



# MiCOM P521

## Продольная дифференциальная защита линии

Реле MiCOM P521 обеспечивает селективную быстродействующую дифференциальную токовую защиту воздушной или кабельной линии электропередачи, в кольцевой сети или при наличии параллельных линий. Интеграция в одном реле нескольких функций защиты, позволяет применять реле в сети различного уровня напряжения, обеспечивать ближнее и дальнее резервирование.

В защите обеспечивается оптимальный выбор поврежденных фаз, поскольку в схеме защиты измеряются токи входящие и выходящие из зоны защиты по каждой из фаз. Защита обеспечивает быстрое отключение при повреждениях в зоне защиты и высокую стабильность при внешних замыканиях.

Реле обеспечивает интерфейс связи по металлическому (проводному), оптоволоконному или мультиплексированному каналу.

Дифференциальный орган защиты сравнивает дифференциальный ток с тормозным током, что облегчает проверку реле. Дифференциальный орган данного типа обеспечивает надежное выявление замыканий на землю (в т.ч. через переходное сопротивление), выбор, индикацию и отключение повреждения.

В реле интегрирован широкий диапазон функций резервных защит. Это обеспечивает высокую надежность работы реле, т.к. функции защит, находящиеся в "горячем" резерве, такие как максимальная токовая защита, могут автоматически вводиться в работу при неисправности канала связи.



### Преимущества устройства:

- > Защита абсолютной селективности.
- > Широкий выбор каналов связи между концами защищаемой линии.
- > Интегрированные в реле функции МТЗ могут быть использованы в качестве горячего резерва при не исправности канала связи основной (дифференциальной) защиты.

## ПРИМЕНЕНИЕ

Продольная дифференциальная токовая защита MiCOM P521 обеспечивает широкий набор функций защиты, основным назначением которой является защита абсолютной селективности для воздушных или кабельных линий электропередачи вплоть до уровня напряжения распределительной сети.

Защита P521 рассчитана только на трехфазное напряжение, а также пригодна для защиты кабельных линий без АПВ.

Базовая комплектация MiCOM P521 включает весь набор функций защиты и управления.

Токовая дифференциальная защита по принципу своего действия не требует большого количества уставок, и для большинства случаев применения защиты могут быть использованы заводские уставки - т.е. поставляемое реле P521 практически готово для немедленного применения в качестве реле защиты.

### > Линия с трансформатором в зоне защиты

На рис. показано применение реле для защиты блока линия-трансформатор. P521 обеспечивает согласование сдвига фаз и фильтрацию токов нулевой последовательности при наличии трансформатора в зоне защиты. Для стабилизации защиты при броске тока намагничивания трансформатора, в P521 предусмотрено торможение от токов второй гармоники.

В случае использования реле для защиты линий с трансформаторными отпайками, нет необходимости в установке на отпайке трансформаторов тока, т.к. в P521 предусмотрена возможность согласования по времени срабатывания с предохранителями или нижестоящими реле.

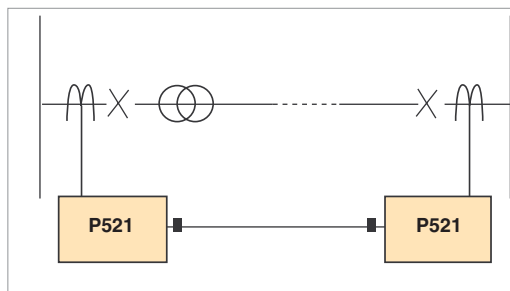


Рис. 1 P521 с тр-ром в зоне защиты

Обзор функций защиты		P521
87P	Дифференциальная токовая защита (в каждой из фаз)	●
	Телеотключение (Прямое, разрешающее, при срабатывании защиты)	●
	Компенсация времени передачи сигнала	●
	Только 3-х фазное отключение	●
	Оптоволоконные или проводные линии связи	●
	Контроль канала связи дифференциальной защиты	●
	Различные интерфейсы канала связи защиты	●
	Компенсация сдвига фаз (все группы соединений)	●
	Компенсация различия коэффициентов трансформации ТТ	●
	Торможение при броске тока намагничивания (выбирается в меню)	●
50/51	Трехфазная ненаправленная максимальная токовая защита	●
50/51N	Ненаправленная МТЗ от замыканий на землю	●
49	Защита от тепловой перегрузки	●
46	Защита максимального тока обратной последовательности	●
46BC	Защита при обрыве провода	●
37	Защита минимального тока	●
CBF	УРОВ	●
	Управление выключателем	●
	Контроль технического состояния выключателя	●
TCS	Контроль целостности цепи отключения	●
	Изменение уставок МТЗ и ЗНЗ при включении нагрузки	●
	Логика блокирования	●
	Логика селективной схемы	●
	5 опто-изолированных входов	●
	8 выходных реле + реле контроля исправности (WD)	●
	4 светодиода фиксированного назначения и 4 программируемых	●
	2 независимых группы уставок	●
	Передний порт связи EIA(RS)232 (Modbus)	●
	Задний порт связи EIA(RS)485 (протокол связи по выбору)	●

## ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ

### > Дифференциальная токовая защита

Основной функцией Р521 является дифференциальная токовая защита со сравнением токов в каждой из фаз. Надежные и проверенный алгоритм работы устройства обеспечивает быстрое обнаружение повреждений в зоне защиты и стабильность при внешних замыканиях. На рис. 2 показана тормозная характеристика дифференциального органа реле имеющая два наклонных участка. При повреждениях в зоне возникает дифференциальный ток. Ток протекающий в нормальном нагрузочном режиме или ток внешнего замыкания формируют тормозной ток. Первый участок характеристики (k1) обеспечивает высокую чувствительность к замыканиям с небольшими токами, в то время как более крутой второй участок характеристики (k2) обеспечивает правильную работу реле в условиях насыщения трансформаторов тока.

При срабатывании дифференциального органа на отключение выключателя на одном из концов линии, реле Р521 посылает сигнал телеотключения на противоположный конец для обеспечения отключения повреждения с двух сторон защищаемой линии.

### > Компенсация сдвига фаз и различных коэффициентов трансформации ТТ

При использовании Р521 на линии с различными коэффициентами ТТ по концам линии, в реле задается коэффициент компенсирующий различие коэффициентов.

При использовании Р521 для защиты блоков линия-трансформатор, в реле выполняется коррекция сдвига фаз и фильтрация токов нулевой последовательности для компенсации влияния трансформатора в зоне защиты.

### > Отстройка от броска тока намагничивания

Для отстройки реле от броска тока намагничивания при включении трансформатора, в Р521 используется торможение током второй гармоники.

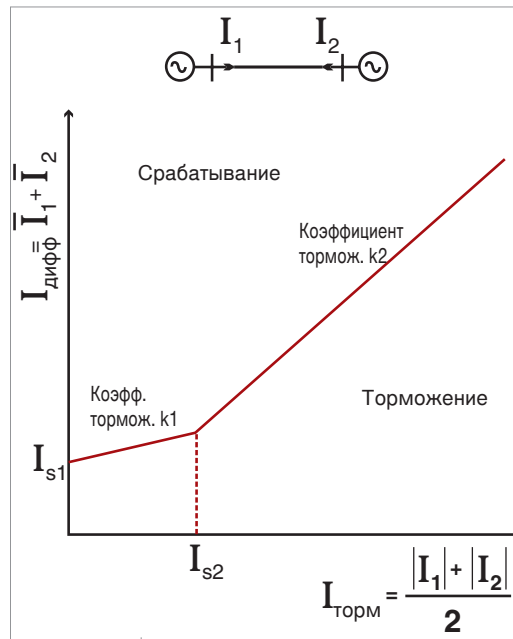


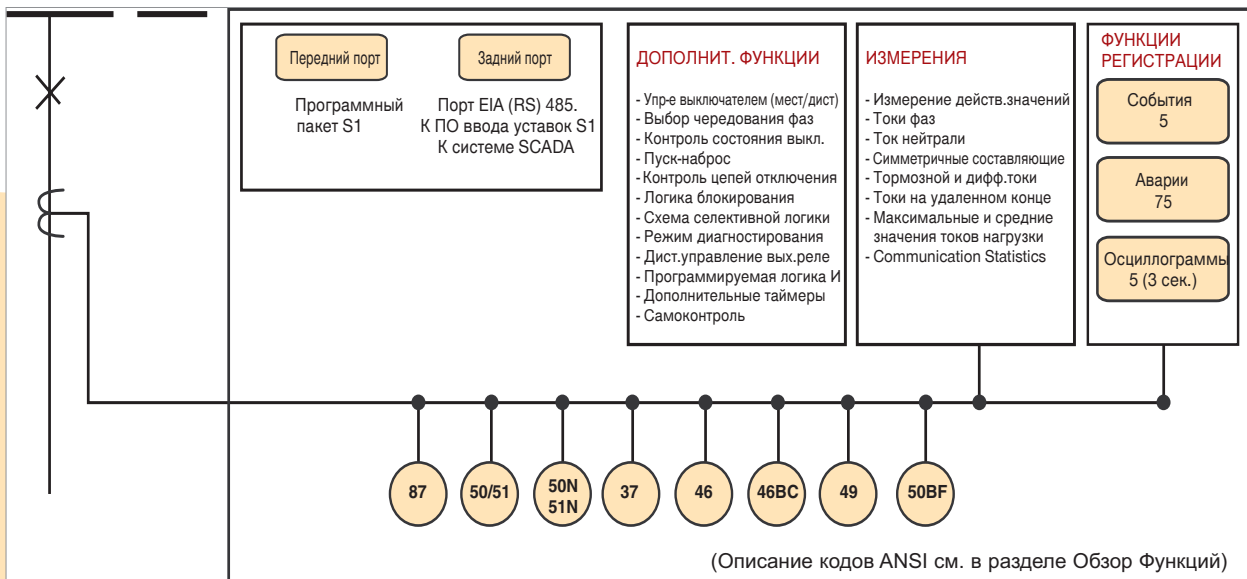
Рис. 2 Дифференциальная защита с торможением

### > Пуск-наброс

При включении фидера после продолжительного отключения в большинстве случаев происходит значительный бросок тока. Этот ток может превышать уставки максимальной токовой защиты или защиты от замыканий на землю и, следовательно, может привести к излишнему срабатыванию защиты.

Для предотвращения излишнего срабатывания защиты в Р521 предусмотрена возможность автоматического увеличения уставок МТЗ и ЗНЗ на заданное пользователем время. После успешного включения возвращаются в исходные рабочие уставки.

## ОБЗОР ФУНКЦИЙ



> **Максимальная токовая защита и защита от замыканий на землю**

Максимальная токовая защита и защита от замыканий на землю могут быть использованы в качестве резервных защит. В P521 имеется 4 ступени МТЗ и 4 ступени ЗНЗ. Первые две ступени могут быть установлены на работу с обратнозависимыми (IDMT) или независимыми (DT) от тока характеристиками срабатывания. В реле предусмотрен широкий выбор зависимых характеристик по стандартам IEC и IEEE/ANSI.

> **Максимальная токовая защита обратной последовательности**

Защита по току обратной последовательности может быть использована для обеспечения повышенной чувствительности при междуфазных или однофазных замыканиях даже при наличии трансформаторов с соединением обмоток "треугольник". Кроме этого токовая защита обратной последовательности может обеспечить эффективное резервирование специализированных защит электродвигателей.

> **Определение обрыва провода**

Функция определения обрыва провода выявляет несимметричные режимы работы сети вызванные обрывом провода или отказом полюсов выключателя.

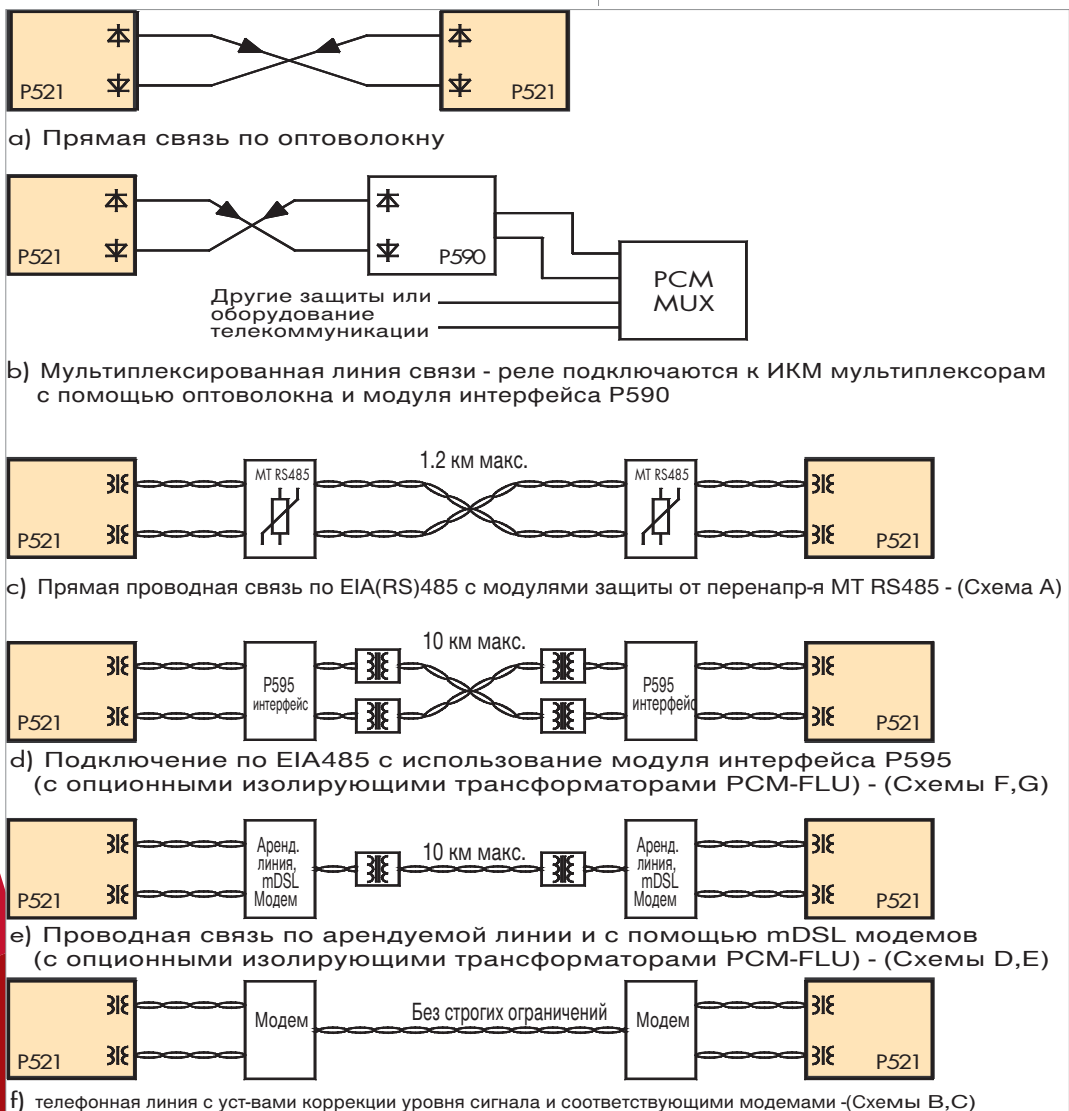
> **Защита минимального тока**

Защита минимального тока в P521 может быть использована в качестве защиты при потере питания.

> **Защита от теплового перегруза**

Защита от перегруза трансформаторов тока и кабелей должна учитывать тепловые характеристики защищаемого объекта. В MiCOM P521 имеется орган защиты от тепловой перегрузки выполненный на принципе измерения эффективного значения тока. Полностью программируемые уставки ступени сигнализации и ступени отключения позволяют использовать данную функцию для защита различных типов оборудования.

Рис. 3 | Опции каналов связи дифф.защиты



## КАНАЛ СВЯЗИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

### > Опции интерфейсов

Реле MiCOM P521 разработано с возможностью согласования с различными видами оборудования каналов связи. Реле поставляется для работы по одному из следующих интерфейсов связи (указывается при заказе):

- 850нм многомодовое оптоволокно
- 1300нм многомодовое оптоволокно
- 1300нм одномодовое оптоволокно
- RS 232 электрические сигналы
- RS 485 электрические сигналы

Эти интерфейсы обеспечивают использование различных каналов передачи данных, см. рис. 3 и обзор каналов связи. Задаваемая в реле скорость передачи данных 9.6 / 19.2 / 56 / 64 кбит/с определяется возможностями используемого канала связи.

При наличии 4-проводной связи витыми парами без каких либо устройств регулирования уровня сигнала, при помощи модуля интерфейса типа P595 можно обеспечить связь между реле на удалении до 25км.

При использовании других типов модемов для проводной связи по 2 или 4 металлическим проводникам свитым попарно в отсутствие устройств регулирования уровня сигнала в канале, связь между реле обеспечивается на удалении до 18км.

Для двух проводной связи с устройствами регулирования уровня сигнала (предоставляется телекоммуникационными компаниями) и использовании соответствующих модемов, ограничения по протяженности связи отсутствуют.

Для подключения к мультиплексированным каналам связи реле обеспечивает электрические интерфейсы соответствующие рекомендациям G.703, V.36 и X.21. При этом для связи P521 с модулями интерфейса P591, P592 или P593 используется оптический интерфейс по 850нм волокну.

Расстояние между реле при использовании прямой оптоволоконной связи зависит от типа использованного оптического волокна

Опции интерфейса	Длина
Многомод. волокно 850 нм	1 км
Многомод. волокно 1300 нм	30 км
Одномод. волокно 1300 нм	65 км

Интерфейс связи канала защиты в P521 переключаемый, что позволяет выполнить модернизацию канала связи без необходимости аппаратных изменений в самом реле.

### > Прямое телеотключение

Типовое применение прямого телеотключения конфигурируемого пользователем показано на рис. 4.

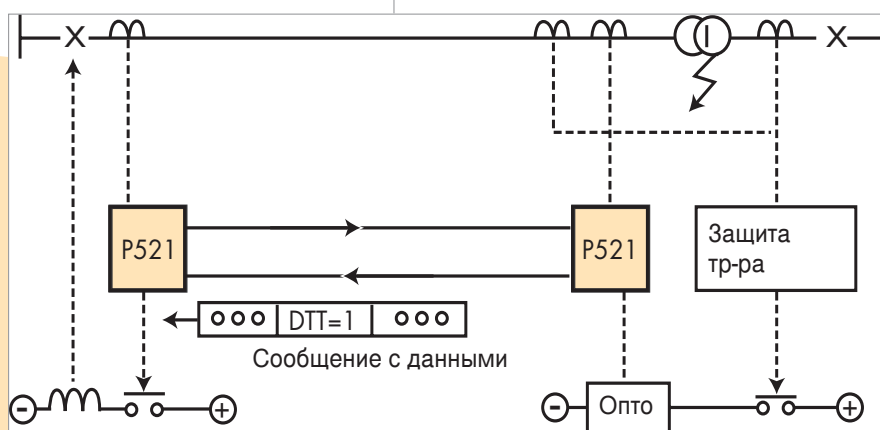
Для этой цели выполняется конфигурирование логического входа реле. При получении этого сигнала реле на удаленном конце линии замыкает контакты сконфигурированного для этой цели выходного реле для реализации сигнала прямого телеотключения или блокирования и обеспечивает сигнализацию дистанционного телеотключения.

### > Разрешающее телеотключение

Разрешающее телеотключение представляет дополнительную возможность использования канала связи защиты для передачи команд телеотключения.

Для этой цели необходимо выполнить конфигурацию логического входа реле. При активировании данного входа очередное сообщение передаваемое по каналу связи на удаленное реле модифицируется. При получении данного сообщения реле удаленного конца линии действует на отключение и выдает соответствующее сообщение сигнализации при условии что один или более фазных токов превышает уставку (Is1). При необходимости контроль по току может быть отключен, при этом разрешающее телеотключение становится второй функцией прямого телеотключения.

Рис. 4 | Применение прямого телеотключения



## УПРАВЛЕНИЕ

### > Управление выключателем

Команды управления выключателем могут быть поданы локально т.е. с передней панели реле или по опто-изолированному входу или дистанционно от системы управления подстанцией.

### > Программируемые входы и выходы

В реле MiCOM P521 имеется 5 логических входов и 9 выходных реле, включая реле контроля исправности. Все входы и выходы являются свободно программируемыми, за исключением реле RL1 предназначенным для отключения.

Два выходных реле имеют переключаемые контакты, обычно используемые для отключения. Выходы всех функций защиты (мгновенные и с выдержкой времени) могут свободно назначаться на любые выходные реле.

### > Логика блокирования

При использовании MiCOM 521 в сложной сети, в расчет должны приниматься устройства других присоединений.

Два логических входа могут быть независимо сконфигурированы на блокирование любых комбинаций функций защиты (например, дифференциальная токовая, тепловая перегрузка, максимальная токовая и т.д.).

### > Схема селективной логики

Конфигурирование оптовогохода на данную функцию позволяет выполнять временное блокирование ступеней МТЗ и ЗНЗ по сигналам пуска от нижестоящих реле. Данная функция позволяет согласовать работу реле MiCOM в каскадных схемах защит. Функция схемы селективной логики может быть введена или выведена по желанию пользователя.

### > Запоминание срабатывания выходных реле

Любое из выходных реле, включая реле отключения, может быть установлено на запоминание срабатывания ("самоподхват"). Съём "подхвата" выполняется сигналом по логическому входу, с передней панели реле или дистанционно по сигналу от системы управления подстанцией.

## ИЗМЕРЕНИЯ И ПОСЛЕАВАРИЙНЫЙ АНАЛИЗ

### > Регистрация событий

В памяти MiCOM P521 резервируемой батареей записываются до 75 событий. Событиями считаются изменения статуса логических входов/выходов, срабатывание защит, сообщения сигнализации и т.п. Все события регистрируются с разрешением в 1мс.

### > Регистрация аварий

В реле сохраняются записи 5 последних аварий, каждая из которых включает:

- o Индикация поврежденных фаз
- o Наименования сработавших защит
- o Активную группу уставок
- o Токи фаз и ток нейтрали
- o Дифференциальные токи
- o Максимальные тормозной ток
- o Статус канала связи
- o Время и дата аварии

### > Регистрация переходных процессов (осциллографирование)

В реле записывает до 5 осциллограмм продолжительностью до 3 сек каждая. Пуск осциллографа может происходить при превышении уставки какой либо из защит, по логическому оптовоходу или сигналом от системы управления. Данные осциллограмм записанных в памяти могут быть считаны из реле для просмотра и анализа через передний или задний порт связи (RS485).

### > Записи пусков защит

В MiCOM P521 регистрируются пять последних пусков защиты. Каждая запись включает:

- o Время пуска (дата и продолжительность)
- o Причина пуска (Ступени МТЗ и ЗНЗ)

Регистрация пусков может помочь планированию превентивного технического обслуживания.

**P521 делает возможной  
токовую дифференциальную  
защиту по проводам**



## ИЗМЕРЕНИЯ

### > Общие измерения

- Токи ближнего и дальнего реле
- Ток нейтрали ближнего реле
- Дифференциальные токи фаз
- Тормозные токи фаз
- Токи симметричных составляющих
- Тепловое состояние
- Максимальное и среднее потребление

### > Контроль исправности канала защиты

Важнейшим условием правильной работы дифференциальной защиты является надежная работа канала связи. MiCOM P521 постоянно контролирует работу канала защиты и регистрирует статистическую информацию согласно ITU-T G.821.

- Время передачи сигнала
- Статус канала
- Количество достоверных сообщений
- Количество сообщений с ошибками
- Количество секунд с ошибками
- Количество секунд с серьезными ошибками

## КОНТРОЛЬ ОБОРУДОВАНИЯ ПОДСТАНЦИИ

### > УРОВ

Если ток короткого замыкания не прекращается по истечении установленного времени после подачи команды отключения, реле P521 может быть запрограммировано на действие функции резервирования отказа выключателя (УРОВ). Действие УРОВ может быть использовано как для резервного отключения вышестоящих выключателей так и для деблокирования вышестоящих устройств защиты.

### > Контроль технического состояния выключателя

В реле MiCOM P521 интегрированы расширенные функции контроля состояния выключателя. Реле контролирует превышение времени выполнения операции включения и отключения выключателя над заданными величинами. Положение выключателя также контролируется при помощи вспомогательных контактов выключателя. Если НО и НЗ вспомогательные контакты выключателя находятся в одинаковом положении в течении более чем 5 сек, реле генерирует соответствующее сообщение сигнализации. При каждом отключении в реле суммируются токи или квадраты токов по каждой из фаз. Кроме этого в MiCOM P521 предусмотрена возможность конфигурирования логического входа для контроля целостности цепи отключения. При обрыве цепи отключения реле генерирует соответствующее сообщение сигнализации.

## ИНТЕРФЕЙСЫ ВЫВОДА ИНФОРМАЦИИ

Вывод информации из реле возможен на жидкокристаллический дисплей, локальный интерфейс ПК или задний порт связи.

### > Локальная связь

Передний порт связи EIA(RS)232 предназначен для использования программного пакета MiCOM S1, используемого для задания уставок функций защиты, конфигурирования входов/выходов реле, считывания и просмотра записей регистраторов, а также мониторинга измерений реле в динамическом режиме и подачи команд управления.

### > Дистанционная связь

Задний порт связи, выполненный на базе уровней напряжения интерфейса EIA(RS)485 предназначен для постоянной связи с цифровой системой управления и сбора данных объекта (см. рис. 5). В настоящее время при заказе реле предлагается выбор одного из перечисленных ниже протоколов связи:

- o Modbus
- o МЭК 60870-5-103
- o DNP3

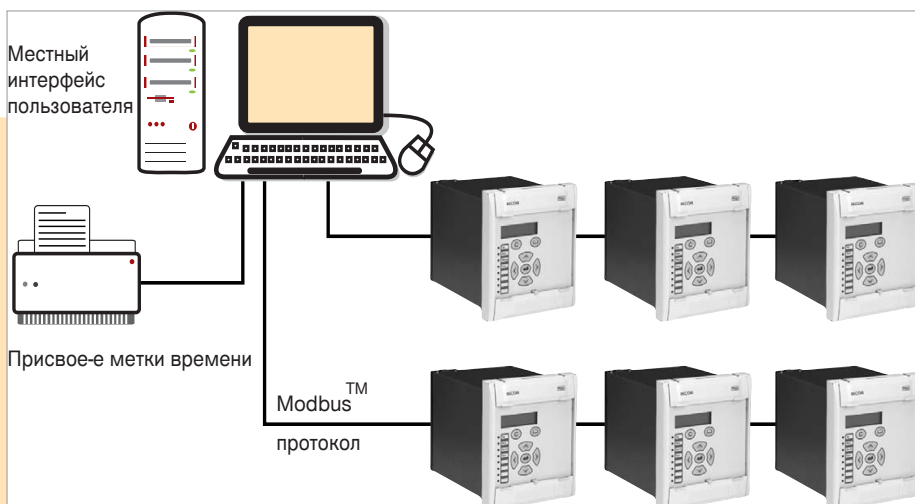


Рис. 5

Система управления MiCOM S10