

**Руководство по наладке  
и эксплуатации  
MiCOM P521  
Дифференциальная токовая защита  
линии**



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1.</b>	<b>ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ НАЛАДОЧНЫХ РАБОТ</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>ПОРЯДОК ЗАДАНИЯ УСТАВОК</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НАЛАДОЧНЫХ РАБОТ</b>	<b>4</b>
3.1	Минимальный состав оборудования	4
3.2	Дополнительное оборудование (опция)	4
<b>4.</b>	<b>ПРОВЕРКА РЕЛЕ</b>	<b>4</b>
<b>4.1</b>	<b>Работы на реле без питания</b>	<b>5</b>
4.1.1	Внешний осмотр	5
4.1.2	Изоляция	6
4.1.3	Внешние цепи	6
4.1.4	Контакты реле контроля исправности реле (WD)	6
4.1.5	Питание реле	6
<b>4.2</b>	<b>Работы на реле при наличии питания</b>	<b>7</b>
4.2.1	Дата и время	7
4.2.2	Светодиодные индикаторы (LED)	7
4.2.3	Оптоизолированные входы	8
4.2.4	Выходные реле	8
4.2.5	Задний порт связи	8
4.2.6	Проверка связи дифференциальной токовой защиты	10
4.2.7	Входы тока	18
<b>5.</b>	<b>ПРОВЕРКА УСТАВОК</b>	<b>19</b>
<b>5.1</b>	<b>Задание уставок для данного объекта</b>	<b>19</b>
<b>5.2</b>	<b>Демонстрация правильной работы реле</b>	<b>19</b>
5.2.1	Проверка характеристики срабатывания дифференциальной защиты	19
5.2.2	Время срабатывания дифференциальной защиты	21
5.2.3	Резервная защита максимального тока	22
<b>5.3</b>	<b>Проверка заданных уставок объекта</b>	<b>24</b>
<b>6.</b>	<b>ДВУСТОРОННЯЯ ПРОВЕРКА</b>	<b>24</b>
<b>6.1</b>	<b>Отключение режима кольцевания петли связи</b>	<b>24</b>
6.1.1	Прямая оптоволоконная связь	24
6.1.2	Прямая связь по EIA(RS)485	25
6.1.3	Связь по EIA(RS)232	25
6.1.4	Связь с использование модулей интерфейса P591	25
6.1.5	Связь с использование модулей интерфейса P592	25
6.1.6	Связь с использованием модулей интерфейса P593	26
<b>6.2</b>	<b>Проверка связи между реле</b>	<b>26</b>

6.2.1	Проверка реле связанных прямым оптоволоконным каналом или каналом с использованием модулей интерфейса P59x	26
6.2.2	Проверка металлической линии связи (прямое соединение по EIA(RS)485, P595, EIA(RS)232 или модемное соединение реле)	27
<b>7.</b>	<b>ПРОВЕРКА ТОКОМ НАГРУЗКИ</b>	<b>27</b>
7.1	Проверка подключения цепей ТТ	28
7.2	Измерение емкостного тока заряда линии	28
7.3	Измерение дифференциального тока	28
7.4	Проверка полярности подключения ТТ и фазировки токовых цепей	29
<b>8.</b>	<b>ЗАВЕРШЕНИЕ ПРОВЕРКИ</b>	<b>29</b>
<b>9.</b>	<b>ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ</b>	<b>29</b>
9.1	Периодичность технического обслуживания	29
9.2	Объем технического обслуживания	30
9.2.1	Сигнализация	30
9.2.2	Опто-изолированные входы	30
9.2.3	Выходные реле	31
9.2.4	Точность измерений	31
9.3	Неисправность оборудования	31
9.3.1	Не критические неисправности	31
9.3.2	Неисправность канала связи дифференциальной защиты	32
9.3.3	Критические неисправности	33
9.4	Методы ремонта	34
9.4.1	Замена активной части	34
9.4.2	Замена реле целиком	34
9.4.3	Замена батареи	35
9.4.4	Демонтаж платы связи	35
9.5	Решение проблем	37
9.5.1	Пароль утерян или не принимается	37
9.5.2	Связь	37

---

## 1. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ НАЛАДОЧНЫХ РАБОТ

Реле типа MiCOM P521 конструктивно являются полностью цифровыми реле, реализующими функции защиты и автоматики программными средствами. В реле серии MiCOM в высокой степени реализована функция самотестирования, которая обеспечивает срабатывание сигнализации в случае возникновения неисправности реле. Наличие постоянного самоконтроля устройства делает не нужным выполнение проверок реле с той же интенсивностью как и для нецифровых реле (статические или электромеханические).

Для выполнения наладочных работ на реле серии MiCOM достаточно проверить правильность работы аппаратного обеспечения и задание расчетных уставок. Считается, что нет необходимости в проверке каждой из функций реле, если уставки проверены одним из следующих методов:

- Скачивание из реле заданных уставок с помощью соответствующего программного продукта MiCOM S1 (предпочтительный метод)
- Просмотр уставок с выводом на дисплей реле с помощью интерфейса пользователя.

**НАПОМИНАНИЕ:** Загрузка новых уставок с помощью программы связи невозможна пока активен режим программирования уставок с передней панели реле.

Для того, что бы убедиться в правильности работы устройства (аппаратного и программного обеспечения) после загрузки заданных для данного объекта уставок, необходимо выполнить проверку одной из функций защиты.

Если специально не оговорено другое, пользователь реле несет ответственность за выбор и задание уставок реле, а также за проверку и работу внешних схем подключения к реле MiCOM.

Чистый бланк протокола наладки и таблицы заданных на реле уставок приведены в главе P521/RU RS Технического руководства.

Если в схеме защиты используются модули согласования оптического сигнала с P521 в электрические сигналы для мультиплексора, то наладка модулей P59x согласования интерфейса должна выполняться вместе с наладкой реле.



**ВНИМАНИЕ:** До начал выполнения работ на данном оборудовании пользователь должен познакомиться с содержанием разделов **Безопасность и Технические данные**, а также познакомиться с номинальными данными устройства, приведенными на табличке заводских данных .

---

## 2. ПОРЯДОК ЗАДАНИЯ УСТАВОК

При выполнении наладочных работ в первый раз, необходимо уделить достаточное время на ознакомление с методами задания уставок в реле.

В Руководстве для пользователя приведено подробное описание структуры меню реле P521.

При задании уставок с клавиатуры реле, требуется ввод пароля. При попытке изменения значения уставки, происходит запрос на ввод пароля, если он не был введен ранее (при изменении других уставок).

Альтернативным методом изменения уставок является использование для этого портативного компьютера с установленной на нем соответствующего программного

обеспечения (например, MiCOM S1). В этом случае на экран выводится не одна строка меню а вся колонка целиком. Использование ПК упрощает процедуру ввода уставок, обеспечивает сохранение файла уставок на жестком диске ПК для использования в будущем для печати или в качестве справочного материала. При использовании данного программного продукта в первый раз, необходимо предварительно изучить работу с ним.

---

## 3. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НАЛАДОЧНЫХ РАБОТ

### 3.1 Минимальный состав оборудования

Регулируемый источник тока с миллисекундомером.

Мультиметр (комбинированный прибор) с достаточным диапазоном измерения переменного тока.

Прибор для проверки наличия цепи (если данная функция отсутствует в мультиметре).

2 оптоволоконных кабеля типа 50/125µм (длиной около 1 м), с ST – соединителями по концам кабеля.

Измеритель мощности оптического сигнала с уровнем чувствительности от 0 до -50dBm

Примечание: современное испытательное оборудование может включать несколько функций из перечисленных выше.

### 3.2 Дополнительное оборудование (опция)

Много-контактный испытательная крышка P922 (если установлен испытательный блок P991) или крышка MMLB (если установлен испытательный блок MMLG).

Электронный или бесщеточный прибор испытания изоляции постоянным напряжением не более 500В (для измерения сопротивления изоляции, если требуется).

Портативный компьютер с требуемым программным обеспечением ( позволяет проверить работу переднего и заднего портов связи а также сократить время на выполнения наладочных работ).

Конвертор протокола связи KITZ (из K-Bus в EIA(RS)232).

Конвертер протокола из EIA(RS)485 в EIA(RS)232 (если необходима проверка EIA(RS)485 MODBUS)

Принтер (для печати заданных уставок с помощью ПК).

---

## 4. ПРОВЕРКА РЕЛЕ

Проверка реле выполняется для подтверждения отсутствия механических повреждений, нанесенных реле до выполнения наладочных работ, правильности функционирования реле и отсутствия измерений входных величин с точностью не отвечающей заявленным техническим характеристикам.

Если уставки реле были заданы до начала выполнения наладочных работ, необходимо выполнить их копирование/сохранение для последующего восстановления исходных уставок после завершения наладочных работ. Это может быть выполнено следующим образом:

- Получение файла уставок на дискете от пользователя/заказчика (это потребует использование ПК для переноса полученных уставок в реле)
- Считывание уставок из реле (для этого также требуется использование ПК)

- Заполнение таблиц уставок вручную. Для этого может быть использована форма «Заданные уставки» приведенная в документе P521/RU RS. При «ручном» методе заполнения формы используется клавиатура передней панели реле для последовательного вывода уставок на дисплей реле.

## 4.1 Работы на реле без питания



Следующая группа проверок выполняется при отсутствии питания реле и изолированной цепи отключения.

Для выполнения данных проверок от реле должны быть отключены вторичные цепи трансформаторов тока. Если в схеме защиты использованы испытательные блоки типа P991, то данная операция выполняется путем установки испытательной крышки P992. При этом от реле надежно отключаются все цепи подведенные к нему через испытательный блок.

Перед установкой испытательной крышки, необходимо ознакомиться со схемой внешних подключений реле, для предупреждения повреждения оборудования и соблюдения необходимых мер безопасности выполнения работ. Например, через испытательный блок могут проходить цепи вторичных обмоток трансформаторов тока. В этом случае, необходимо чтобы клеммы испытательного блока, через которые проходят вторичные цепи ТТ, надежно перемыкались до установки испытательной крышки.



**ВНИМАНИЕ: Никогда не размыкайте цепь вторичной обмотки трансформаторов тока, поскольку высокое напряжение, наведенное на обмотке может быть причиной повреждения изоляции и опасно для жизни.**

Если в схеме защиты не предусмотрено использование испытательных блоков, то цепи трансформаторов тока должны быть надежно закорочены и изолированы от реле. В тех случаях, когда в цепи питания реле или цепи отключения предусмотрены ключи, накладки, автоматы, предохранители и т.п., они должны быть использованы в полной мере. Если коммутационные аппараты в данных цепях отсутствуют, то необходимо отключить проводники от реле и изолировать во избежание поражения электрическим током.

### 4.1.1 Вешний осмотр

Выполнить внешний осмотр реле с целью обнаружения возможных повреждений реле после выполнения монтажа.

Убедиться в том, что внешние подключения соответствуют типополнению реле. Обозначение типополнения реле указано на табличке под откидной верхней крышкой на передней панели реле.

Визуально убедитесь в том, что клеммы оснащенные шунтирующими перемычками с внутренней стороны блоков зажимов реле подключены к требуемым цепям. Шунтирующие перемычки установлены между клеммами 41 и 42, 43 и 44, 45 и 46, 47 и 48, 49 и 50, 51 и 52, 53 и 54, 55 и 56. С помощью пробника, убедитесь в том, что при демонтаже модуля реле из корпуса указанные клеммы перемыкаются.

Проверить, что винт заземления корпуса реле, используется для подключения к локальной шине заземления. При наличии нескольких реле, убедиться в правильности монтажа медной заземляющей шины, предназначенной для надежного заземления каждого из корпусов реле. Однако при выполнении надежного соединения заземляющих проводников между корпусами реле, использование общей медной шинки заземления не требуется.

## 4.1.2 Изоляция

Проверка сопротивления изоляции выполняется в процессе выполнения наладочных работ только если установлено такое требование и она не было проведена ранее при выполнении монтажных работ.

Отсоедините от реле все внешние проводники и проверьте сопротивление изоляции с помощью электронного или бесщеточного испытательного устройства напряжение не превышающим 500В постоянного тока. Перед проведением измерений, необходимо объединить в группы электрически связанные цепи реле.

В реле имеются следующие группы цепей:

- А) Цепи трансформаторов тока
- Б) Цепи питания
- В) Цепи опто-изолированных дискретных входов
- Г) Контакты выходных реле
- Д) Порт связи EIA(RS)485
- Е) Заземление корпуса

Сопротивление изоляции должно быть не менее 100MΩ при 500В

Убедитесь в том, что после проведения опытов внешние цепи подключены правильно.

## 4.1.3 Внешние цепи

Убедитесь в том, что подключение внешних цепей выполнено в соответствии со схемой подключения реле (приведены в документе P521/RU CO).

При использовании в схеме защиты испытательного блока типа P991, необходимо убедиться в том, что его подключение выполнено в соответствии с документацией. Рекомендуется выполнять подключение подходящей к реле цепей выполнять к клеммам левой стороны блока (окрашена в оранжевый цвет и имеет нечетную нумерацию клемм, 1, 3, 5, 7 и т.д.). Напряжение питания реле оперативным током обычно подключается к клеммам 13 (положительный полюс) и 15 (отрицательный полюс), в то время как с клемм 15 и 16 на реле подается положительный и отрицательный полюсы источника питания соответственно. Однако, проверка пользователем соответствия монтажа схеме подключения является обычной практикой.

## 4.1.4 Контакты реле контроля исправности реле (WD)

С использованием прибора контроля цепи, убедиться в том, что контакты 35-36 реле контроля исправности устройства защиты замкнуты при отсутствии питания реле и разомкнуты при наличии питания реле в пределах рабочего диапазона.

## 4.1.5 Питание реле

Реле P521 может иметь питание от источника постоянного или переменного тока в зависимости от паспортного номинального напряжения питания. Напряжение питания должно быть в пределах диапазонов приведенных в Табл. 1.

Напряжение питания реле должно быть измерено до подачи питания на реле.

Номинальное напряжение питания = [~]	Рабочий диапазон при питании =	Рабочий диапазон при питании ~
24 – 60 В [-]	От 20 до 72 В	-



Номинальное напряжение питания = [~]	Рабочий диапазон при питании =	Рабочий диапазон при питании ~
48 – 150В [ - ]	От 38 до 180 В	-
130 – 250В [110-250В ~ 50/60Гц]	От 104 до 300 В	От 88 до 275 В

Таблица 1: Рабочие диапазоны питания реле (Vx)

При питании реле P521 от источника постоянного тока, уровень допустимых пульсаций составляет 12%.



**Во избежание повреждения блока питания реле, не допускается питание реле от зарядного устройства при отключенной аккумуляторной батарее.**



Подать питание реле при условии, что оно находится в пределах рабочего диапазона. Если в схеме используется испытательный блок, питание на реле подать путем установки соответствующих перемычек на испытательной крышке блока.

## 4.2 Работы на реле при наличии питания

Следующая группа тестов необходимая для проверки правильности функционирования аппаратного и программного обеспечения реле выполняется при включенном питании реле и модуле интерфейса P590 (если используется).



Цепи трансформаторов тока, для выполнения данных тестов остаются отключенными и изолированными от реле. Во избежание случайного отключения первичного оборудования, цепь отключения также должны оставаться изолированной от выходных цепей реле.

### 4.2.1 Дата и время

До установки текущего времени и даты убедитесь что защитная пленка, предотвращающая разряд батареи при транспортировке и хранении, удалена. Открыть нижнюю откидную крышку на передней панели реле и убедиться в отсутствии красной полоски (пленки) в отделении для батареи резервирования памяти реле. Для удаления пленки потяните за выступающий конец защитной пленки при этом слегка придерживая батарею от выпадения из отсека.

У меню PARAMETERS (ВХ. ПАРАМЕТРЫ) установите текущее время и дату задавая соответствующие значения в ячейках "Date" (Дата) и "Time" (Время).

При исчезновении напряжения питания реле, установленные время и дата должны сохраниться если установлена батарея резервирования памяти в отсеке под нижней крышкой на передней панели реле. Следовательно, при восстановлении питания на реле, не требуется повторная установка даты и времени.

Для проверки сохранения даты и времени, необходимо снять питание с реле примерно на 30 секунд и проверить сохранения ранее установленных даты и времени после восстановления питания реле.

### 4.2.2 Светодиодные индикаторы (LED)

При подаче питания на реле должен загореться зеленый светодиод, и остаться в зажженном состоянии, что говорит о том что реле находится в исправном состоянии и напряжение питания реле не ниже предельно допустимого значения. В энергонезависимой памяти реле сохраняется информация о состоянии светодиодных индикаторов сигнализации и светодиода отключения до исчезновения питания реле. Следовательно, после восстановления питания индикаторы, горевшие до исчезновения питания загорятся вновь.

Для проверки восьми светодиодов расположенных на передней панели реле, предусмотрен соответствующий тест. Для выполнения проверки, необходимо задать значение “Yes” (Да) в ячейке “LED Test” (Проверка ИНД.) в меню **AUTOMAT.CTRL/Commissioning** – АВТОМАТИКА/Проверка.

### 4.2.3 Оптоизолированные входы

Данный тест служит для проверки правильности работы опто-изолированных входов реле. Реле P521 имеет 5 опто-изолированных входов.

Напряжение поочередно подается на каждый из оптовходов (см. схемы внешних подключений реле в документе P521/RU CO/A11) с соблюдением полярности. Состояние (статус) оптовходов контролируется в ячейке “Input Status” (Статус Входов) меню OP PARAMETERS (РАБ. ПАРАМЕТРЫ). Активный оптовход (оптовход на который подано напряжение) индицируется состоянием «1», состояние остальных входов (без напряжения) соответствует индикации «0». При подаче напряжения на оптовход, индикация его состояния в соответствующем разряде в нижней строке дисплея изменяется с «0» на «1».

### 4.2.4 Выходные реле

Данный тест служит для проверки правильности функционирования выходных реле. У реле P521 имеется 8 выходных реле (за исключение реле контроля исправности WD).

Убедитесь что активировано меню Проверка (**AUTOMAT.CTRL/Commissioning** – АВТОМАТИКА/Проверка). Выбор проверяемого выходного реле выполняется соответствующей уставкой в ячейке “Trip Test” (Тест Отключения). При этом уставка «0» исключает срабатывание реле, а уставка «1» подготавливает включение проверяемого реле. После выбора проверяемых реле, срабатывание выбранных реле выполняется путем задания значения “Yes” (Да) в ячейке “Contact Test” (Тест контактов). Реле остаются в сработанном состоянии (замкнуты контакты) до тех пор пока в этой же ячейке значение Yes” (Да) не заменено на значение “No” (Нет).

ПРИМЕЧАНИЕ: Режим тестирования контактов выходных реле отменяется если в ячейке “Disable Relays” (Отмена тестирования реле) будет задано значение “Yes” (Да) (также в меню COMMISSIONING – ПРОВЕРКА).

Таким образом, могут быть поочередно проверены все выходные реле, замыкание контактов проверяется с помощью прибора контроля цепи. Срабатывание реле проверяется по замыканию НО контактов и размыканию НЗ контактов.

Отключить сработанные реле путем задания значения “No” (Нет) в ячейке “Contact Test” (Тест контактов).

ПРИМЕЧАНИЕ: При проверке срабатывания выходных реле необходимо быть уверенным что замыкание контактов реле не приводит к их перегрузке т.к. замыкание выполняется на продолжительное время. Если к контактам выходным реле подключена нагрузка, рекомендуется по возможности минимизировать время между пуском и отменой теста проверки контактов выходных реле.

### 4.2.5 Задний порт связи

Этот тест проводится лишь в случае если предполагается использование удаленного доступа к реле. Он может варьироваться в зависимости от типа используемого протокола удаленной связи (указан на табличке под верхней откидной крышкой реле).

Целью данной проверки является лишь проверка возможности установления связи с реле через задний порт связи RS485 с использованием конвертера протокола. В данном тесте не проверяется работа реле как компонента системы управления объектом.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Для доступа к реле по заднему порту связи, он должен быть предварительно введен (включен). Включение порта связи выполняется путем задания значения “Yes” (Да) в ячейке “CTRL Comms” (Управление связью) меню COMMUNICATIONS (СВЯЗЬ).

Подключение EIA(RS)485	Зажим (клемма) на P521
Экран	29
+ (положительный)	31
- (отрицательный)	32

Таблица 2: Клеммы подключения заднего порта связи

#### 4.2.5.1 Проверка связи по MODBUS

Подключите к заднему порту EIA(RS)485 компьютер, поддерживающий работу ведущей станцией сети по протоколу MODBUS. При необходимости используйте конвертер интерфейса EIA(RS)232/ EIA(RS)485. Зажимы для подключения к терминалу приведены в Таблице 2.

Убедитесь в том, что уставки адреса терминала, скорость обмена данными, стоп биты и контроль четности, установленные в используемой программе связи, совпадают с уставками терминала, заданными в ячейках меню АДРЕДС (“Relay Address”), РАЗМЕР ДАННЫХ (“Baud rate”), СТОП БИТ (“stop bits”) и ЧЕТНОСТЬ (“Parity”) меню ПЕРЕДАЧА ИНФ. (COMMUNICATIONS).

Проверьте возможность установления связи с реле (по заднему порту).

#### 4.2.5.2 Проверка связи по IEC60870-5-103 (VDEW)

Связь по протоколу IEC60870-5-103/VDEW предполагает связь реле с локальной ведущей станцией, которая должна быть использована для проверки работы заднего коммуникационного порта EIA(RS)485. Номера клемм для подключения к EIA(RS)485 приведены в Таблице 2.

Убедитесь в том, что уставки адреса реле и скорость передачи данных в программе связи ПК идентичны уставкам “Relay Address” (Адрес реле) и “Baud Rate” (Скорость в Бодах), заданным в реле (меню COMMUNICATIONS СВЯЗЬ).

Проверьте возможность установления связи реле с ведущей станцией.

#### 4.2.5.3 Связь по протоколу DNP3.0

Подключите к заднему порту EIA(RS)485 компьютер, поддерживающий работу ведущей станцией сети по протоколу MODBUS. При необходимости используйте конвертер интерфейса EIA(RS)232/ EIA(RS)485. Зажимы для подключения к терминалу приведены в Таблице 2.

Убедитесь в том, что уставки адреса терминала, скорость обмена данными, стоп биты и контроль четности установленные в используемой программе связи совпадают с уставками терминала, заданными в ячейках меню АДРЕДС (“Relay Address”), РАЗМЕР ДАННЫХ (“Baud rate”), СТОП БИТ (“stop bits”) и ЧЕТНОСТЬ (“Parity”) меню ПЕРЕДАЧА ИНФ. (COMMUNICATIONS).

Проверьте возможность установления связи с терминалом (по заднему порту).

## 4.2.6 Проверка связи дифференциальной токовой защиты

Данный тест служит для проверки правильности работы EIA(RS)232/EIA(RS)485/оптоволоконной связи и других периферийных устройств (P59x, P595 и т.п.) для связи между реле дифференциальной токовой защиты установленных по концам защищаемой линии.

### 4.2.6.1 Прямая оптоволоконная связь

Включите режим закольцовывания петли связи. Для этого задайте значение “ON” (Включено) в ячейке “Loopback Test” (Режим закольцовывания связи) в меню **AUTOMAT.CTRL/Commissioning АВТОМАТИКА/Проверка**.

Используйте оптоволоконный кабель с ST-соединителями на концах кабеля для соединения выхода передачи (Tx) с входом приема сигналов (Rx) с обратной стороны реле. Теперь поведение реле должно соответствовать тому при котором реле получает с удаленного конца линии информацию о векторе тока равному по величине и фазе току подаваемому в реле на проверяемом реле. Считайте и подтвердите (сбросьте) сообщения сигнализации и проверьте что какие-либо сообщения (сигналы) о неисправности канала связи с противоположным концом линии отсутствуют. Проверьте статистическую информацию о работе канала связи (записи о наличии ошибочных (недостовверных) сообщениях в меню “Protection Comms” (Связь реле защиты) колонки MEASUREMENTS (ИЗМЕРЕНИЯ).



**При отключении и подключении оптоволоконного кабеля необходимо соблюдать меры безопасности. Не смотрите прямо в порт передачи или в конец оптоволоконного кабеля.**

### 4.2.6.2 Прямая связь по EIA(RS)485

Включите режим закольцовывания связи. Для этого задайте значение “ON” (Включено) в ячейке “Loopback Test” (Режим закольцовывания связи) в меню **AUTOMAT.CTRL/Commissioning АВТОМАТИКА/Проверка**.

Выполните подключение двух испытательных оптоволоконных кабелей следующим образом:

SK1 от клеммы 4 к SK1 клемме 6

и

SK1 от клеммы 5 к SK1 клемме 7

Теперь поведение реле должно соответствовать тому при котором реле получает с удаленного конца линии информацию о векторе тока равному по величине и фазе току подаваемому в реле на проверяемом реле. Считайте и подтвердите (сбросьте) сообщения сигнализации и убедитесь в том, что какие-либо сообщения (сигналы) о неисправности канала связи с противоположным концом линии отсутствуют. Проверьте статистическую информацию о работе канала связи (записи о наличии ошибочных (недостовверных) сообщениях в меню “Protection Comms” (Связь реле защиты) колонки MEASUREMENTS (ИЗМЕРЕНИЯ).

### 4.2.6.3 Связь по EIA(RS)232

Подключение по EIA(RS)232 обычно используется связи двух реле с использованием модемов или подобных устройств, поскольку прямая связь между двумя реле практически не возможно из-за ограничений по протяженности связи по EIA(RS)232.

Включите режим закольцовывания связи в меню **AUTOMAT.CTRL/Commissioning АВТОМАТИКА/Проверка**.

Используя короткие проводники соедините между собой порт передачи данных (SK1 клемма 1) и порт приема данных (SK1 клемма 2) с обратной стороны реле. Теперь поведение реле должно соответствовать тому при котором реле получает с удаленного конца линии информацию о векторе тока равному по величине и фазе току подаваемому в реле на проверяемом реле. Читайте и подтвердите (сбросьте) сообщения сигнализации и убедитесь в том, что какие-либо сообщения (сигналы) о неисправности канала связи с противоположным концом линии отсутствуют. Проверьте статистическую информацию о работе канала связи (записи о наличии ошибочных (недостовверных) сообщениях в меню "Protection Comms" (Связь реле защиты) колонки MEASUREMENTS (ИЗМЕРЕНИЯ).

#### 4.2.6.4 Связь с использованием модемов

Внимательно осмотрите модем для выявления возможных повреждений устройства при транспортировке или монтаже. Убедитесь в том, что внешние подключения к модему выполнены в соответствии со схемой внешней подключения поставляемой фирмой производителем модема. Питание модема должно выполняться в соответствии с требованиями фирмы изготовителя.

Активируйте на модеме режим закольцовывания аналоговой связи "Local Analogue Loopback" в соответствии с указаниями Руководства по эксплуатации данного модема.

Обратитесь к P521 и включите режим закольцовывания связи, путем задания уставки "ON" (Вкл.) в ячейке "Loopback" (обратная петля) в меню **AUTOMAT.CTRL/Commissioning** АВТОМАТИКА/Проверка. Теперь поведение реле должно соответствовать тому при котором реле получает с удаленного конца линии информацию о векторе тока равному по величине и фазе току подаваемому в реле на проверяемом реле.

Считайте и подтвердите (сбросьте) сообщения сигнализации и убедитесь в том, что какие-либо сообщения (сигналы) о неисправности канала связи с противоположным концом линии отсутствуют. Проверьте статистическую информацию о работе канала связи (записи о наличии ошибочных (недостовверных) сообщениях в меню "Protection Comms" (Связь реле защиты) колонки MEASUREMENTS (ИЗМЕРЕНИЯ).

#### 4.2.6.5 Связь с использованием модуля интерфейса P595

Внимательно осмотрите модуль для выявления возможных повреждений устройства при транспортировке или монтаже. Убедитесь в том, что внешние подключения к P595 выполнены в соответствии со схемой внешних подключений приведенной в технической документации. Проверьте что напряжение питания модуля соответствует номинальным характеристикам. Табличка номинальных данных расположена с нижней стороны модуля и в нижней части со стороны блоков зажимов.

Включите режим закольцовывания связи, путем задания уставки "ON" (Вкл.) в ячейке "Loopback" (обратная петля) в меню **AUTOMAT.CTRL/Commissioning** АВТОМАТИКА/Проверка

Выполните подключение двух испытательных проводников следующим образом:

От -X9 клемма 4 к -X9 клемма 1

И

От -X9 клемма 5 к -X9 клемма 2

Теперь поведение реле должно соответствовать тому при котором реле получает с удаленного конца линии информацию о векторе тока равному по величине и фазе току подаваемому в реле на проверяемом реле. Читайте и подтвердите (сбросьте) сообщения сигнализации и убедитесь в том, что какие-либо сообщения (сигналы) о неисправности канала связи с противоположным концом линии отсутствуют. Проверьте статистическую информацию о работе канала связи (записи о наличии ошибочных

(недостовверных) сообщениях в меню “Protection Comms” (Связь реле защиты) колонки MEASUREMENTS (ИЗМЕРЕНИЯ).

#### 4.2.6.6 Связь с использованием модуля интерфейса P591

Модуль P591 конвертирует оптический сигнал с выхода P521 в электрический сигнал для интерфейса по G.703 с мультиплексором импульсно-кодовой модуляции. Модуль выпускается в корпусе размером 20TE и должен монтироваться поблизости от мультиплексора.

До выполнения проверок в режиме закольцовывания петли связи необходимо несколько предварительных тестов.

##### 4.2.6.6.1 Внешний осмотр модуля P591

Проведите визуальный осмотр модуля для выявления возможных повреждений при транспортировке или монтаже.

Убедитесь в том, что номинальные данные модуля, приведенные под верхней откидной крышкой, соответствуют его использованию в данном конкретном случае применения.

Убедитесь в том, что винт заземления, распложенный в левом верхнем углу корпуса реле, используется для соединения с локальной шиной (контуром) заземления.

##### 4.2.6.6.2 Изоляция P591

Проверка сопротивления изоляции выполняется в процессе выполнения наладочных работ только если установлено такое требование и она не было проведена ранее при выполнении монтажных работ.

Отключите внешние связи от модуля и измерьте сопротивление изоляции с помощью электронного или бесщеточного прибора испытания изоляции, напряжением постоянного тока не более 500В. Цепи питания модуля должны быть объединены на время теста.

Сопротивление изоляции не должны быть менее 100MΩ, при напряжении 500В.

##### 4.2.6.6.3 Внешние подключения P591

Проверьте соответствие внешних связей модуля схеме внешних подключений по соответствующей документации. Номер схемы соединений указан на табличке номинальных данных под верхней крышкой передней панели модуля P591. соответствующая схемы соединений должна поставляться AREVA T&D при подтверждении приема заказа на поставку модуля P591.

ПРИМЕЧАНИЕ: Особенно важно проверить полярность подключение всех цепей постоянного напряжения.

##### 4.2.6.6.4 Питание модуля P591

Модуль P591 питается только от источника постоянного напряжения от 19 до 65В при заказе модуля с номинальным диапазоном напряжения питания 24-48В или напряжением от 87,5 до 300В при заказе версии с номинальным напряжением 110-250В.

Напряжение питания модуля P591 должно быть измерено (для проверки соответствия рабочему диапазону) до включения питания модуля.

Модуль P591 допускает наложение на постоянное напряжение питания переменного напряжения величиной до 12% от номинального. Однако во всех случаях пиковое значение постоянного напряжения не должно превышать максимальное значение рабочего диапазона напряжения питания.



**Во избежание повреждения блока питания модуля P591, не допускается питание от зарядного устройства при отключенной аккумуляторной батарее.**





Подать питание на P591 при условии, что напряжение питания находится в пределах рабочего диапазона. Если в схеме используется испытательный блок P991, питание на модуль P591 может быть подано путем установки соответствующих перемычек на испытательной крышке блока.

#### 4.2.6.6.5 Светодиодные индикаторы P592

При включении питания модуля P591 загорается и остается гореть зеленый светодиод 'SUPPLY HEALTHY' (ПИТАНИЕ В НОРМЕ), что говорит об исправности устройства.

#### 4.2.6.6.6 Тест с закольцовыванием петли связи P591

Отключите все внешние проводники с клемм 3, 4, 7 и 8 с задней стороны каждого из модулей P591. Выполните закольцовывание петли связи сигналов G.703 на каждом из модулей путем установки первого проводника между клеммами 3 и 7, а второго между клеммами 4 и 8.

Измерьте и запишите мощность оптического сигнала принимаемого P591 путем отключения оптоволоконного кабеля от порта приема сигнала с обратной стороны модуля и подключения его к измерителю мощности оптического сигнала. Среднее значение полученных измерений должно находиться в диапазоне от -16,8dBm до -25,4dBm. Если среднее значение мощности измеренного оптического сигнала выходит за пределы этой зоны проверьте тип и размер использованного оптоволоконного кабеля.

Измерьте и запишите мощность оптического сигнала порта выхода P591 при использовании измерителя оптической мощности сигнала и оптоволоконна 50/125μm. Среднее значение мощности должно быть в пределах от -19,8dBm ±3dBm.

Убедитесь в том, что подключены оптоволоконные связи передачи (Tx) и приема (Rx) сигналов между реле P521 и модулем P591.

Обратитесь к P521 и включите режим закольцовывания связи, путем задания уставки "ON" (Вкл.) в ячейке "Loopback" (обратная петля) в меню **AUTOMAT.CTRL/Commissioning АВТОМАТИКА/Проверка**. Теперь поведение реле должно соответствовать тому при котором проверяемое реле связано с реле удаленного конца линии по которому протекает ток равный по величине и фазе току подаваемому в реле на ближнем (проверяемом) реле.

Считайте и подтвердите (сбросьте) сообщения сигнализации и убедитесь в том, что какие-либо сообщения (сигналы) о неисправности канала связи с противоположным концом линии отсутствуют. Проверьте статус канала, время прохождения сигнала и статистическую информацию о работе канала связи (записи о наличии ошибочных (недостовверных) сообщениях в меню "Protection Comms" (Связь реле защиты) колонки MEASUREMENTS (ИЗМЕРЕНИЯ). Заключительные проверки

#### 4.2.6.6.7 Последние проверки

Установить на прежнее место защитную крышку на модуль P591, если она демонтировалась перед началом тестов.

#### 4.2.6.7 Связь с использованием модуля интерфейса P592

Модуль P592 конвертирует оптический сигнал с выхода P521 в электрический сигнал для интерфейса по V.35 с мультиплексором импульсно-кодовой модуляции. Модуль выпускается в корпусе размером 20TE и должен монтироваться поблизости от мультиплексора.

До выполнения проверок в режиме закольцовывания петли связи необходимо несколько предварительных тестов.

#### 4.2.6.7.1 Внешний осмотр модуля P592

Проведите визуальный осмотр модуля для выявления возможных повреждений при транспортировке или монтаже.

Убедитесь в том, что номинальные данные модуля, приведенные под верхней откидной крышкой, соответствуют его использованию в данном конкретном случае применения.

Убедитесь в том, что винт заземления, распложенный в левом верхнем углу корпуса реле, используется для соединения с локальной шиной (контуром) заземления.

#### 4.2.6.7.2 Изоляция P592

Проверка сопротивления изоляции выполняется в процессе выполнения наладочных работ только если установлено такое требование и она не было проведена ранее при выполнении монтажных работ.

Отключите внешние связи от модуля и измерьте сопротивление изоляции с помощью электронного или бесщеточного прибора испытания изоляции, напряжением постоянного тока не более 500В. Цепи питания модуля должны быть объединены на время теста.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Цепи V.35 модуля P592 изолированы от всех остальных цепей но электрически связаны с корпусом. Следовательно, данные цепи не должны подвергаться испытаниям изоляции постоянным или импульсным напряжением.

Сопротивление изоляции не должны быть менее 100MΩ, при напряжении 500В.

После завершения измерений уровня изоляции, убедитесь в том, что все ранее демонтированные внешние связи P592 восстановлены правильно.

#### 4.2.6.7.3 Внешние подключения P592

Проверьте соответствие внешних связей модуля схеме внешних подключений по соответствующей документации. Номер схемы соединений указан на табличке номинальных данных под верхней крышкой передней панели модуля P592. соответствующая схемы соединений должна поставляться AREVA T&D при подтверждении приема заказа на поставку модуля P592.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Особенно важно проверить полярность подключение всех цепей постоянного напряжения.

#### 4.2.6.7.4 Питание модуля P592

Модуль P591 питается только от источника постоянного напряжения в диапазоне от 19 до 300В.

Напряжение питания модуля P592 должно быть измерено ( для проверки соответствия рабочему диапазону) до включения питания модуля.

Модуль P592 допускает наложение на постоянное напряжение питания переменного напряжения величиной до 12% от номинального. Однако во всех случаях пиковое значение постоянного напряжения не должно превышать максимальное значение рабочего диапазона напряжения питания.



**Во избежание повреждения цепей питания модуля P592, не допускается питание от зарядного устройства при отключенной аккумуляторной батарее.**



Подать питание на P592 при условии, что напряжение питания находится в пределах рабочего диапазона. Если в схеме используется испытательный блок P991, питание на модуль P592 может быть подано путем установки соответствующих перемычек на испытательной крышке блока.



#### 4.2.6.7.5 Светодиодные индикаторы P592

При включении питания модуля P592 загорается и остается гореть зеленый светодиод 'SUPPLY HEALTHY' (ПИТАНИЕ В НОРМЕ), что может говорить об исправности устройства.

Четыре светодиодных индикатора могут быть проверены путем задания соответствующей установки переключателей (DIL) на передней панели модуля. Установите переключатель скорости передачи данных в соответствии с частотным диапазоном доступного канала связи. Установите все остальные переключатели в положение «0». Для проверки загорания индикаторов 'DSR OFF' и 'CTS OFF', отключите разъем V.35 с обратной стороны модуля P592 и установите переключатели 'DSR' и 'CTS' в положение «0». Для проверки работы индикатора 'OPTO LOOPBACK' и 'V.35 LOOPBACK' необходимо установить соответствующие им переключатели в положение «1».

После завершения проверки светодиодных индикаторов, установите все переключатели (DIL) в положение «0», за исключением переключателя 'OPTO LOOPBACK' и подключите на место разъем V.35.

#### 4.2.6.7.6 Тест с закольцовыванием петли связи

Установите переключатель 'OPTO LOOPBACK' в положение «1» для установления внутренней электрической связи между оптическими портами передачи и приема сигналов. Это позволяет проверить оптоволоконную связь между реле P521 и модулем P592, но не проверяет внутренние цепи всего модуля P592.

Измерьте и запишите мощность оптического сигнала принимаемого модулем P592 путем отключения оптоволоконного кабеля от порта приема сигнала с обратной стороны модуля и подключения его к измерителю мощности оптического сигнала. Среднее значение полученных измерений должно находиться в диапазоне от -16,8dBm до -25,4dBm. Если среднее значение мощности измеренного оптического сигнала выходит за пределы этой зоны проверьте тип и размер использованного оптоволоконного кабеля связи между реле P521 и модулем P592.

Измерьте и запишите мощность оптического сигнала порта выхода P592 при использовании измерителя оптической мощности сигнала и оптоволоконна 50/125µm. Среднее значение мощности должно быть в пределах от -19,8dBm ±3dBm.

Убедитесь в том, что подключены оптоволоконные связи передачи (Tx) и приема (Rx) сигналов между реле P521 и модулем P592.

Обратитесь к реле P521 и включите режим закольцовывания связи, путем задания установки "ON" (Вкл.) в ячейке "Loopback" (обратная петля) в меню **AUTOMAT.CTRL/Commissioning АВТОМАТИКА/Проверка**. Теперь поведение реле должно соответствовать тому при котором проверяемое реле связано с реле удаленного конца линии по которому протекает ток равный по величине и фазе току подаваемому в реле на ближнем (проверяемом) реле.

Считайте и подтвердите (сбросьте) сообщения сигнализации и убедитесь в том, что какие-либо сообщения (сигналы) о неисправности канала связи с противоположным концом линии отсутствуют. Проверьте статус канала, время прохождения сигнала и статистическую информацию о работе канала связи (записи о наличии ошибочных (недоверенных) сообщениях в меню "Protection Comms" (Связь реле защиты) колонки MEASUREMENTS (ИЗМЕРЕНИЯ).

#### 4.2.6.7.7 Заключительные проверки

Установить на прежнее место защитную крышку на модуль P592, если она демонтировалась перед началом тестов.

#### 4.2.6.8 Связь с использованием модулей интерфейса P593

Модуль P593 конвертирует оптический сигнал с выхода P521 в электрический сигнал для интерфейса по X.21 с мультиплексором импульсно-кодовой модуляции. Модуль выпускается в корпусе размером 20TE и должен монтироваться поблизости от мультиплексора.

До выполнения проверок в режиме закольцовывания петли связи необходимо несколько предварительных тестов.

##### 4.2.6.8.1 Внешний осмотр модуля P593

Проведите визуальный осмотр модуля для выявления возможных повреждений при транспортировке или монтаже.

Убедитесь в том, что номинальные данные модуля, приведенные под верхней откидной крышкой, соответствуют его использованию в данном конкретном случае применения.

Убедитесь в том, что винт заземления, распложенный в левом верхнем углу корпуса реле, используется для соединения с локальной шиной (контуром) заземления.

##### 4.2.6.8.2 Изоляция P593

Проверка сопротивления изоляции выполняется в процессе выполнения наладочных работ только если установлено такое требование и она не было проведена ранее при выполнении монтажных работ.

Отключите внешние связи от модуля и измерьте сопротивление изоляции с помощью электронного или бесщеточного прибора испытания изоляции, напряжением постоянного тока не более 500В. Цепи питания модуля должны быть объединены на время теста.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Цепи X.21 модуля P593 изолированы от всех остальных цепей но электрически связаны с корпусом. Следовательно, данные цепи не должны подвергаться испытаниям изоляции постоянным или импульсным напряжением.

Сопротивление изоляции не должны быть менее 100MΩ, при напряжении 500В.

После завершения измерений уровня изоляции, убедитесь в том, что все ранее демонтированные внешние связи P593 восстановлены правильно.

##### 4.2.6.8.3 Внешние подключения P593

Проверьте соответствие внешних связей модуля схеме внешних подключений по соответствующей документации. Номер схемы соединений указан на табличке номинальных данных под верхней крышкой передней панели модуля P593. соответствующая схемы соединений должна поставляться AREVA T&D при подтверждении приема заказа на поставку модуля P593.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Особенно важно проверить полярность подключение всех цепей постоянного напряжения.

##### 4.2.6.8.4 Питание модуля P593

Модуль P593 питается только от источника постоянного напряжения в диапазоне от 19,5 до 300В.

Напряжение питания модуля P593 должно быть измерено ( для проверки соответствия рабочему диапазону) до включения питания модуля.

Модуль P593 допускает наложение на постоянное напряжение питания переменного напряжения величиной до 12% от номинального. Однако во всех случаях пиковое



значение постоянного напряжения не должно превышать максимальное значение рабочего диапазона напряжения питания.

**Во избежание повреждения цепей питания модуля P593, не допускается питание от зарядного устройства при отключенной аккумуляторной батарее.**



Подать питание на P593 при условии, что напряжение питания находится в пределах рабочего диапазона. Если в схеме используется испытательный блок P991, питание на модуль P593 может быть подано путем установки соответствующих перемычек на испытательной крышке блока.

#### 4.2.6.8.5 Светодиодные индикаторы P593

При включения питания модуля P593 загорается и остается гореть зеленый светодиод 'SUPPLY' (ПИТАНИЕ), что говорит об исправности устройства.

Установите переключатель 'X.21 LOOPBACK' в положение 'ON' (ВКЛ.). При этом должны загореться зеленый светодиод 'CLOCK' (ЧАСЫ) и красный светодиод 'X.21 LOOPBACK' (КОЛЬЦЕВАНИЕ X.21). Верните переключатель 'X.21 LOOPBACK' в положение 'OFF' (ВЫКЛ.).

Установите переключатель 'OPTO LOOPBACK' в положение 'ON' (ВКЛ.). При этом должен загореться светодиод 'OPTO LOOPBACK'. Переключатель 'OPTO LOOPBACK' оставьте в этом положении, поскольку это требуется для проведения следующего теста.

#### 4.2.6.8.6 Тест с закольцовыванием петли связи

Установите переключатель 'OPTO LOOPBACK' в положение 'ON' (ВКЛ.) для установления внутренней электрической связи между оптическими портами передачи и приема сигналов. Это позволяет проверить оптоволоконную связь между реле P521 и модулем P593, но не проверяет внутренние цепи самого модуля P593.

Измерьте и запишите мощность оптического сигнала принимаемого модулем P593 путем отключения оптоволоконного кабеля от порта приема сигнала с обратной стороны модуля и подключения его к измерителю мощности оптического сигнала. Среднее значение полученных измерений должно находиться в диапазоне от -16,8dBm до -25,4dBm. Если среднее значение мощности измеренного оптического сигнала выходит за пределы этой зоны проверьте тип и размер использованного оптоволоконного кабеля связи между реле P521 и модулем P593.

Измерьте и запишите мощность оптического сигнала порта выхода P593 при использовании измерителя оптической мощности сигнала и оптоволоконна 50/125µm. Среднее значение мощности должно быть в пределах от -19,8dBm ±3dBm.

Убедитесь в том, что подключены оптоволоконные связи передачи (Tx) и приема (Rx) сигналов между реле P521 и модулем P593.

Установите переключатели 'OPTO LOOPBACK' и 'X.21 LOOPBACK' в положение 'OFF' (ОТКЛ.) и 'ON' (ВКЛ.) соответственно. В данном положении ключа 'X.21 LOOPBACK' (Вкл.) линии приема данных ('Receive Data') и передачи данных ('Transmit Data') сигналов связи по X.21 соединены вместе. Это позволяет проверить работу оптоволоконной связи между реле P521 и модулем P593, а также проверить внутренние цепи модуля P593.

Вернитесь вновь к реле P521 и включите режим закольцовывания связи, путем задания уставки "ON" (Вкл.) в ячейке "Loopback" (обратная петля) в меню **AUTOMAT.CTRL/Commissioning АВТОМАТИКА/Проверка**. Теперь поведение реле должно соответствовать тому при котором проверяемое реле связано с реле удаленного конца линии по которому протекает ток равный по величине и фазе току подаваемому в реле на ближнем (проверяемом) реле.

Считайте и подтвердите (сбросьте) сообщения сигнализации и убедитесь в том, что какие-либо сообщения (сигналы) о неисправности канала связи с противоположным концом линии отсутствуют. Проверьте статус канала, время прохождения сигнала и

статистическую информацию о работе канала связи (записи о наличии ошибочных (недоверенных) сообщениях в меню "Protection Comms" (Связь реле защиты) колонки MEASUREMENTS (ИЗМЕРЕНИЯ).

#### 4.2.6.8.7 **Заключительные проверки**

Установить на прежнее место защитную крышку на модуль P593, если она демонтировалась перед началом тестов.

### 4.2.7 Входы тока

В данном тесте проверяется соблюдение точности измерений заявленной в технической документации.

Все реле выпускаются с завода с уставкой для работы в сети 50Гц. В случае необходимости применения реле в сети частотой 60Гц, необходимо в ячейке "Frequency" (Частота) меню OP PARAMETERS (ВХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ) задать соответствующее значение.

От проверочной установки поочередно подайте ток соответствующий вторичному номинальному току трансформатора тока на токовые входы реле соответствующего номинала, в соответствии с таблицей 1 или схемой внешних подключений реле (документ P521/RU CO) измеряя при этом величину подаваемого тока с помощью контрольного прибора. Записать значения измеряемого тока выводимые на дисплей реле в меню **MEASUREMENT/Current/General** (ИЗМЕРЕНИЯ/Ток/Общие).

ПРИМЕЧАНИЕ: Отдельные функции защиты могут срабатывать при данной проверке, в зависимости от заданной уставки.

Номинальный ток ТТ (Амперы)	фаза	Клеммы
1	A	49 и 50
1	B	51 и 52
1	C	53 и 54
1	N	55 и 56
5	A	41 и 42
5	B	43 и 44
5	C	45 и 46
5	N	47 и 48

Таблица 3: Нумерация клемм для подключения цепей трансформаторов тока

Значения измеренного тока выводимое на дисплей реле или на дисплей компьютера, представляются в первичных значениях тока, при условии что введена уставка коэффициента трансформаторов тока. Значения на дисплее должны соответствовать току поданному в реле умноженному на значение коэффициента трансформации трансформаторов тока, заданное в ячейке "CT Ratio" меню CONFIGURATION (ПОСТРОЕНИЕ).

Точность измерений составляет  $\pm 0,2\%$  от  $I_n$ . Однако при оценке погрешности измерений выполняемых реле, необходимо учитывать класс точности контрольного прибора.

## 5. ПРОВЕРКА УСТАВОК

Проверка уставок выполняется для подтверждения работы всех использованных функций реле в соответствии с заданными уставками и конфигурацией выполненными для данного объекта.

В случае отсутствия уставок подлежащих установке на проверяемом реле, игнорируйте п. 5.1 и 5.2.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Для предотвращения нежелательного отключения выключателя, цепь отключения должна оставаться отключенной и изолированной от реле.

Для исключения действия P521 во внешние цепи, реле переведено в режим Проверка, (блокировано срабатывание выходных реле). Более полное описание режима приведено в п. 3.5.4.1 Руководства для пользователя (P521/RU FT)..

### 5.1 Задание уставок для данного объекта

Существуют два способа задания уставок в реле:

- Загрузка в реле заранее подготовленного файла уставок с помощью портативного компьютера с соответствующим ПО и подключенного к реле по переднему порту связи EIA(RS)232 расположенному под передней откидной крышкой на передней панели реле или по заднему порту связи EIA(RS)485/K-Bus. Этот метод считается предпочтительным, поскольку занимает меньше времени и снижает вероятность ошибок. Если файл уставок для данного случая применения реле передается пользователем на цифровом носителе информации, то это сокращает время на выполнение наладочных работ.
- Ввод уставок «вручную» с использованием интерфейса человек-машина передней панели реле.

### 5.2 Демонстрация правильной работы реле

Ранее, в пункте п. 4.2.7 проверена и продемонстрирована точность калибровки измерений реле, следовательно целями данных проверок являются:

- Проверка работы дифференциальной токовой защиты как основной функции реле в соответствии с заданными уставками и конфигурацией
- Проверка уставок и конфигурации резервной максимальной токовой защиты
- Проверка правильности конфигурации выходных реле путем имитации различных видов коротких замыканий.

#### 5.2.1 Проверка характеристики срабатывания дифференциальной защиты

Для исключения неконтролируемого срабатывания ступеней максимальной токовой защиты, защиты от замыкания на землю, защиты от обрыва провода, защиты минимального тока или УРОВ, необходимо вывести из работы данные функции на время проверки дифференциальной токовой защиты. В Руководстве для пользователя приведены указания по вводу/выводу функций защиты. Выполните необходимые записи для последующего ввода выведенных на время проверки защит. Кроме этого, для данной проверки, реле должно быть переведено в режим кольцевания связи, для исключения влияния на реле удаленного конца защищаемой линии. См. п. 4.2.6.1.

### 5.2.1.1 Схема опыта

Для проведения проверки характеристики срабатывания дифференциальной защиты необходимо собрать схему приведенную на Рис. 1. Вместо использования автотрансформаторов и резисторов, можно использовать регулируемый источник тока позволяющий выполнять регулирование токов двух фаз ( $I_a$  и  $I_b$ ).

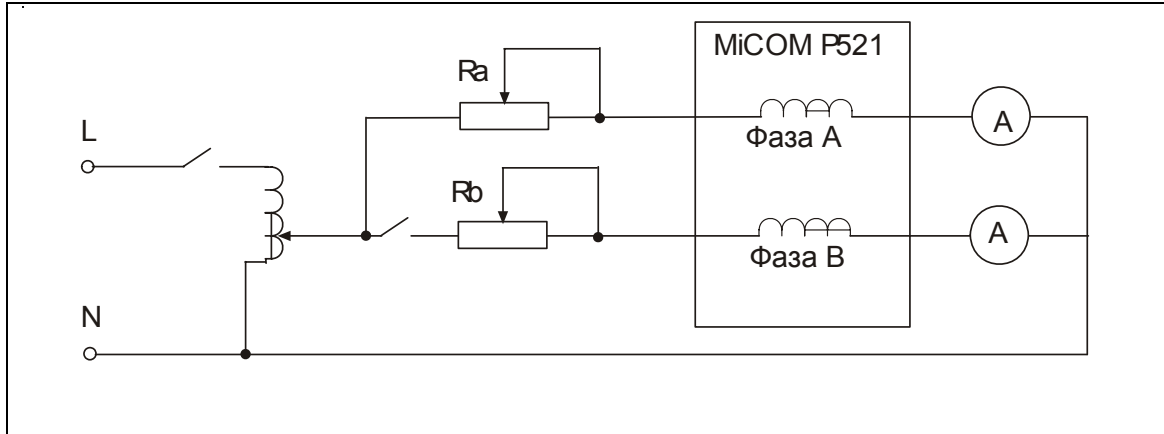




Рис. 1: Схема проверки тормозной характеристики дифференциального органа защиты

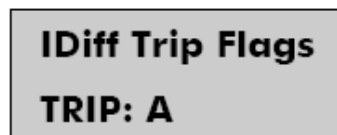
Ток подаваемый в фазу **A** используется в качестве тормозного тока, а ток, подаваемый в фазу **B**, используется в качестве дифференциального тока. При проведения проверки ток  $I_a$  всегда больше тока  $I_b$ .

### 5.2.1.2 Первый (нижний) наклонный участок

Убедитесь в том, что реле переведено в режим кольцевания канала связи (см. п. 4.2.6.1).

В фазе **A** отрегулируйте тормозной ток на уровне 1 о.е. (1 о.е. = 1А при подаче тока на клеммы 49-50 для применения реле с ТТ  $I_n=1A$ ; или 1 о.е. =5А при подаче тока на клеммы 41-42 для применения реле с ТТ  $I_n=5A$ ). Реле подействует на отключение и сработают выходные реле связанные с работой дифференциальной токовой защиты. Срабатывание защиты сопровождается появлением сигналов "I DIFF" и "I DIFF I-TRIP". При этом могут загореться светодиоды если выполнена их соответствующая конфигурация и начнет мигать желтый светодиод "ALARM", означающий срабатывание сигнализации и наличие не прочитанных сообщений. Считайте сообщения на дисплее реле путем последовательного нажатия клавиши  и затем для сброса индикации нажмите клавишу . Желтый светодиод перестанет мигать и будет гореть постоянно.

Срабатывание дифференциального органа в фазе «A» будет индицировано в ячейке "IDiff Trip" меню **AUTOMAT.CTRL/Commissioning** как показано ниже:



Данная индикация на дисплее реле будет продолжаться до тех пор пока ток находится в зоне отключения тормозной характеристики реле.

После задания тока в фазе **A**, включите ключ и медленно увеличивайте ток в фазе **B** начиная с нуля до того пока не сработает дифференциальный орган в фазе **B**. Срабатывание дифференциального органа фазы **B** контролируется по появлению символа «B» в меню "IDiff Trip Flags" в дополнение к уже имеющемуся символу срабатывания дифференциального органа фазы **A**, как показано ниже:



## IDiff Trip Flags

### TRIP: A B

Запишите величину тока поданного в фазу «В» и сопоставьте со значением рассчитанным по формуле приведенной ниже.

Отключите питание схемы, прочитайте и подтвердите (сбросьте) все сигналы.

Нижеприведенная формула может быть использована для расчета тока срабатывания дифференциального органа фазы «В» (значение коэффициента наклона характеристики/торможения задается в относительных единицах, т.е. в процентах/100).

Ток срабатывания фазы «В» =  $0,5 \times (I_{S1} + k_1)$  о.е.  $\pm 10\%$

#### 5.2.1.3 Второй (верхний) участок характеристики

Повторите проверку по п. 5.2.1.2 с током торможения подаваемым в фазу **A** равным 3 о.е.

После задания тока в фазе **A**, включите ключ и медленно увеличивайте ток в фазе **B** начиная с нуля до того пока не сработает дифференциальный орган в фазе **B**. Запишите величину тока поданного в фазу «В» и сопоставьте со значением рассчитанным по формуле приведенной ниже.

Отключите питание схемы, прочитайте и подтвердите (сбросьте) все сигналы.

Нижеприведенная формула может быть использована для расчета тока срабатывания дифференциального органа фазы «В» (значение коэффициента наклона характеристики/торможения 'k1' задается в относительных единицах, т.е. в процентах/100).

Ток срабатывания фазы «В» =  $0,5 \times [(3 \times k_2) - \{(k_2 - k_1) \times I_{S2}\} + I_{S1}]$  о.е.  $\pm 20\%$

При испытаниях реле с номинальным током 5А рекомендуется не подавать ток в течение продолжительного времени, во избежание перегрева автотрансформатора, резисторов или проверочной установки.

#### 5.2.2 Время срабатывания дифференциальной защиты

Используя схемы предыдущего опыта подготовьте режим подачи толчком тока 3 о.е. в фазу **A** без подачи тока в фазу **B** (ключ в фазе **B** разомкнут). Подключите миллисекундомер по схеме обеспечивающей его пуск одновременно с подачей тока в реле и останов при работе выходного реле отключения. Проведя имитацию короткого замыкания запишите время срабатывания дифференциальной защиты. Повторите испытания при подаче тока в фазы **B** и **C**, изменив схему опыта необходимым образом.

Среднее время срабатывания защиты по опытам проведенным поочередно для всех трех фаз должно быть не более времени приведенного в таблице 4. Отключите напряжение питания проверочной схемы.

Скорость передачи данных (Protection Comms)	Максимальное время срабатывания
9,6 кбит/с	100 мс
19,2 кбит/с	80 мс
56 кбит/с	45 мс
64 кбит/с	45 мс

Таблица 4: Минимальное время срабатывания дифференциальной защиты

**ПРИМЕЧАНИЕ:** При задании выдержки времени на срабатывание дифференциальной защиты (меню PROTECTION G1/[87] Current Diff) с зависимой (IDMT) или независимой (DMT) характеристикой, реле должно срабатывать с ожидаемым временем по соответствующей кривой с возможным отклонением  $\pm 5\%$  плюс минимальное время согласно приведенной выше таблицы.

**По завершении испытаний уставки максимальной токовой защиты, защиты от замыканий на землю, защиты минимального тока или УРОВ, измененные, при необходимости, для проверки дифференциальной защиты должны быть восстановлены.**

### 5.2.3 Резервная защита максимального тока

Если в реле используется максимальная токовая защита, необходимо проверить работу органа I>. Если защита выведена то перейти к п. 5.3.

Для предотвращения неконтролируемого срабатывания других функций, таких как дифференциальная защита, УРОВ и т.п. эти функции должны быть выведены на время проверки защиты максимального тока. Сделайте соответствующие записи для восстановления прежних уставок.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Если орган I> вводится только при неисправности канала связи (задана уставка "Backup" («Резервирование»)), то необходимо предварительно имитировать неисправность канала связи для проведения данной проверки. Это может быть выполнено путем отключения режима кольцевания петли связи, при условии, что проверяемое реле не может поддерживать связь с реле удаленного конца линии.

- Установите значение "NO" (Нет) в ячейке "Loopback" (Кольцевание петли связи) меню AUTOMAT.CTRL/Commissioning (АВТОМАТИКА/Проверка).
- Убедитесь в том, что реле формирует сигнал неисправности канала связи 'COMMS FAIL'. Это может занять до 10 сек., в зависимости от уставки "Comms Fail Timer" (Таймер неисправности канала) в меню COMMUNICATIONS (СВЯЗЬ).

#### 5.2.3.1 Сборка схемы опыта

Уточните, какое из выходных реле назначено на срабатывание при действии ступени I> на отключение. Для этого прочитайте значение заданное в ячейке "tl>" в меню **AUTOMAT.CTRL/Output Relays** (АВТОМАТИКА/Выходы).

Номера клемм, на которые выведены контакты этого реле уточнить по чертежу внешних подключений (документ «Схемы внешних подключений» P521/RU CO).

Подключите контакты выходного реле таким образом, чтобы при его срабатывании прекращалась подача тока и останавливался секундомер.



Подключите токовый выход проверочной установки к токовому входу для фазы «А» (клеммы 49-50, если используются ТТ с вторичным номинальным током 1А или на клеммы 41-42 для 5А ТТ).

Секундомер измерения времени срабатывания защиты должен запускаться при подаче в реле тока от проверочной установки.



### 5.2.3.2 Выполнение проверки

Сбросьте показания секундомера.

Подайте толчком в реле ток, двукратный по отношению к заданной уставке в ячейке "I>" меню **PROTECTION G1/[50/51]Phase OC (УСТАВКИ 1/[50/51] МТЗ** и убедитесь в останове секундомера.

Убедитесь в загорании красного светодиода "TRIP" (ОТКЛЮЧЕНИЕ).

### 5.2.3.3 Проверка времени срабатывания

Время зафиксированное на секундомере должно находиться в пределах диапазона указанного в Таблице 5.

ПРИМЕЧАНИЕ: Времена, указанные в Таблице 5, за исключением независимой характеристики срабатывания, приведены для уставок множителя времени (TMS) и коэффициента кратности времени (Time Dial) равных 1. Следовательно, для получения ожидаемого времени срабатывания с другими уставками коэффициентов кратности времени необходимо время приведенное в Таблице 5 умножить на соответствующую уставку TMS или TD.

В дополнение к диапазону времени работы защиты с независимой или обратозависимой характеристикой срабатывания должно быть добавлено 0,02 сек или 0,08 сек соответственно.

При проверке времени срабатывания по любой из характеристик, необходимо учитывать погрешность секундомера использованному при испытаниях.

Характеристика	Время срабатывания при токе двукратном по отношению к уставке и коэффициентах TMS/TD = 1	
	Номинальное значение (сек)	Диапазон (сек)
DMT (Независимая характеристика)	Уставка $tI > 1$	Уставка $\pm 2\%$
IEC STI (МЭК Кратковременно инверсная)	1,78	1,60 – 1,96
IEC SI (МЭК Стандартная инверсная)	10,03	9,0 – 11,0
IEC VI (МЭК Очень инверсная)	13,50	12,2 – 14,5
IEC EI (МЭК Чрезвычайно инверсная)	26,67	24,0 – 29,3
IEC LTI (МЭК Продолжительно инверсная)	120,00	108 – 132
CO2 (Кратковременно инверсная)	1,73	1,56 – 1,90
IEEE MI (IEEE Умеренно инверсная)	3,80	3,42 – 4,18
CO8 (Продолжительно инверсная)	2,16	1,94 – 2,38
IEEE VI (IEEE Очень инверсная)	7,03	6,33 – 7,73
IEEE EI (IEEE Чрезвычайно инверсная)	9,52	8,57 – 10,05
RI (Электромеханическое реле)	4,52	4,07 – 4,97

Таблица 5: Времена срабатывания МТЗ (I>)

По завершении испытаний уставки дифференциальной токовой защиты, защиты по току обратной последовательности, защиты при обрыве проводника или УРОВ, измененные, при необходимости, для данной проверки должны быть восстановлены.

### 5.3 Проверка заданных уставок объекта

Уставки, заданные в реле, должны быть тщательным образом сверены с уставками объекта, полученным от пользователя, для выявления возможного несоответствия допущенного при выполнении проверок с подачей тока от проверочной установки.

Существую два метода проверки соответствия уставок:

- Скачать из реле заданные в нем уставки с помощью портативного компьютера с установленным соответствующим программным обеспечением и подключенного к переднему порту связи EIA(RS)232 (расположен под нижней откидной крышкой на передней панели реле) или к заднему порту связи EIA(RS)485 и сравнить с распечатанным вариантом уставок (для случаев когда пользователь передал только печатную копию уставок и в распоряжении наладчиков имеется портативный компьютер).
- Поочередно выводить на дисплей реле каждую из уставок с помощью клавиш на передней панели реле и сравнивать с печатным вариантом уставок, полученным от пользователя.

---

## 6. ДВУСТОРОННЯЯ ПРОВЕРКА

При проведении испытаний по п. 4.2.6 с переводом реле в режим закольцовывания петли связи, была проверена локальная оптоволоконная линия связи между реле P521 и подключенным к нему устройством интерфейса P590/модем, если таковые используются в данной системе защиты. Целью данного опыта является проверка связи между реле одной системы защиты линии при наличии работоспособного канала связи между концами защищаемой линии.

ПРИМЕЧАНИЕ: Для предотвращения излишнего отключения выключателя связанного с проверяемой защитой, цепь отключения должна быть отключена от реле и изолирована.

### 6.1 Отключение режима закольцовывания петли связи

Отключение режима закольцовывания петли связи не только переводит реле в режим нормальной работы но также инициирует проверку правильности подключения и работы всех компонентов канала связи. Если в системе защиты используются модемы или модули интерфейса P592 или P593, то на них также должны быть также заданы уставки, соответствующие их применению в системе защиты линии.

Убедитесь в отсутствии сигналов неисправности канала связи за то время что реле находилось в режиме закольцовывания петли связи.

Установите значение "OFF" (Отключено) в ячейке *Loopback*.

Восстановите рабочую схему/уставки каналов связи согласно следующих указаний.

#### 6.1.1 Прямая оптоволоконная связь

Отключите испытательную оптоволоконную связь и подключите правильно оптоволоконные кабели связи между реле по концам защищаемой линии.



При отключении и подключении оптоволоконного кабеля необходимо соблюдать меры безопасности. Не смотрите прямо в порт передачи или в конец оптоволоконного кабеля.

### 6.1.2 Прямая связь по EIA(RS)485

Отключите 2 коротких испытательных проводника соединяющие клеммы SK1 4 и 6, а также клеммы SK1 5 и 7.



Убедитесь в том, что все внешние связи (проводники) демонтированные на время испытаний подключены на свои места согласно соответствующей схеме внешних подключений или проектной документации.

### 6.1.3 Связь по EIA(RS)232

Отключите и демонтируйте короткую перемычку между клеммами SK1 1 и 2.



Убедитесь в том, что все внешние связи (проводники) демонтированные на время испытаний подключены на свои места согласно соответствующей схеме внешних подключений или проектной документации.

#### 6.1.3.1 Связь с использованием модемов

Отключите режим локального закольцовывания аналоговой петли связи "Local Analogue Loopback" в соответствии с указаниями руководства для пользователя модемом.

#### 6.1.3.2 Связь с использованием модулей интерфейса P595

Отключите и демонтируйте короткую проводную связь между клеммами –X9:1 и –X9:4, а также между –X9:2 и –X9:5.



Убедитесь в том, что все внешние связи (проводники) демонтированные на время испытаний подключены на свои места согласно соответствующей схеме внешних подключений или проектной документации.



Если между протяженными проводниками связи между не устанавливаются изолирующие трансформаторы, то, во избежание поражения электрическим током, обращение с этими проводниками связи должно быть как с проводниками связи между терминалами установленными по концам линии.

### 6.1.4 Связь с использованием модулей интерфейса P591

На модулях P591:



Убедитесь в том, что все внешние связи (проводники) демонтированные на время испытаний подключены на свои места согласно соответствующей схеме внешних подключений или проектной документации.

Установите на модулях P591 крышку защиты передней панели, если таковая используется.

### 6.1.5 Связь с использованием модулей интерфейса P592

На модулях P592:



Убедитесь в том, что все внешние связи (проводники) демонтированные на время испытаний подключены на свои места согласно соответствующей схеме внешних подключений или проектной документации.

Установите переключатель 'V.35 LOOPBACK' в положение '0'.

Установите переключатели 'CLOCK SWITCH', 'DSR', 'CTS' и 'DATA RATE' в положение соответствующее условиям применения модуля, а также убедитесь в том, что переключатель 'OPTO LOOPBACK' установлен в положение '0'.

Установите на модулях P592 крышку защиты передней панели, если таковая используется.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Режим закольцовывания петли связи по V.35 на удаленном модуле интерфейса P592, может быть использован для проверки локальной связи с реле P521, локальной проверки P592 и собственно канала связи V.35.



## 1.6 Связь с использованием модулей интерфейса P593

На модулях P593:



Убедитесь в том, что все внешние связи (проводники) демонтированные на время испытаний подключены на свои места согласно соответствующей схеме внешних подключений или проектной документации.

Установите переключатель 'X.21 LOOPBACK' в положение 'OFF' (ОТКЛ.), и убедитесь в том, что переключатель 'OPTO LOOPBACK' установлен в положение 'OFF' (ОТКЛ.).

Установите на модулях P593 крышку защиты передней панели, если таковая используется.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Режим закольцовывания петли связи по X.21 на удаленном модуле интерфейса P593, может быть использован для проверки локальной связи с реле P521, локальной проверки P593 и собственно канала связи X.21. В случае необходимости, этот же режим ближнего модуля P593 может быть использован для проверки связи P593 с P521 на ближнем конце линии.

## 6.2 Проверка связи между реле

Проверьте связь между реле по концам защищаемой линии согласно указаниям приведенным ниже.

### 6.2.1 Проверка реле связанных прямым оптоволоконным каналом или каналом с использованием модулей интерфейса P59x

Целью следующего теста является подтверждение уровня оптических сигналов портов передачи и приема реле ближнего конца линии в рекомендуемых пределах. Данная проверка реле возможна лишь при условии, что реле (и модули P59x, если таковые используются в канале связи) на противоположном конце защищаемой линии электропередачи находятся в работоспособном состоянии (исправны и включены).

Измерьте и запишите уровень оптического сигнала принимаемого реле P521 на ближнем конце линии отключив оптоволоконный кабель от порта прием Канала 1 и подключив его к прибору измерения уровня оптического сигнала. Среднее значение уровня сигнала должно быть в диапазоне от -16,8dBm до -25,4dBm для порта 850nm и в диапазоне от -7dBm до -37dBm для порта 1300nm. Если уровень измеренного сигнала выходит за пределы данного диапазона, необходимо проверить размер и тип использованного оптоволоконного кабеля.




**При отключении и подключении оптоволоконного кабеля необходимо соблюдать меры безопасности. Не смотрите прямо в порт передачи или в конец оптоволоконного кабеля.**

Измерьте и запишите уровень оптического сигнала передаваемого реле по порту передачи Канала 1 при помощи прибора измерения уровня оптического сигнала и отрезка оптоволоконного кабеля используемого для подключения прибора к порту. Среднее значение уровня сигнала должно быть в диапазоне от -16,8dBm до -22,8dBm для порта 850nm и в диапазоне от -7dBm до -13dBm для порта 1300nm.

Убедитесь в том, что после выполнения измерений оптоволоконные кабели передачи (Tx) и приема (Rx) подключены на свое место.

Сбросьте все сигналы и убедитесь в том, что сигналы нарушения канала связи не появляются вновь. Убедитесь в том что число достоверных сообщений растет а число недостоверных сообщений не увеличивается. Ячейка статистической информации по работе канала связи может быть найдена в меню **MEASUREMENTS/Protection Comms** (ИЗМЕРЕНИЯ/Связь защиты).

При необходимости, счетчики статистики работы канала могут быть обнулены, путем нажатия клавиши  при нахождении в ячейке "Comms Stats RST" (Сброс статистики связи).

## 6.2.2 Проверка металлической линии связи (прямое соединение по EIA(RS)485, P595, EIA(RS)232 или модемное соединение реле)




Если между протяженными проводниками связи между не устанавливаются изолирующие трансформаторы, то, во избежание поражения электрическим током, обращение с этими проводниками связи должно быть как с проводниками связи между терминалами установленными по концам линии.

Убедитесь в том, что восстановлено правильное подключение к реле P521 проводников каналов передачи (Tx) и приема (Rx) данных.

ПРИМЕЧАНИЕ: для связи по EIA(RS)232 необходимо убедиться в том, что клемма 3 SK1 также подключена. Отсутствие данного подключения может привести к неустойчивой работе канала связи.

Сбросьте все сигналы и убедитесь в том, что сигналы нарушения канала связи не появляются вновь. Убедитесь в том что число достоверных сообщений растет а число недостоверных сообщений не увеличивается. Ячейка статистической информации по работе канала связи может быть найдена в меню **MEASUREMENTS/Protection Comms** (ИЗМЕРЕНИЯ/Связь защиты).

При необходимости, счетчики статистики работы канала могут быть обнулены, путем нажатия клавиши  при нахождении в ячейке "Comms Stats RST" (Сброс статистики связи).

---

## 7. ПРОВЕРКА ТОКОМ НАГРУЗКИ

Целью проверки током нагрузки является:

- Подтверждение правильности подключения к реле цепей трансформаторов тока
- Измерение величины тока заряда линии
- Измерение тока небаланса дифференциальной защиты
- Фазировка токовых цепей по концам защищаемой линии

Однако данная проверка возможно лишь в случае отсутствия ограничения на работу линии электропередачи без дифференциальной токовой защиты, а также при условии что выполнена наладка реле P521 на удаленном (противоположном) конце линии.

Отключить и демонтировать все временные перемычки, закоротки и т.п. установленные для проведения проверок и восстановите схему внешних подключений реле.



Если же для проведения данной проверки было необходимо отключить какие-либо из внешних цепей, необходимо принять меры для последующего их восстановления после завершения проверки.

### 7.1 Проверка подключения цепей ТТ



Измерьте токи вторичных обмоток ТТ подводимые к каждому из токовых входов P521 с помощью мультиметра подключенного последовательно со входом реле. Убедитесь в том, что ток протекающий в нулевом проводе пренебрежимо мал.

Сравните результаты измерений тока с помощью контрольного прибора с показаниями на дисплее реле, которые могут быть выведены на индикацию в колонке меню **MESUREMENT/Current/General** (ИЗМЕРЕНИЯ/Токи/Общие).

ПРИМЕЧАНИЕ: В нормальном (симметричном) режиме работы нагрузки, ток измеряемый функцией защиты замыкания на землю будет очень мал. В случае необходимости проверки измерения тока нулевой последовательности, необходимо на некоторое время отключить от реле одну или две фазы тока зашунтировав вторичную обмотку трансформатора тока. Однако, если для защиты от замыканию на землю используется специализированный трансформатор тока нулевой последовательности (например, в сети с изолированной нейтралью), данная проверка (от тока нагрузки) невозможна.

Если в реле не заданы коэффициенты трансформации ТТ (**CONFIGURATION/CT Ratios – ПОСТРОЕНИЕ/Козфф. ТТ**), то токи индицируемые на дисплее реле или портативном компьютере подключенном по порту связи EIA(RS)232, должны быть равны (с точностью 1%) измеренным токам подводимым к реле от вторичных обмоток ТТ. При оценке точности измерений P521 необходимо принимать во внимание точность используемого мультиметра.

Если в реле заданы коэффициенты трансформации ТТ, то токи на дисплее реле должны соответствовать току на входе в реле умноженному на коэффициент трансформации ТТ. Ожидаемое значение может отличаться от значения на дисплее реле на 1%, плюс точность погрешность измерительного (контрольного прибора).

### 7.2 Измерение емкостного тока заряда линии

В режиме одностороннего питания защищаемой линии в меню **MEASUREMENTS/ Current Diff** (ИЗМЕРЕНИЯ/Токовая дифференциальная защита) сравните измерения токов каждой из фаз на ближнем и удаленном концах линии. Полученные результаты сопоставьте с ожидаемыми значениями емкостного тока заряда линии.

Убедитесь в том, что уставка  $I_{s1}$  по крайней мере в 2,5 раза выше чем полный ток заряда линии. В случае несоблюдения данного условия, необходимо информировать инженеров ответственных за расчет уставок данной линии о том, что для обеспечения стабильной работы реле необходимо увеличить данную уставку дифференциальной защиты.

### 7.3 Измерение дифференциального тока

При включении линии под нагрузку убедитесь в том, что фазные токи, измеренные в меню "Current/General" (Токи/Общие), соответствуют ожидаемым, а также в том, что дифференциальные токи в каждой из фаз сходны с емкостными токами заряда линии измеренными в предыдущем опыте.



## 7.4 Проверка полярности подключения ТТ и фазировки токовых цепей

Ток нагрузки линии при выполнении измерений должен быть достаточен для надежной проверки правильности подключения цепей трансформаторов тока к реле по обоим концам защищаемой линии.

При использовании реле для защиты кабельных линий возможна ситуация когда значительный емкостный ток накладываясь на небольшой ток нагрузки осложняет выполнение проверки. В случае необходимости измените полярность подключения фазы «А». При правильной полярности подключения, значение дифференциального тока в фазе «А» в ячейке “Differential IA” (Дифференциальный ток ф. А) в меню **MEASUREMENTS/ Current Diff** (ИЗМЕРЕНИЯ/Токовая дифференциальная защита) должен быть значительно выше чем ток измеренный при правильной полярности подключения. Если же значение дифференциального тока снизилось по сравнению с предыдущими измерениями, то необходимо провести тщательный анализ проведенных измерений для устранения возможной ошибки подключения токовых цепей трансформаторов тока. Аналогичные измерения должны быть проведены в фазах «В» и «С» с использованием измерений дифференциальных токов в ячейках “Differential IB” и “Differential IC”, соответственно.

---

## 8. ЗАВЕРШЕНИЕ ПРОВЕРКИ

На этом проверки реле закончены.



Отключите и демонтируйте все временные перемычки, закоротки и т.п. Если для проведения опытов были отключены какие-либо внешние цепи, они должны быть восстановлены в соответствии со схемами подключения и др. документацией.

Если реле вводится в эксплуатацию впервые или если выключатель данной линии только что прошел техническое обслуживание, необходимо обнулить данные счетчиков контроля технического состояния выключателя. Сброс показаний счетчиков выполняется в ячейках “CB Operation RST” (Сброс количества операций выключателя) и “ΣAmps (n) RST” (Сброс суммы отключенных токов) в меню **RECORD/CB Monitoring** (ЗАПИСИ/ Контроль выключателя).

Если в схеме защиты использован испытательный блок типа P991 или MMLG, то для ввода защиты в работу, необходимо снять испытательную крышку P992 или MMLB и установить рабочую.

Прежде чем закончить работу с реле, необходимо, убедиться в том, что все записи регистраторов событий, осциллографа, регистратора аварий, сообщения сигнализации и светодиоды сброшены.

---

## 9. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

### 9.1 Периодичность технического обслуживания

Рекомендуется выполнять периодическое обслуживание устройств поставляемых AREVA T&D. С течением времени в реле, как и у всякого другого устройства, могут возникнуть неисправности. Учитывая высокую важность готовности реле к работе и относительно редкую необходимость в этом, требуется проверять исправность реле через регулярные интервалы времени.

Устройства защиты, поставляемые AREVA T&D, рассчитаны на срок службы не менее 20 лет.

Реле дифференциальной токовой защиты линии типа MiCOM P521 являясь цифровым устройством имеющим функцию постоянного самоконтроля требует меньших трудозатрат

на проведение технического обслуживания по сравнению с аналогичными устройствами защиты на электромеханической базе. Тем не менее, необходимо проводить регулярное техническое обслуживание реле как для подтверждения исправности самого реле так и связанных с ним внешних цепей.

Работа модулей интерфейса серии P590, если таковые используются, постоянно контролируется реле P521 собирающим статистическую информацию и сигнализирующим о нарушении режима работы канала связи в случае возникновения неисправности модулей P590.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Сообщения о неисправности канала связи могут быть вызваны неисправностями любого из компонентов канала и следовательно, не могут однозначно говорить о неисправности модулей интерфейса P590.

Если в энергосистеме пользователя принята практика периодического превентивного технического обслуживания устройств релейной защиты и автоматики, проверка дифференциальной токовой защиты P521 должна быть включена в соответствующие планы/графики. Периодичность обслуживания зависит от таких факторов как:

- Условия работы (окружающая среда)
- Доступность (удаленность) объекта
- Количество персонала (допущенного к обслуживанию данных защит)
- Важность защищаемого объекта в системе энергоснабжения
- Серьезность последствий при отказе устройства защиты


## 9.2 Объем технического обслуживания


Не смотря на то, что некоторые функциональные проверки реле могут быть выполнены с использованием возможностей удаленного доступа, это не позволяет убедиться в точности измерения токов и проверить состояние счетчиков контроля технического состояния выключателя. Поэтому рекомендуется выполнение технического обслуживания на объекте т.е. по месту установки реле.



**Перед выполнением каких либо работ на оборудовании, пользователь должен ознакомиться с содержанием разделом безопасности, техническими характеристиками реле и его номинальными данными на заводской табличке.**

### 9.2.1 Сигнализация

Проверить статус светодиодных индикаторов и наличие каких либо сообщений сигнализации. При наличии сигналов необходимо их прочитать/пролистать путем последовательного нажатия на клавиши .

Сбросить сообщения сигнализации и погасить светодиоды нажатием клавиши .

### 9.2.2 Опто-изолированные входы

Для проверки реакции защиты на активирование оптовходов, выполнить поочередное тестирование входов в объеме наладки согласно п.4.2.3 настоящего Руководства по наладке и техническому обслуживанию.



### 9.2.3 Выходные реле

Для проверки работоспособности выходных цепей, выполнить проверку срабатывания выходных реле в объеме наладки согласно п. 4.2.4. настоящего Руководства по наладке и техническому обслуживанию.

### 9.2.4 Точность измерений

Если защищаемая линия находится в работе (под нагрузкой), сравнить измерения, выполняемые реле, с аналогичными измерениями по другим приборам. Близкие результаты измерений говорят о том, что аналого-цифровое преобразование и вычисления выполняемые в реле выполняются корректно. Для выполнения проверки могут быть использованы рекомендации п.7.1 настоящего Руководства по наладке и техническому обслуживанию.

Альтернативным методом является подача в реле токов известной величины от проверочной установки с использованием испытательного блока, если от используется в схеме защиты, или непосредственно на клеммы реле. Методика проверки приведена в п. 4.2.7 настоящего Руководства по наладке и техническому обслуживанию. Положительные результаты проверки говорят о сохранении калибровки реле.

## 9.3 Неисправность оборудования



**Перед выполнением каких либо работ на оборудовании, пользователь должен ознакомиться с содержанием разделом безопасности, техническими характеристиками реле и его номинальными данными на заводской табличке.**

**MiCOM P521** являясь полностью цифровым устройством выполняет постоянную самодиагностику. Неисправности программного или аппаратного характера немедленно выявляются. Сразу после выявления внутренней неисправности, на ЖКД реле выводится сообщение имеющее приоритет перед остальными сообщениями сигнализации. Вслед за сообщением сигнализации, в зависимости от характера неисправности (критическая/ не критическая) начинает мигать или горит постоянно светодиод сигнализации неисправности. Реле контроля исправности устройства (Watchdog) изменяет свое состояние (отпадает) лишь при возникновении критической неисправности.

Сигналы неисправности оборудования (не зависимо от того критическая или не критическая неисправность) не могут быть сброшены с клавиатуры передней панели реле. Сообщения сигнализации неисправности и соответствующая индикация могут быть сброшены лишь при устранении причины неисправности.

### 9.3.1 Не критические неисправности

Нарушение канала связи с системой управления объектом рассматриваются как не критические неисправности для реле P521. Нарушение канала связи с системой управления не оказывает влияния на работу реле как устройства релейной защиты.

**Сообщения:**

‘COMM.ERROR’: Неисправность канала связи с системой управления объектом

**Причина:**

Неисправность программного или аппаратного характера модуля связи с системой управления объектом.

**Действия:**

Демонтировать активную часть реле и вернуть производителю для ремонта

*Альтернативное решение:* Если связь с системой управления может быть временно не использована, вывести функцию связи задав значение “NO” (Нет) в ячейке ‘CTRL Comms’ меню COMMUNICATION/CTRL Comms (СВЯЗЬ/Связь Управл.)

**Сообщение:**

“RAM ERROR”: Неисправность памяти произвольного доступа (RAM) резервируемой батареей

“BATTARY FAIL”: Неисправность батареи (резервирования памяти)

**Причина:**

См. п. 9.4.3 настоящего Руководства по наладке и эксплуатации. Если сообщение повторяется после перезапуска реле, модуль реле должен быть возвращен производителю для ремонта.

### 9.3.2 Неисправность канала связи дифференциальной защиты

При обнаружении неисправности канала связи дифференциальной защиты немедленно блокируется работа основной функции реле. Остальные функции реле остаются в работе или вводятся в работу, если выбрана соответствующая уставка определяющая режим работы токовой защиты как резервной при неисправности канала связи основной защиты.

**Сообщение:**

“COMMS ALARM CH1”: обнаружена неисправность канала связи защиты

**Причина:**

Неисправность программного или аппаратного характера платы связи дифзащиты.

Неисправность модуля связи сохранилась после извлечения активной части реле.

Неисправность реле на удаленном конце линии

Неисправность устройств канала связи или обрыв канала связи



**При извлечении активного модуля реле из корпуса в нем становятся доступными для прикосновения цепи остающиеся под напряжением.**

**Действия:**

**Определите место повреждения с помощью испытательного блока кольцевания связи типа P520L (см. раздел Дополнительное оборудование).**

Включите режим кольцевания петли связи на обоих реле. Если после этого сигнал неисправности канала связи защиты сбрасывается, это означает, что неисправность вызвана оборудованием канала связи т.е. вне реле. Функция диагностики реле должна способствовать поиску путем индикации неисправного канала (Tx, Rx или оба). Если сигнализация неисправности не сбрасывается на одном из реле, то вероятно, что данное реле неисправно. Для выявления дефектного компонента (либо извлекаемая активная часть реле, либо плата связи защиты), извлеките активную часть реле из корпуса и вставьте испытательный блок кольцевания петли связи, как показано на рисунке 2. До установки испытательного блока, рекомендуется проверить состояние батареи, задав тест батареи и проверив горение зеленого светодиода. Включите режим кольцевания с удаленного реле таким образом чтобы сигнал канала связи проходил через плату связи реле ближнего конца линии. Если сигнал неисправности канала связи защиты на реле удаленного конца линии исчезает, это означает что плата связи работает нормально, следовательно дефект в активной части реле. Если сигнал неисправности канала не сбрасывается, то это означает, что неисправна плата связи.

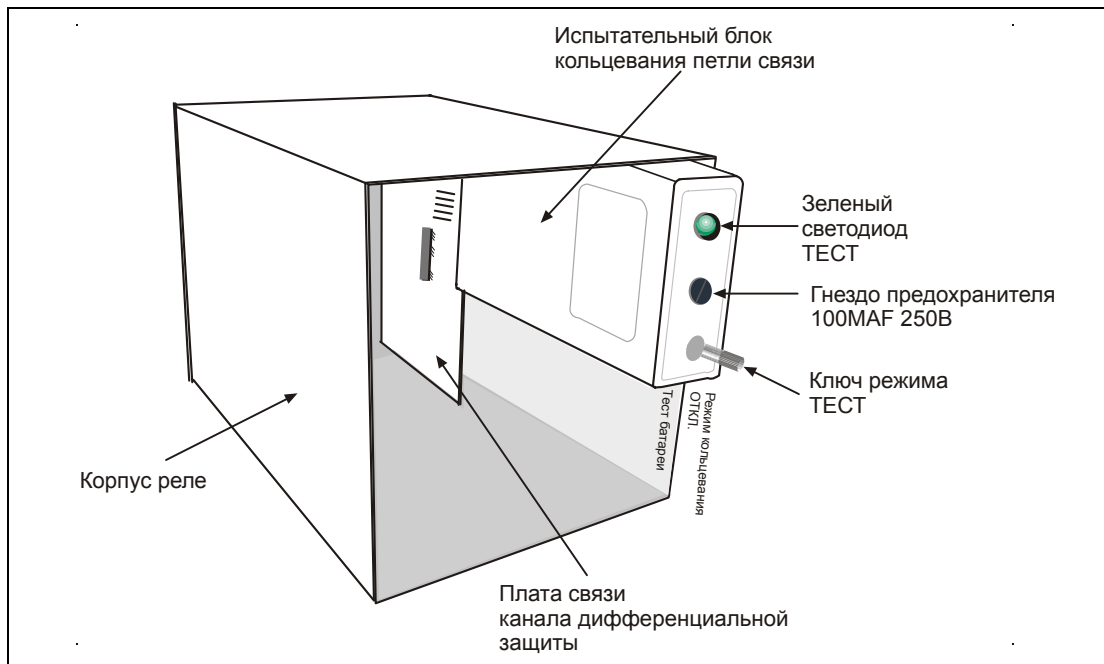


Рисунок 2: Использование блока кольцевания связи типа P520L

В случае неисправности активной части реле, она подлежит возврату на завод-изготовитель для ремонта.

В случае неисправности платы связи, все реле, вместе с корпусом должно быть возвращено на завод для ремонта.

Если причиной неисправности является какой либо компонент канала связи, внешний по отношению к реле, работа канала связи автоматически возобновится сразу после устранения или исчезновения неисправности.

### 9.3.3 Критические неисправности

Критическими неисправностями для MiCOM P521 являются все неисправности аппаратного или программного характера за исключением нарушения связи. Как только обнаруживается критическая неисправность замыкаются контакты реле контроля исправности (Watchdog) и блокируются все действия реле во внешние схемы (защита, автоматика, связь).

#### 9.3.3.1 Неисправности программного или аппаратного обеспечения реле

##### Сообщения:

“SETTING ERROR”: Неисправность базы данных (уставок)

“EEPROM ERROR CALIBR”: Неисправность данных калибровки (реле)

“CT ERROR”: Неисправность аналоговых каналов

“DEFAULT SETTINGS”: В реле восстановлены уставки по умолчанию (заводские уставки)

“PROT COMMS FAIL” : неисправность платы связи защиты

##### Причина:

Неисправность программного или аппаратного обеспечения

##### Действия:

Перезапустите программное обеспечение реле, для этого отключите питание реле примерно на 10 секунд. Если по завершению перезапуска ПО появляются сообщения сигнализации “DEFAULT SETTING” и “SETTING ERROR”, повторно ввести в реле рабочие уставки. Если неисправность программного обеспечения сохранилась после перезапуска реле, демонтируйте модуль активной части реле и верните производителю для ремонта.

## 9.4 Методы ремонта

### 9.4.1 Замена активной части

Конструкция корпуса реле и клеммников предусматривает возможность извлечения модуля активной части реле из корпуса MiCOM P521 без отключения внешних связей, в случае необходимости ремонта и замены неисправного модуля.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Конструкция реле серии MiCOM предусматривает переключение клемм, предназначенных для подключения цепей трансформаторов тока, при извлечении из корпуса модуля активной части реле.

Не прилагая значительных усилий, демонтируйте верхнюю и нижнюю откидные крышки на передней панели. Удалите внешние винты. С помощью 3мм отвертки поверните экстрактор расположенный под верхней крышкой и извлеките активную часть реле из корпуса потянув за верхнюю и нижнюю выемку передней панели реле MiCOM.

Установите отремонтированный или новый модуль активной части реле в обратной последовательности. Убедитесь в том, что внешние связи реле не нарушены при выполнении ремонтных работ.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Конструкция реле выполнена таким образом, что при извлечении модуля активной части реле, плата интерфейса канала защиты остается в корпусе реле сохраняя подключение канала связи.

### 9.4.2 Замена реле целиком

Для замены реле целиком (активная часть и корпус), необходимо отключить от реле все внешние связи с клемм на задней стенке корпуса реле.

Прежде чем начинать работы на клеммниках реле необходимо прежде всего изолировать реле от источников тока.

#### **ВНИМАНИЕ:**



**НЕ РАЗМЫКАЙТЕ ВТОРИЧНЫЕ ЦЕПИ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА, ВО ИЗБЕЖАНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ И СМЕРТЕЛЬНОЙ ОПАСНОСТИ ПОРАЖЕНИЯ ВЫСОКИМ НАПРЯЖЕНИЕМ.**



Если между протяженными проводниками связи между не устанавливаются изолирующие трансформаторы, то, во избежание поражения электрическим током, обращение с этими проводниками связи должно быть как с проводниками связи между терминалами установленными по концам линии.

Отключите от реле все внешние связи (линии связи, логические входы, выходные реле, напряжение питания, токовые цепи). Отключите от корпуса реле проводник заземления.

Удалите винты крепления корпуса реле к панели, стойке, кассете и т.п. Головки винтов крепления имеют больший диаметр, доступ к ним обеспечен без демонтажа верхней и нижней крышек передней панели реле.

Демонтируйте реле из панели, кассеты и т.п. соблюдая осторожность, поскольку реле достаточно тяжелое из-за внутренних трансформаторов.

Монтаж отремонтированного или нового реле выполняется в обратном порядке. При этом необходимо убедиться в правильности восстановления всех внешних связей реле и заземления корпуса.

После выполнения монтажа необходимо провести повторную наладку системы защиты согласно указаний п.1 -8 настоящего Руководства по наладке и эксплуатации.

### 9.4.3 Замена батареи

В реле **MiCOM P521** используется батарея, обеспечивающая сохранение в памяти реле записанных данные и поддержание текущего времени при исчезновении напряжения питания. Записанными данными могут быть записи регистратора событий, осциллограммы, тепловое состояние объекта в момент потери питания реле.

Батарея рассчитана на срок службы 10 лет в стандартных атмосферных условиях.

Сообщение “Battery backed RAM memory” (Неисправность ОЗУ с резервированным питанием) может быть вызвано неисправностью батареи.

Сообщение “Battery Fail” (Неисправность батареи) появляется при неисправности батареи.

Для замены батареи необходимо выполнить следующее:

- Откройте нижнюю крышку на передней панели реле
- Удалите неисправную батарею из соответствующего гнезда. При необходимости можно использовать небольшую отвертку.
- Убедитесь в отсутствии коррозии или загрязнения на контактных пластинах
- Извлеките новую батарею из упаковки и установите в гнездо с соблюдением полярности

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Использовать только литиевые батареи типа 1/2AA с номинальным напряжением 3,6В

- Убедитесь в том, что батарея надежно установлена в отсеке и обеспечен надежный контакт с выводами батареи.
- Закройте нижнюю крышку реле
- Использованная батарея должна быть утилизирована в соответствии с правилами утилизации литиевых батарей.

### 9.4.4 Демонтаж платы связи

- Удалите два винта под верхней крышкой и два под нижней крышкой на передней панели.
- С использованием экстракторов под верхней и нижней крышками, извлеките активную часть реле из корпуса.
- Удалите 4 винта крепления с задней стороны реле, расположенные вокруг монтажной пластины каналов связи
- Потяните пластину с передней стороны корпуса реле, соблюдая осторожность во избежание повреждения платы связи
- Установите новую плату связи вставляя ее с передней стороны корпуса реле
- Закрепите плату с помощью четырех винтов

- Установите экстракторы в нормальное (утопленное) положение и осторожно вставьте реле в корпус выровняв для соединения с разъемом платы связи.
- Установите на место два винта под верхней крышкой и затем два винта под нижней крышкой на передней панели реле.

ПРИМЕЧАНИЕ: Настоятельно рекомендуется выполнить проверки в объеме п.4.2.6 , поскольку выполнена замена интерфейса связи.

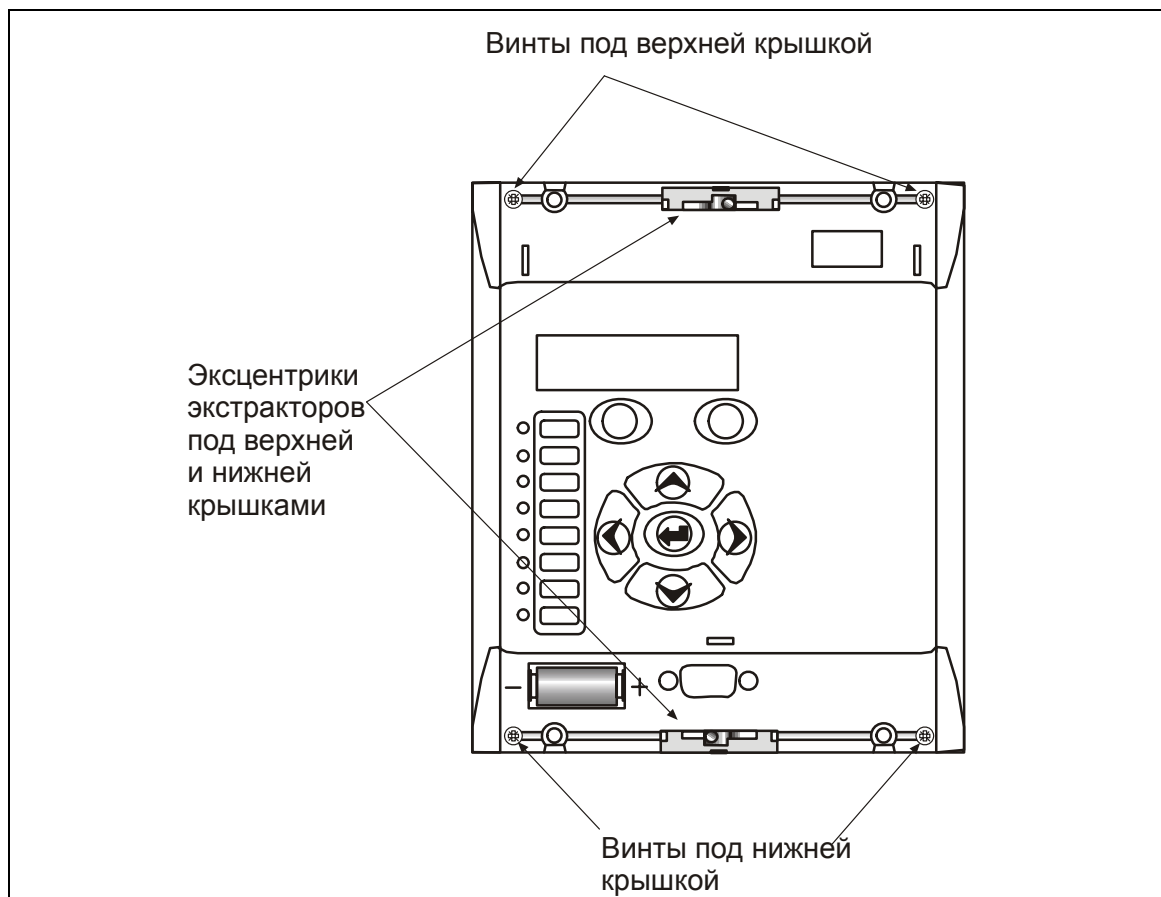


Рисунок 3: Расположение винтов крепления (вид спереди)

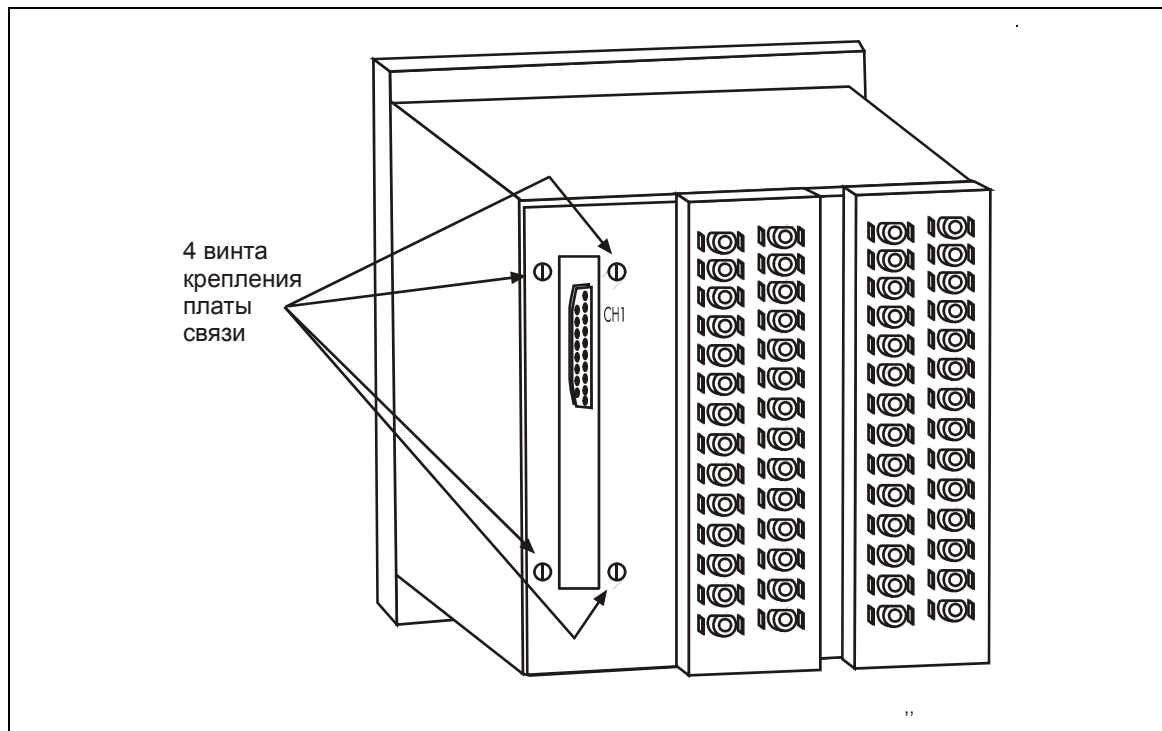


Рисунок 4: Расположение винтов крепления (вид сзади)

## 9.5 Решение проблем

### 9.5.1 Пароль утерян или не принимается

**Проблема:**

Пароль утерян или не принимается реле

**Причина:**

Реле **MiCOM P521** поставляется с завода с паролем **AAAA**. Данный пароль может быть изменен пользователем (в меню OP PARAMETERS – ВХОД. ПАРАМЕТРЫ согласно Руководство для пользователя).

**Действия:**

Существует дополнительный пароль доступа, который может быть сообщен пользователю компанией производителем реле или службой сервиса. Запрос на предоставление резервного пароля доступа должен включать паспортные данные реле (под передней откидной крышкой на передней панели).

### 9.5.2 Связь

#### 9.5.2.1 Дистанционные и локальные измерения

**Проблема:**

Результаты локальных и дистанционных измерений различаются.

**Причина:**

Измерения выводимые на дисплей передней панели реле обновляются каждую секунду. Эти же данные доступные средствами удаленного доступа с использование программных

продуктов AREVA T&D могут иметь другие времена обновления. Если время обновления данных программы контроля и управления объектом отличается от времени обновления данных на дисплее реле **MiCOM P521** (1 сек), это может служить причиной различия измерений изменяющихся параметров.

**Действия:**

Установить время обновления данных в системе управления объектом на уровне 1сек.

**9.5.2.2 Реле не отвечает****Проблема:**

Реле **MiCOM P521** не реагирует на запросы системы управления объектом, при том что сигналы нарушения связи отсутствуют.

**Причина:**

В большинстве случаев данная проблема объясняется ошибками в настройке параметров связи **MiCOM P521**

**Действия:**

Убедиться в том, что уставки параметров связи заданные в реле **MiCOM P521** (скорость передачи данных, проверка четности и т.п.) соответствуют уставкам связи программы управления объектом.

Проверить сетевой адрес **MiCOM P521**.

Убедиться в том, что этот же сетевой адрес не используется другим устройством в той же локальной сети объекта.

Убедиться в том, что другие устройства этой же сети реагируют на запросы системы управления объектом.

**9.5.2.3 Реле не реагирует на команды****Проблема:**

Связь между реле и ПК устанавливается, но реле не воспринимает команды и не загружает файл уставок с ПК.

**Причина:**

Обычно причина заключается в том, что реле находится в режиме программирования. Это означает в реле все еще активен пароль доступа (введенный с клавиатуры на передней панели реле).

**Действия:**

Уточнить на вводился ли в реле пароль доступа (с клавиатуры передней панели) в течении последних пяти минут.