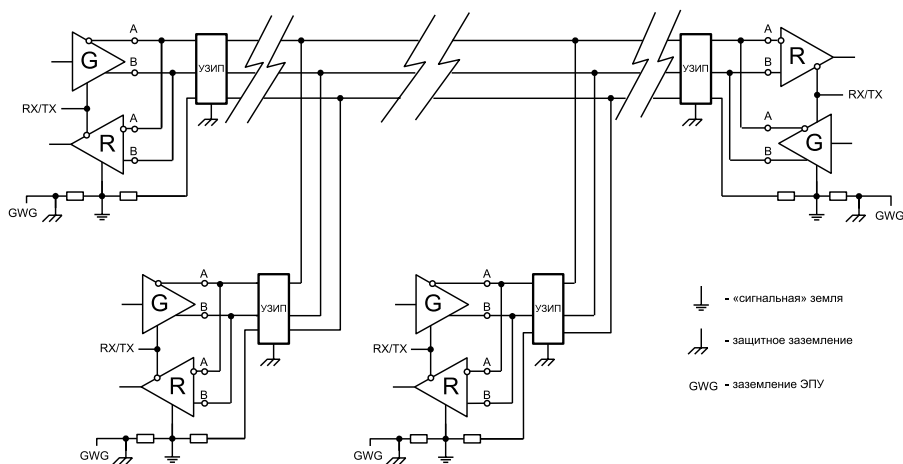


Рис. 2. Установка УЗИП на 2-х проводной сети

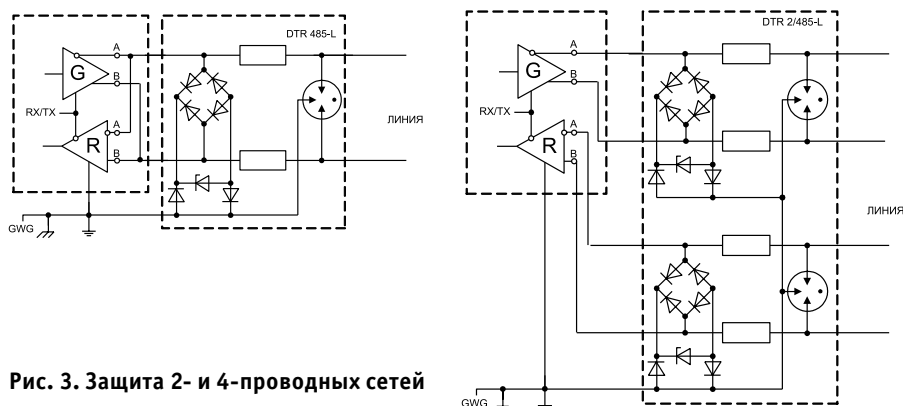


Рис. 3. Защита 2- и 4-проводных сетей

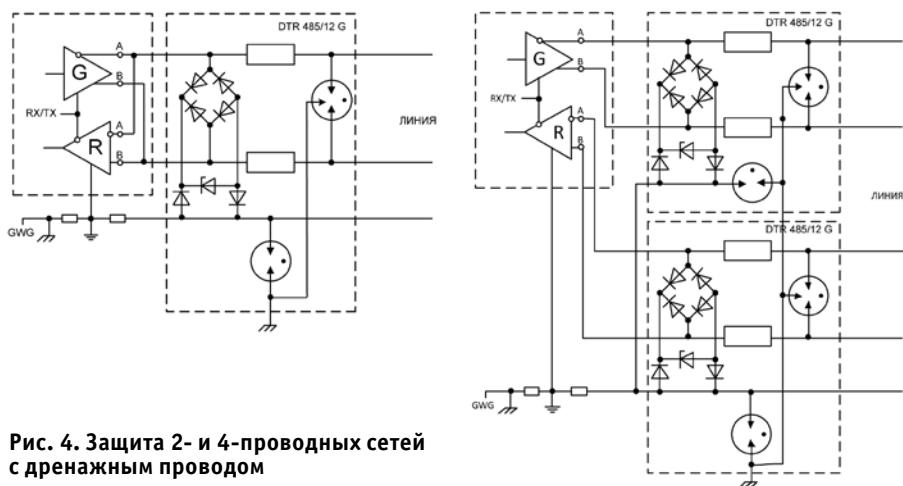


Рис. 4. Защита 2- и 4-проводных сетей с дренажным проводом

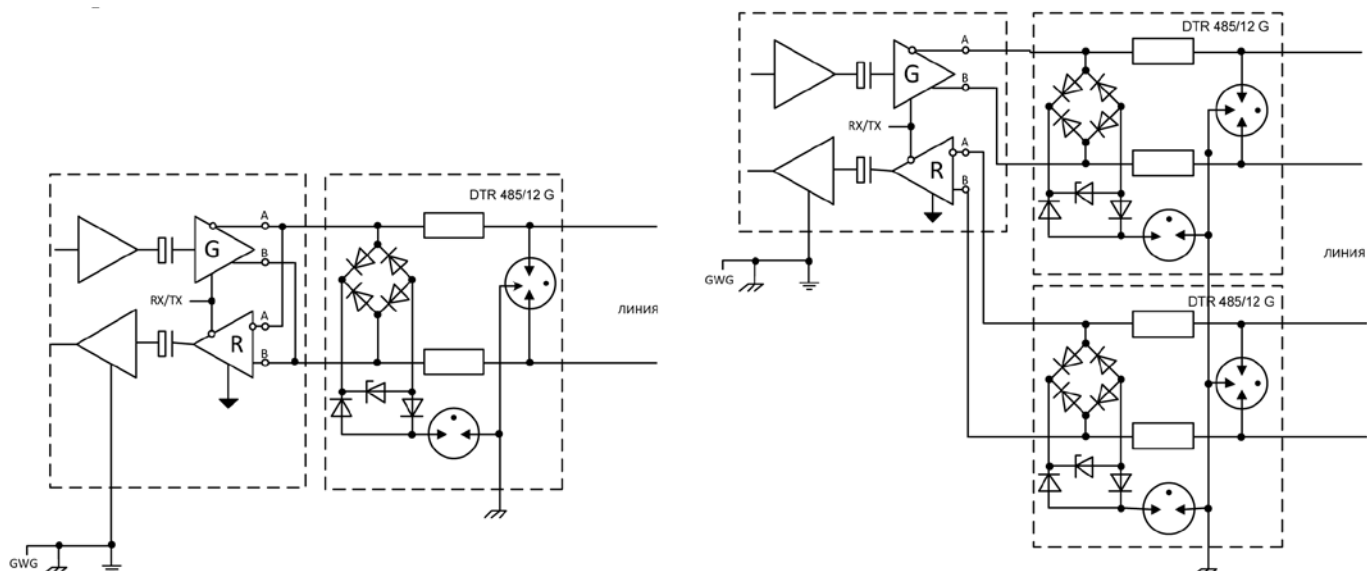


Рис. 5 Защита 2- и 4-проводных сетей с гальванической развязкой и изолированным питанием



Фото 1. DTB 485



Фото 2. DTR 2/485

дачи информации на сравнительно большие расстояния. При этом большая скорость передачи данных (10 Мбит/с) достигается только при небольших расстояниях и использовании дополнительных средств, таких как:

- использование 4-проводных линий
- использование кабеля на основе витых пар
- экранирование кабеля

В связи с этим в большинстве случаев сети, основанные на данном стандарте, используют малые скорости передачи. Для защиты оборудования таких сетей достаточно применять УЗИП, допускающие прохождение сигналов со скоростью не более 1 Мбит/с.

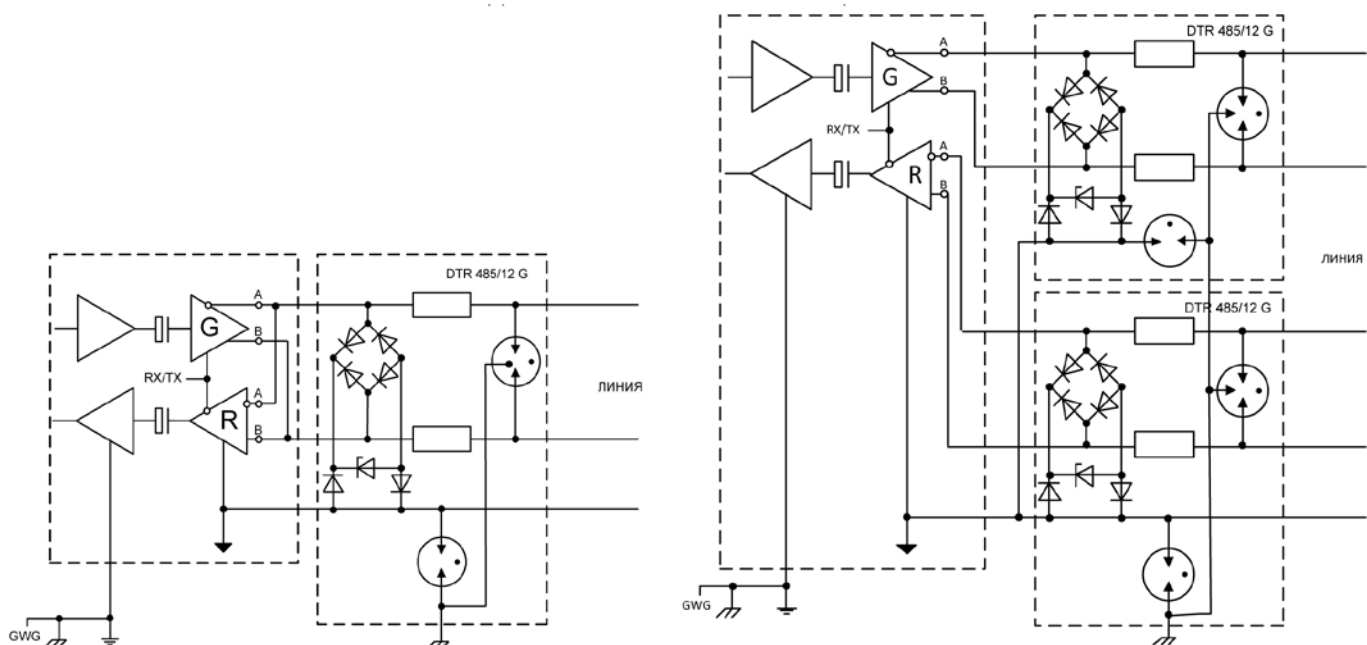


Рис. 6. Защита 2- и 4-проводных сетей с гальванической развязкой и дренажным проводом

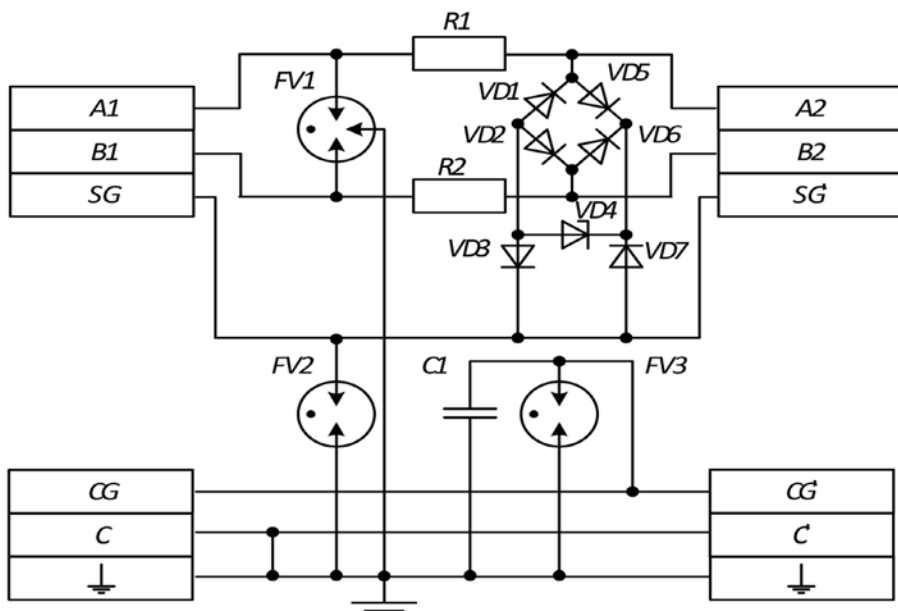


Рис. 7. Схема УЗИП DTR 485/12 G

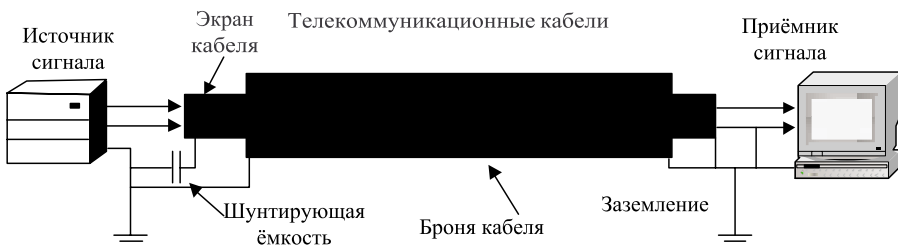


Рис. 8. Заземление экрана кабеля с использованием шунтирующей емкости

Для поддержания постоянно присутствующего синфазного напряжения на входе приемников в пределах  $-7-12$  В стандарт рекомендует применение дренажного провода. Обычно при этом величина напряжения  $V_{cm}$  [1] близка к 0. В связи с вышесказанным, возможно применение устройств защиты с порогом срабатывания 6–8 В, что достаточно для большинства сетей с дренажным проводом. Рекомендуются типы УЗИП изготавливаются в корпусе настенного крепления (фото 1) и корпусе для крепления на DIN рейку (фото 2).

В качестве универсального решения для защиты оборудования со стороны линий RS-485 были разработаны УЗИП DTR 485/12 G (номер по каталогу 400608) (рис. 7, фото 3). Их параметры удовлетворяют всем требованиям стандарта RS-485 [1]. Данные устройства возможно применять в качестве любого УЗИП во всех вышеприведенных случаях применения интерфейса RS-485. Схема данных устройств также позволяет удовлетворять требованиям раздела 10.4. СТО Газпром 2-1.11-290-2009 [5] в части обеспечения эффективности заземления экрана кабеля на высоких частотах



Фото 3. DTR 485/12G

при высокой длине кабеля. Для этого в п. 10.4.3. [5] рекомендуется заземлять один из концов экрана кабеля через емкость (рис. 8). В схеме DTR 485/12 G предусмотрены два контакта для подключения экрана кабеля непосредственно к заземлению (контакт C) или через шунтирующую емкость (контакт CG).

**Примечания:**

Вопрос использования и заземления экрана и брони кабеля в данной статье не рассмотрен в полном объеме. Схемы и параметры устройств защиты приведены в соответствующем разделе на сайте [www.hakel.ru](http://www.hakel.ru).



**ЗАО «Хакель Рос»**  
 192171, г. Санкт-Петербург,  
 ул. Бабушкина, д. 36, корп. 1, лит. И  
 Тел./факс: +7 (812) 449-46-05/34-67  
 e-mail: [info@hakel.ru](mailto:info@hakel.ru)  
[www.hakel.ru](http://www.hakel.ru)

**Литература:**

1. Engineering Department, Electronic Industries Association, EIA Standard RS-485 Electrical Characteristics of Generators and Receivers for Use in Balanced Multipoint Systems, reprinted in Telebyte Technology «Data Communication Library» Greenlawn NY, 1985 (R2003), no ISBN, no Library of Congress card number.
2. RS-422 and RS-485 Application Note / B&B Electronics Mfg. Co. Inc. ; B&B Electronics – Revised June 2006. – 40 с.
3. Обрежьте жиро́к с RS-485: Maxim’s Tutorial 119 (A184, март 2001 года), Перевод: Игорь Николаевич Бирюков (14 марта 2001 г.). – Электрон. дан.– Режим доступа: <http://www.gaw.ru/html/cgi/txt/interface/rs485/power.htm>.
4. Яшкардин Владимир. RS-485 рекомендованный стандарт электрических характеристик генераторов и приемников для использования в балансных многоточечных системах. [Электронный ресурс] : Яшкардин В. – Электрон. дан.– Режим доступа: <http://www.softelectro.ru/rs485.html>.
5. СТО Газпром 2-1.11-290-2009 Положение по обеспечению электромагнитной совместимости производственных объектов ОАО «Газпром».