

Содержание

0	Введение.....	4
0.1	Назначение прибора.....	4
0.2	Общие понятия и параметры прибора	5
0.2.1	Основные параметры частичных разрядов.	5
0.2.2	Основные параметры прибора.	8
0.3	Функциональные возможности прибора.	9
0.3.1	Таблица параметров прибора.	9
0.3.2	Дисплей, клавиатура, внешние устройства.	12
0.3.3	Формат хранения информации в памяти прибора.....	12
0.3.4	Внешние сигналы тревоги и аварии.	13
0.3.5	Тренд изменения интенсивности ЧР.	14
0.3.6	Функция непрерывного мониторинга.....	14
0.3.7	Распределение по фазам и фазовый синхросигнал.	14
0.3.8	График проведения замеров.	15
0.3.9	Адрес прибора и средства коммуникации.	16
0.3.10	Самостоятельное тестирование и калибровка прибора.	16
0.3.11	Определение интенсивности и скорости повторения ЧР.....	16
0.3.12	Дополнительные входы прибора.	17
0.3.13	Задержки замера.	17
0.3.14	Внешние интерфейсы прибора.....	18
0.3.15	Программное обеспечение прибора.....	18
1	Описание прибора.....	19
1.1	Описание прибора.....	19
1.2	Основные технические данные.....	20
1.3	Параметры входных цепей.....	20
1.4	Внешний вид и органы управления прибором.	21
1.4.1	Разъёмы для подключения внешних устройств.....	22
1.4.2	Описание клавиатуры прибора.	23
1.5	Интерфейс пользователя	23
1.5.1	Сообщения об ошибках и предупреждения.	24
1.6	Первое включение.....	24
1.7	Заряд аккумуляторов.	24
1.8	Типы датчиков и их подключение к прибору R500.....	25
1.8.1	Датчик DRTD-3 для подключения к термометрам сопротивления.	25
1.8.2	Датчик DB-1 для подключения к ПИН маслonaполненным вводам трансформаторов и к измерительным трансформаторам тока. ...	27
1.8.3	Датчик RFCT-1.	28
1.8.4	Датчик RFCT-2 для регистрации ЧР во вторичных цепях трансформаторов тока.....	29
1.8.5	Датчик RFCT-3 для регистрации ЧР в нейтральных шинах трансформаторов.	30

1.8.6	Датчик RFCT-5 для проведения оперативной регистрации ЧР в различном оборудовании.....	30
1.8.7	Конденсатор связи СС-10 для регистрации ЧР на шинах КРУ и линейных проводах электрических машин.....	32
1.8.8	Разделительный трансформатор RT-1 для гальванической изоляции входных цепей прибора.....	32
1.9	Калибровка входных цепей прибора после проведения монтажа датчиков.....	33
1.9.1	Импульсный генератор GKI-2 для проведения калибровочных работ измерительных цепей.....	33
1.9.2	Примеры схем калибровки входных цепей прибора R500.....	35
1.9.3	Способы организации фазовой привязки сигналов, необходимой для проведения диагностических работ.....	37
1.10	Использование дополнительных входов прибора для регистрации технологических параметров.....	40
1.10.1	Измерение температуры.....	41
1.10.2	Измерение тока и напряжения.....	42
1.10.3	Измерение влажности воздуха.....	43
1.10.4	Особенности монтажа датчиков измерения температуры и влажности внутри корпуса прибора.....	45
2	Работа с прибором.....	46
2.1	Общее описание работы прибора.....	46
2.2	Установка параметров системы.....	47
2.2.1	Установка даты.....	48
2.2.2	Установка времени.....	48
2.2.3	Установка подключений каналов регистрации и включение или выключение шумового канала времени.....	48
2.2.4	Установка параметров вывода информации на индикатор при работе программы.....	49
2.2.5	Ввод чувствительности датчиков.....	49
2.2.6	Установка времени проведения замеров.....	49
2.2.7	Установка режима записи замеров.....	50
2.2.8	Установка ограничений регистрируемых частичных разрядов по каналам.....	50
2.2.9	Установка предельных значений по каналам.....	51
2.2.10	Установка рабочего напряжения на объекте.....	51
2.2.11	Установка рабочего тока на объекте.....	51
2.2.12	Установка количества считываемых синусоид при регистрации замера.....	52
2.2.13	Тестовый режим.....	52
2.2.14	Установка уровня шумового канала.....	52
2.2.15	Установка времени показа параметров на индикаторе при работе программы.....	52

2.2.16	Установка номера устройства для обращения к нему по RS-485. 53	
2.2.17	Установка уровня по каналу “HiAlarm”.....	53
2.2.18	Установка предела счетчика по каналу “HiAlarm”.	53
2.2.19	Установка параметров сохранения данных.....	53
2.2.20	Установка скорости обмена с компьютером.	54
2.2.21	Выбор параметра уровня ЧР для определения состояния изоляции и вывода на интерфейс 4-20мА.	54
2.2.22	Остановка/включение мониторинга.	54
2.2.23	Установка сдвига фазы относительно синхросигнала.	54
2.2.24	Установка фазы по каналам.....	55
2.2.25	Активизация канала измерения температуры.....	55
2.2.26	Активизация канала измерения напряжения.	55
2.2.27	Активизация канала измерения тока.	55
2.2.28	Установка предела для расчета PDI.....	55
2.2.29	Установка количества декад(10 дней) по которым рассчитывается скорость изменения параметров.....	56
2.2.30	Калибровка канала измерения температуры.....	56
2.2.31	Калибровка канала измерения напряжения.	56
2.2.32	Калибровка канала измерения тока.	56
2.3	Просмотр архива.	57
2.4	Удаление архива.....	57
2.5	Связь с компьютером.....	58
2.5.1	Протокол связи.	58
2.5.2	Инсталляция программного обеспечения.	59
2.5.3	Программа R500.	59
2.5.4	Текстовый протокол.....	66
3	Приложение.	76
3.1	Бинарный протокол обмена прибора R500 по интерфейсу RS-485...	76
3.2	Приложение 2.....	93
4	Лицензионное соглашение.	95

0 Введение

0.1 Назначение прибора.

Частичный разряд – это искровой разряд очень маленькой мощности, который образуется внутри изоляции, или на ее поверхности, в оборудовании среднего и высокого напряжения. С течением времени, периодически повторяющиеся частичные разряды разрушает изоляцию, приводя в конечном итоге к ее пробое. Обычно разрушение изоляции под действием частичных разрядов происходит в течение многих месяцев, и даже лет. Таким образом, регистрация частичных разрядов, оценка их мощности и повторяемости, а также локализация места их возникновения, позволяет своевременно выявить развивающиеся повреждения изоляции и принять необходимые меры для их устранения.

R500TM – это автономный регистратор частичных разрядов с микропроцессорным управлением, работающий в промышленном диапазоне температур, применяемый для диагностики состояния изоляции энергетического оборудования среднего и высокого напряжения. Прибор предназначен для выявления первичных признаков аварийного состояния изоляции по частичным разрядам на ранних стадиях. R500TM способен обрабатывать данные с 15 датчиков частичных разрядов, сохранять полученную информацию в памяти, подавать сигнал тревоги в том случае, если любой из соответствующих показателей превысит заданные параметры. R500TM способен работать с оборудованием с постоянной частотой питающей сети в 50/60 Гц, а также с оборудованием с регулируемой частотой питающей сети.

Благодаря возможности индивидуальной настройки чувствительности по каналам прибор R500TM способен работать с датчиками различных типов. Прибор имеет три дополнительных канала ввода значений технологических параметров, используемых для сопоставления информации о частичных разрядах с условиями работы высоковольтного оборудования. Один из дополнительных каналов рассчитан на ввод температурных данных, остальные два могут быть использованы для ввода информации о токе, нагрузке, напряжении и влажности, в зависимости от области применения прибора.

Прибор R500TM имеет несколько встроенных «внешних» интерфейсов, что позволяет легко интегрировать получаемую и обрабатываемую им информацию в любую имеющуюся систему сигнализации или систему диспетчерского управления и сбора данных (SCADA).

В зависимости от конфигурации системы SCADA, имеющийся в приборе оптически изолированный выход 4-20 мА может быть настроен вывод информации об интенсивности частичных разрядов или о максимальной амплитуде частичных разрядов. Оптически изолированный интерфейс, основанный на протоколе ModBus RTU, позволяет осуществлять загрузку данных и настройку прибора дистанционно. Прибор R500TM может быть интегрирован в существующую сеть ModBus и в этом случае в такой сети может одновременно находиться до 128 приборов данного типа без использования повторителя RS-485.

Прибор имеет два выходных «сухих» релейных контакта, предназначенных для замыкания цепей сигналов тревожного и аварийного состояний, а также дополнительное реле текущего состояния прибора, включаемое при наличии сбоев в работе прибора.

Встроенные в прибор протоколы связи имеют два двоичных и один текстовый режим, что позволяет программисту включить R500TM в систему программного обеспечения высокого уровня посредством простых текстовых команд. Стандартно прибор R500TM поставляется с программным обеспечением базы данных, позволяющим осуществлять автоматический обмен информацией с прибором, а также сбор и анализ данных нескольких приборов. Данное программное обеспечение делает возможным как прямую сетевую, так и автоматическую связь с прибором посредством стандартной телефонной линии.

0.2 Общие понятия и параметры прибора

0.2.1 Основные параметры частичных разрядов.

Чтобы правильно понимать принципы работы прибора необходимо определить основные термины и интегральные параметры, описывающие частичные разряды в высоковольтном оборудовании.

Все имеющиеся в мире стандарты по ЧР определяют некоторый набор «интегральных» величин, которые могут рассчитываться или

непосредственно измеряться при тесте состояния изоляции. Стандарты разных стран могут различаться в деталях, но, в основном, но в основных понятиях они совпадают. В Европе используется стандарт IEC-270. Расчетные параметры, получаемые в приборе R500TM, ориентированы на американский стандарт, потому, что прибор создавался для совместной продажи на рынках России и Америки. В России тоже ведутся разработки своего стандарта по ЧР, однако в настоящее время он еще не завершен.

Все стандарты по ЧР базируются на понятии «кажущийся заряд». Под «кажущимся» зарядом понимают такой заряд, который необходимо дополнительно и мгновенно «впрыснуть» в контролируемое оборудование, что бы восстановить равновесие, нарушенное возникновением импульса ЧР. В этом определении очень важным является то, что мы не знаем реальный заряд, например, внутри газового включения, а измеряем (замеряем) реакцию измерительной схемы на возникший ЧР. Заряд потому и назван «кажущимся», т. к. мы так считаем, не зная истинного значения реального ЧР. Измеряется кажущийся заряд ЧР в пикоКулонах. Если сложить все заряды, зарегистрированные в оборудовании за одну секунду, то получится ток ЧР – тот ток, который протекает в нашей схеме дополнительно за счет возникновения ЧР. В среднем этот ток является чисто активным и характеризует потери в изоляции из-за возникновения ЧР.

Исторически важной характеристикой является «максимальный измеренный заряд». Почти все изготовители высоковольтного оборудования до сих пор пользуются этой величиной (если вообще чем-то пользуются) на приемных испытаниях. Конечно, понятно, что нужно измерять, что-то статистически достоверное. В старых приборах статистика задается временем осреднения, а в современных приборах это решается удалением из рассмотрения случайных одиночных выбросов. Например, в определении американского стандарта это звучит так: «амплитуда наибольшего повторяющегося разряда при наблюдении постоянных разрядов». Следовательно, этот термин не предусматривает анализ отдельных выбросов. Чтобы сделать это определение более конкретным, ограничимся учетом только тех ЧР, которые повторяются не менее 10 раз за секунду. В нашем случае, при частоте питающей сети в 50 герц, мы получаем, что один импульс должен быть не реже, чем за 5 периодов сети. Для удобства пользования этот термин будем брать в следующей формулировке: импульс ЧР будем считать периодически

повторяющимся, если частота его следования составит 0,2 импульса на один период питающей сети. Далее в тексте параметр будет отражаться как Q_{02} . Для удобства пользования будем делать это одинаково для любой частоты сети, 50 и 60 герц.

Ценность этого параметра достаточно высока. Многие методы диагностики базируются на нем, хотя как отдельно взятый параметр – он скорее плохой, чем хороший, по крайней мере, при постоянном мониторинге под рабочим напряжением. Мы имеем много оборудования, где большие (по амплитуде) ЧР живут успешно годами, а малые, но с большой частотой повторения – означают реальную проблему.

Как посчитать потери вызванные ЧР. Очень можно сделать достаточно просто, физически, при каждом импульсе ЧР, мы дополнительно впрыскиваем из источника испытательного напряжения в контролируемый объект «кажущийся» заряд. Заряд инжектируется мгновенно и связан с конкретным напряжением питающей сети. Значит энергия, которая дополнительно вводится в оборудование из-за единичного ЧР, равна заряду, умноженному на мгновенное напряжение на объекте. Далее нужно просуммировать все импульсы и получить полную энергию ЧР. Если полную энергию поделить на полное время суммирования, то получим мощность ЧР. Этот параметр называется «потери энергии на частичные разряды».

Формула:

$$P = \frac{1}{T} \times \sum_1^m Q_i \times V_i$$

где:

P – мощность разрядов, W,

T – время наблюдения, сек,

m – число наблюденных импульсов за время T , и

$Q_i V_i$ – энергия i -го импульса

Вполне очевидно, что, базируясь на фазовом распределении импульсов ЧР, можно рассчитать мгновенное значение приложенного напряжения, конечно, если фазовая привязка импульсов выполнена правильно и достоверно рассчитана мощность. Однако совсем не все приборы регистрируют фазовое распределение импульсов, а если эта функция в них реализована, то используемый датчик ЧР может регистрировать импульсы ЧР с двух или даже трех фаз объекта. Какое напряжение следует брать в таком случае, с какой фазы? Для решения этого вопроса американский стандарт по ЧР предлагает использовать

еще один диагностический параметр, который чаще всего называют PDI - «Partial Discharge Intensity». В этой величине вместо мгновенного напряжения в момент прохождения импульса ЧР, берется его действующее значение, т.е. одинаковое напряжение для всех импульсов, а не персональное для каждого. Проводя сравнительные расчеты можно убедиться, что итоговое различие параметров, рассчитанных в первом и во втором случаях, лежит в пределах 20 %. Этого вполне достаточно, что бы корректно оценить уровень и строить тренд. Параметр PDI является одним из основных, используемых для оценки интенсивности ЧР в контролируемом объекте.

0.2.2 Основные параметры прибора.

Прибор марки R500TM имеет 15 измерительных каналов (каналы 1- 15) для замера частичных разрядов и 1 шумовой канал (канал 16). Все 16 каналов изолированы, имеют идентичные токовые цепи, имеют защиту от помех и фильтрацию верхних частот. Прибор R500TM фиксирует сигналы с частотой в пределах 1 МГц - 20 МГц.

R500TM получает данные о частичных разрядах в виде трехмерного фазораспределенного сигнала – импульс частичного разряда рассчитывается как функция амплитуды импульса и фазы 60(50) Гц. Он имеет 24 фазовых окна (по 15⁰) и амплитудный динамический диапазон около 75 дБ, распределенный на 21 амплитудное окно.

Данные могут храниться во внутренней памяти прибора в виде трехмерных матриц и/или в сокращенной форме в виде интегрального множества извлеченного из этих матриц. Каждая запись дополнена тремя дополнительными технологическими параметрами, как упоминалось ранее.

Перед каждым измерением R500TM самостоятельно осуществляет калибровку и тестирование. При выявлении каких-либо неполадок сухой контакт реле состояния размыкается и на дисплее R500TM высвечивается соответствующее сообщение. Аналогичным образом прибор реагирует на отсутствие электропитания.

R500TM регистрирует сигналы, поступающие от измерительных каналов последовательно подключая их к одному измерительному каналу. Все свободные на данный момент датчики сигналов и датчик помех подключаются к шумовому каналу. Это позволяет устранить помехи и также предотвратить наложение сигнала датчиков. Шумовой канал, блокирующий регистрацию при превышении амплитуды в нем

амплитуды сигнального канала, может быть отключен. В этом случае R500TM будет регистрировать все сигналы, поступающие от датчика, одиночные или накладывающиеся.

Каждый импульс, поступающий от измерительного датчика, проверяется на допустимую длительность. В случае несоответствия длительности импульса допустимому значению, импульс не будет зарегистрирован прибором.

Результаты выполненных замеров по всем активным измерительным каналам сопоставляются с пороговыми значениями. При достижении порога тревожного состояния сухой релейный контакт тревожного состояния замыкается, и включается индикатор тревожного состояния (желтый). При достижении порога аварийного состояния R500TM выполнит дополнительный замер и, в случае, если данные подтвердятся, сухой релейный контакт аварийного состояния замыкается, и включается индикатор аварийного состояния (красный). В случае подтверждения аварийного состояния ВСЕ данные по замеру будут сохранены в памяти прибора.

Замеры частичных разрядов могут осуществляться в определенно время суток (до 50 раз в сутки), или же через определенные промежутки времени (от 1 минуты до 23 часов 59 минут). Рекомендуемая частота замеров – 4 в сутки.

Наряду с регулярными замерами осуществляется так называемая функция “High Alarm”. Все датчики подсоединены к объединяющему устройству и далее к отдельному каналу “High Alarm”. R500TM отслеживает появление импульсов большой амплитуды, а также серий импульсов. Предельные значения амплитуды и частота повторений серий сигналов могут быть установлены индивидуально. При выявлении пяти случаев повторения серий импульсов между регулярными замерами R500TM произведет полный замер частичных разрядов и, в случае необходимости, подаст сигнал тревоги.

0.3 Функциональные возможности прибора.

0.3.1 Таблица параметров прибора.

Основные параметры прибора приведены в таблице.

Габаритные размеры прибора	210*180*80 мм
Корпус	NEMA 4 (4X)
Источник питания	120В (220В)

	60 (50) Гц
Потребление электроэнергии	10 Вт
Диапазон рабочих температур (без конденсации влаги)	-45 ⁰ С - +85 ⁰ С
Внешняя коммутационная плата	1 шт.
Каналы регистрации частичных разрядов, изолированные	15
Шумовой канал, изолированный	1
Канал постоянного наблюдения (отслеживание частичных разрядов повышенной активности)	1
Дополнительный температурный вход, термосопротивление 10, 100, 1000 Ом	1
Дополнительный аналоговый вход - напряжение, ток или влажность	2
Сухой релейные контакты включения аварийного и тревожного состояния	2 220В, 10 А
Сухой релейный контакт состояния прибора	1 220В, 10 А
Оптически изолированный интерфейс 4 – 20 мА, представляющий интенсивность частичных разрядов или амплитуду в виде % от значения аварийного порога	1мА на 10%
Оптоизолированный интерфейс RS-485, протокол ModBus,	1
Объем внутренней памяти (позволяет сохранить данные примерно за 2000 дней)	2 МВ
Дисплей	8-значный, буквенно-цифровой
Клавиатура	4 клавиши со стрелками и 4 функциональных клавиши
Светодиоды (показатели нормального, тревожного и аварийного состояния, а также режимов установки и	5 светодиодов

сохранения в памяти)	
Установка параметров работы прибора	с клавиатуры и ПК
Область применения	оборудование среднего и высокого напряжения электрические машины, выключатели, шины, разделки кабеля
Рассчитываемые параметры для каждого из каналов измерения частичных разрядов	Интенсивность частичных разрядов (PDI), частота повторения импульсов (pps), максимальная амплитуда импульса (Q_{02})
Параметры оценки аварийного состояния	PDI, Q_{02} , тренд
Тип записи данных	Полная/Сокращенная
Основной тип данных	Матрица распределения импульсов
Динамический уровень канала частичных разрядов	68дБ
Число амплитудных окон (по 3.23 дБ каждое)	21
Число фазовых окон (по 15° каждое)	24
Промышленная частота для объекта измерения	25 – 120 Гц
Максимальная измеряемая скорость повторения сигнала	367,300pps @60Гц 306,000pps @50Гц
Самостоятельное тестирование и подстройка	При загрузке и перед каждым замером
Допустимая длина коаксиального кабеля	До 50 м
Тип кабеля для датчика частичных разрядов	RG-58 и подобные

0.3.2 Дисплей, клавиатура, внешние устройства.

Прибор состоит из самого прибора и кросс платы, присоединенной к прибору плоским 40-жильным кабелем. Через кросс-плату осуществляется соединение с датчиками частичных разрядов и дополнительных сигналов. К трем реле прибора может быть подключена система сигнализации или управления. Внешние интерфейсы 4-20 мА и RS-485 позволяют передавать получаемую и обрабатываемую информацию в систему диспетчерского управления и сбора данных, производить настройки прибора.

На передней панели прибора размещены пять светодиодов: три для отображения аварийного состояния (Зеленый, желтый и красный) и два для отображения режимов установки и памяти.

Прибор имеет восьмизначный буквенно-цифровой дисплей. На дисплей выводится вся информация в режиме установки прибора и при обращении к архивам, стандартные сообщения при нормальной работе прибора и сообщения о сбоях. При нормальной работе прибора на дисплее последовательно отображаются текущие данные.

Клавиатура состоит из четырех клавиш со стрелками и двух функциональных клавиш (Esc и Enter), позволяющих осуществить выбор необходимого режима работы, а также клавиш Set и Memory, позволяющих переключиться в режим установки и просмотра архива.

0.3.3 Формат хранения информации в памяти прибора.

Полный замер частичных разрядов, осуществляемый R500TM, включает замер статистического PRPDD для каждого активного канала. После осуществления каждого замера для каждого активного канала R500TM вычисляет интенсивность частичных разрядов, максимальную амплитуду частичных разрядов, скорость повторяемости частичных разрядов и параметры тренда. Результаты замеров сравниваются с заданными пороговыми значениями, и таким образом, оценивается степень аварийности. Все рассчитанные параметры, а также параметры аварийного состояния для каждого замера хранятся во внутренней памяти прибора. Помимо этого к данным замеров прилагаются три дополнительных параметра.

Сохранение матрицы распределения ЧР в памяти прибора может осуществляться в полной или сокращенной форме.

При полном сохранении в память прибора заносится матрица распределения импульсов ЧР наряду с вышеупомянутыми параметрами для каждого замера каждого активного канала.

С целью экономии ресурсов памяти матрица может сохраняться периодически. В этом случае оператор должен установить число дней, и число замеров в день. Во всех остальных случаях R500TM сохранит лишь сокращенный вариант матрицы.

R500TM имеет два мегабайта внутренней флэш-памяти, обеспечивающей самостоятельную работу прибора. При заполнении памяти прибор начинает записывать новые данные на наиболее старые файлы. Скорость заполнения памяти зависит от числа активных каналов, частоты замеров и частоты сохранения матрицы. Например, при наличии 15 активных каналов, частоте произведения замеров 4 раза в день и сохранении матрицы распределения ЧР два раза в месяц (установка по умолчанию), в памяти прибора могут храниться данные о частичных разрядах за 14 месяцев.

Все сохраненные данные и настройки доступны с клавиатуры и с персонального компьютера.

0.3.4 Внешние сигналы тревоги и аварии.

R500TM имеет два конфигурируемых уровня тревожности: тревожный (желтый) и аварийный (красный), каждому из которых соответствует свое реле. Существует две группы параметров, превышение предельных значений которых может вызвать сигнал тревоги: интенсивность частичных разрядов и ее тренд, и амплитуда и ее тренд. Один из двух параметров может одновременно служить основой для подачи сигнала тревоги. Тот же параметр автоматически устанавливается для интерфейса 4-20 мА. Порог аварийного состояния соответствует 14 мА.

Пороговые значения интенсивности частичных разрядов представлены в мВт, амплитуды – в мВ. Тренд, как для интенсивности частичных разрядов, так и для амплитуды, представлен в числе случаев в год.

Сигналы тревожного и аварийного состояния срабатывают по-разному. Сигнал тревожного состояния передается на реле сразу при поступлении. В случае поступления сигнала об аварийном состоянии R500TM производит дополнительный замер, и только в случае подтверждения результатов, сигнал передается на реле. Если аварийное состояние не подтверждается, то состояние оценивается по последнему замеру, предшествующему сигналу об аварийном состоянии. Если какой-либо замер покажет снижение статуса

аварийности, то R500TM отреагирует сигналом светодиода аварийного состояния и это отразится в данных замера.

Реле статуса аварийности имеют два режима работы: реле замыкается при поступлении сигнала о тревожном состоянии и остается в таком положении до следующего замера, или же реле замыкается на какое-то определенное время, а затем контакт размыкается. Если при следующем замере статус подтвердиться, то контакт опять замкнется на то же время.

0.3.5 Тренд изменения интенсивности ЧР.

R500TM рассчитывает тренд того параметра, который выбран для подачи сигнала тревоги. Тренд определяет изменение параметра в размах в год. Тренд имеет два порога аварийного состояния (тревожный и аварийный), для каждого существует свое реле и свой светодиод на передней панели прибора. Тренд рассчитывается в виде линейной аппроксимации данных за определенный промежуток времени (по умолчанию 18 недель). Промежуток времени расчета, установленный в приборе, сдвигается, при каждом расчете тренда. В начале осуществления мониторинга функция оценки аварийного состояния по тренду не доступна, до тех пор, пока не заполнится как минимум 1/3 окна замера тренда. Это позволяет предотвратить нежелательные сигналы тревоги, вызванные недостатком информации.

0.3.6 Функция непрерывного мониторинга.

В период между регулярными замерами включается функция постоянного наблюдения ("High Alarm"). В это время все измерительные датчики объединяются и присоединяются к отдельному High Alarm каналу. R500TM постоянно контролирует возможность возникновения импульсов большой амплитуды (настраиваемый параметр) и их повторяемость. При фиксировании пяти серий импульсов большой силы R500TM осуществляет полный замер частичных разрядов и в случае, если аварийное состояние подтверждается, дается сигнал аварийного состояния, и данные по частичным разрядам полностью сохраняются в памяти прибора.

0.3.7 Распределение по фазам и фазовый синхросигнал.

Для получения данных по фазам R500TM использует фазовый синхросигнал. Фазовый синхросигнал - это сигнал напряжения

переменного тока, синхронизированный с напряжением объекта наблюдения и имеющий известный постоянный фазовый сдвиг для данного напряжения.

Существует две возможности получения синхросигнала:

1. В большинстве случаев в качестве фазового синхросигнала используется источник питания R500TM. Прибор имеет внутреннее соединение напряжения на выходе источника питания с его контуром фазового синхросигнала. Этот вариант всегда применяется (по умолчанию) на объектах с питанием от стандартной электросети (60/50Гц). Фазовый сдвиг между напряжением источника питания и объекта наблюдения должен быть установлен при включении R500TM и может использоваться в течение всего времени наблюдения данного объекта при неизменном источнике питания. R500TM способен автоматически определить сдвиг фазы между источником питания и внешним фазовым синхросигналом.

2. Внешний фазовый синхросигнал используется в случаях, когда напряжение питания R500TM не синхронно с напряжением обследуемого объекта. В качестве примера можно привести приводы различной частоты, системы от 25 до 400 Гц и т.д. Конечно, данная функция может применяться и в случае, если напряжение прибора и объекта измерения синхронно. Внешний фазовый синхросигнал должен подаваться на специальный вход фазового синхросигнала, или же он может являться низкочастотной составляющей сигнала, подаваемого на канал #1 (вариант с разделительным конденсатором). При использовании внешнего сигнала в приборе должны переставляться соответствующие перемычки.

0.3.8 График проведения замеров.

Измерение частичных разрядов может производиться в определенное время суток или через определенные (устанавливаемые) промежутки времени. При поставке прибор настроен на проведение замеров в определенное время, четыре раза в сутки. Обычно этого бывает достаточно. При необходимости прибор может быть настроен на осуществление до 50 замеров в сутки в заданное время или через определенные промежутки времени, от 1 минуты до 23 часов 59 минут.

0.3.9 Адрес прибора и средства коммуникации.

R500TM имеет изолированный интерфейс RS-485 использующий протокол связи ModBus RTU (протокол, наиболее часто применяемый в промышленности). По умолчанию при поставке R500TM адрес прибора #1. Изменение адресов может быть осуществлено с клавиатуры от 1 до 255. В любом случае адрес должен быть уникален в пределах сети.

Существует две возможности общения с прибором с персонального компьютера, установка и загрузка данных.

Предпочтительнее всего использовать модем внутренней или сотовой связи с интерфейсом RS-485. К одному модему может быть подсоединено до 255 приборов. Модем делает доступными данные, загруженные удаленно и дает возможность получить оценку эксперта в критической ситуации в течение нескольких часов.

Другим способом соединения прибора с персональным компьютером является использование преобразователя частоты RS-485/232. В этом случае необходимо периодически (желательно ежемесячно) осуществлять соединение с прибором или группой приборов, объединенных в одну сеть преобразователем RS485, и осуществлять загрузку данных в базу данных. В экстренном случае данные базы данных должны быть отправлены для анализа эксперту посредством электронной почты.

0.3.10 Самостоятельное тестирование и калибровка прибора.

При подключении питания и перед каждым замером частичных разрядов R500TM осуществляет самостоятельное тестирование и калибровку измерительных каналов и шумового канала. В случае какой-либо неполадки на дисплей будет выведено сообщение об ошибке, и контакт реле состояния разомкнется. Запрос о состоянии прибора может быть сделан через интерфейс RS-485.

0.3.11 Определение интенсивности и скорости повторения ЧР.

Определение интенсивности и скорости повторения частичных разрядов производится отдельно для каждого канала при осуществлении каждого замера, начиная от существующей амплитудной зоны и выше. Эта функция позволяет предотвратить

влияние фоновых шумов на определение интенсивности частичных разрядов и скорости их повторения. Для каждого из каналов может быть независимо установлен минимальный предел амплитуды в зависимости от наличия и уровня фоновых шумов. Установку данного параметра можно осуществить вручную или автоматически. Функция автоматического определения нижнего предела амплитуды может быть запущена только с клавиатуры (как правило, при запуске прибора или же в начальный период работы).

0.3.12 Дополнительные входы прибора.

Известно, что условия работы обследуемого оборудования могут значительно отразиться на характеристиках частичных разрядов. Таким образом, сопоставление активности частичных разрядов с условиями, в которых работает прибор, может дать ценный материал для последующей идентификации неполадок. Температура изоляции, ток нагрузки, напряжение на объекте и влажность воздуха являются наиболее ценными параметрами для сопоставления с характеристиками частичных разрядов.

R500TM имеет три дополнительных входных канала. Один из них предназначен для измерения температуры. В качестве датчиков могут быть использованы 10, 100 и 1000 Ом RTD. Эти настройки осуществляются только на этапе производства прибора и должны оговариваться при заказе прибора.

Два других входных канала в целом могут принимать любые сигналы постоянного или переменного тока в пределах определенного диапазона напряжения. По умолчанию в приборе стандартной конфигурации эти каналы предназначены для датчиков тока нагрузки, влажности и напряжения и входят в состав поставки. Эти параметры наиболее важны для соотнесения с сигналом частичных разрядов.

0.3.13 Задержки замера.

Часто возникает необходимость отложить замер на некоторое время. Это может быть осуществлено тремя различными способами (как с клавиатуры, так и удаленно).

Наблюдение может быть прервано на неопределенный срок. В этом случае оператор должен сам позаботиться о возобновлении наблюдения.

Контроль может быть приостановлен. В этом случае контроль будет автоматически возобновлен через три часа.

Существует также режим автоматической задержки измерения по данным одного из трех дополнительных параметров. Прибор позволяет установить нижний и верхний пределы для трех дополнительных параметров, данные о которых поступают по трем каналам, упомянутым ранее, и осуществлять контроль параметров в соответствии с заданными пределами. Прибор может осуществлять контроль на основе любого из параметров (на выбор) и задерживать замер в случае, если его значение выходит за установленные пределы. В случае если параметр придет в норму ко времени следующего замера, то замер будет осуществлен по графику.

Функция задержки замера часто используется в случаях, когда обследуемое оборудование находится в нерабочем состоянии (например, когда ток нагрузки равен 0). Благодаря этому в расчет тренда не включаются нулевые значения.

Эта функция позволяет также при необходимости осуществлять замеры в одних и тех же рабочих условиях.

0.3.14 Внешние интерфейсы прибора.

R500TM имеет изолированный встроенный интерфейс RS-485 и поддерживает протоколы типа ASCII и протоколы двоичных команд. Большинство команд и установок поддерживаются как командным протоколом, так и с клавиатуры прибора.

Изолированный интерфейс 4-20 мА оценивает интенсивность частичных разрядов или их амплитуду в процентах по отношению к пределу аварийного состояния.

Два «сухих» релейных контакта обеспечивают подачу сигналов тревожного и аварийного состояния.

Один «сухой» релейный контакт предназначен для подачи сигнала о состоянии прибора.

0.3.15 Программное обеспечение прибора.

R500TM поставляется в комплекте с программным обеспечением баз данных R500TM, обеспечивающим:

- Связь с прибором через локальную сеть RS-485 или модем.
- Автоматическую или ручную загрузку и хранение данных.
- Настройку прибора.
- Анализ и презентацию данных.

1 Описание прибора.

1.1 Описание прибора.

Многоканальная система мониторинга **R500™** (далее по тексту - система) позволяет контролировать состояние изоляции высоковольтных электрических машин и выключателей под напряжением в режиме постоянного мониторинга.

Система состоит из следующих составных частей:

- Прибор **R500™** (далее по тексту - прибор), который монтируется в щит управления;
- Датчики частичных разрядов и кабелей (комплектность поставки определяется по отдельной спецификации, стоимость датчиков не входит в стоимость прибора);
- Программное обеспечение для считывания информации в компьютер.

Прибор подключается к существующим цепям контроля температуры обмотки статора электродвигателя и имеет 15 каналов измерения (каналы мультиплексированные, не синхронные), один шумовой канал и 3 дополнительных канала для измерения температуры, тока и напряжения.

Прибор имеет синхронизацию от сети или внешнего источника сигнала (определяется переключателем внутри прибора).

Через заданные интервалы времени прибор автоматически контролирует наличие частичных разрядов (ЧР) последовательно по каждому каналу. Сигналы ЧР распределяются на 21 амплитудную зону (динамический диапазон 70dB) и 24 фазовых окна (по 15⁰ синусоиды).

По результатам измерений рассчитывается интенсивность частичных разрядов (PDI- Partial discharge intensity), амплитуда ЧР, частота следования импульсов и сравнивается с допустимыми значениями, хранящимися в памяти. При превышении аварийного порога интенсивности частичных разрядов прибор **R500™** может произвести отключение оборудования от сети, или по каналу связи выдать информацию в систему более высокого уровня. При тревожном уровне интенсивности частичных разрядов производится включение сигнализации. Прибор контролирует скорость нарастания интенсивности ЧР за период времени до нескольких лет, и при

большой скорости изменения уровня ЧР также происходит срабатывание защиты.

Данные измерений сохраняются в энергонезависимой памяти. При регистрации сигнала отключается режим динамической индикации на индикаторе (для исключения влияния помех связанных с выводом на индикатор) и во время всего процесса регистрации на индикаторе высвечивается «-----».

1.2 Основные технические данные

Прибор может эксплуатироваться при температуре окружающего воздуха от -40 до +85 °С и относительной влажности воздуха до 95% без конденсации влаги.

Основные технические данные и характеристики прибора соответствуют данным, приведенным в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Количество каналов регистрации сигналов ЧР:	15
Частота регистрируемых импульсов ЧР, МГц:	0,5-10,0
Динамический диапазон регистрируемых частичных разрядов, db:	75
Время полного цикла контроля всех каналов, мин:	2 - 15
Объем энергонезависимой памяти для хранения информации(FLASH), Мб:	1 – 2
Управление сигнализацией и блокировкой (сухой контакт):	5А, 220В
Порты внешней связи прибора:	RS485, 4-20mA
Габаритные размеры прибора, мм:	210*180*80
Вес прибора без датчиков, кг:	3,0

1.3 Параметры входных цепей.

Максимальное рабочее напряжение на входе – до 10 В.

Сопротивление входа – 50 Ом.

Частотный диапазон входа – 1...10 МГц.

1.4 Внешний вид и органы управления прибором.

Прибор R500TM заключен в штампованный металлический корпус, состоящий из лицевой панели и защитного корпуса, закрывающего электронные схемы прибора. Элементы корпуса соединены между собой при помощи винтов.

Конструкция корпуса прибора предусматривает два варианта его монтажа. Основным вариантом, для которого разрабатывался данный корпус, является крепление прибора в лицевой панели шкафа управления контролируемого высоковольтного оборудования. Для этого в панели делается соответствующее отверстие. В таком варианте монтажа кросс плата монтируется на задней стороне панели управления контролируемым объектом.

Вторым вариантом монтажа прибора является его установка на щите управления. В этом случае на щите устанавливаются четыре стойки необходимой высоты, на которых фиксируется корпус прибора. Кросс плата крепится непосредственно на щите, под прибором или рядом с ним. Все это определяется свободным местом на щите и удобством подключения коаксиальных кабелей от датчиков. Просто и наглядно развести 15 коаксиальных кабелей не так просто.



Внешний вид лицевой панели прибора R500TM показан на рисунке, приведенном слева.

На лицевой панели расположены:

- 8 светодиодных индикаторов красного или зеленого свечения для отображения текущей информации;

- 5 светодиодов зеленого, желтого и красного свечения, показывающих относительный уровень ЧР и текущий режим работы прибора и выходных реле;

- пленочная защищенная клавиатура для осуществления



местного управления функциями и настройками прибора.

На лицевой панели имеются четыре отверстия для крепления прибора и наклейка с указанием марки прибора. На задней стороне корпуса прибора имеется закрываемой крышкой отверстие. В это отверстие, в разъем с фиксирующими защелками, вставляется ленточный 40 жильный кабель. При помощи этого кабеля к прибору подключается внешняя кросс плата, к которой подключаются все кабели от датчиков частичных разрядов.

1.4.1 Разъёмы для подключения внешних устройств.

Все разъёмы для подключения внешних устройств расположены на боковой поверхности корпуса прибора. Подключение осуществляется при помощи «отрывных» разъемов с клеммным присоединением проводов.

Описание разъёмов внешних соединений (сверху вниз):

- разъем интерфейса 4-20 мА (“токовая петля”);



- разъем интерфейса RS485;
- разъем реле аварийного уровня ЧР;
- разъем реле тревожного уровня ЧР;
- разъем реле “Прибор включен и находится в режиме мониторинга”;
- разъем для подключения сетевого питания.

Внимание!!! Не отключайте питание прибора во время регистрации и записи данных в долговременную память. Это может привести к необратимой потере данных в памяти прибора!

1.4.2 Описание клавиатуры прибора.

Прибор имеет пленочную защищенную клавиатуру на передней панели.



Описание клавиатуры прибора:

- Клавиша «**Esc**» используется для отмены каких-либо операций, возврата к предыдущему меню и т.п.;

- Клавиша «**Ent**» используется для выбора текущего пункта меню, для подтверждения ввода в

текущее поле ввода;

- Клавиша «**Mem**» используется для входа в режим просмотра архива замеров;

- Клавиша «**Mod**» используется для входа в режим настроек прибора;

- Клавиши «**←**» «**→**» «**↑**» «**↓**» (стрелки) используются для изменения параметра на индикаторе, изменения пунктов меню настроек прибора, выбора замера из архива и т.п.

1.5 Интерфейс пользователя

Управление функциями прибора осуществляется при помощи клавиатуры или через интерфейс RS-485 с удаленного компьютера.

При возникновении ошибочных или нестандартных ситуаций предусмотрен вывод сообщений об ошибках или предупреждений.

1.5.1 Сообщения об ошибках и предупреждения.

При возникновении каких-либо ошибок в работе прибора выводится сообщение об ошибке. Возможные сообщения и предупреждения:

1. ErrorICH. Неисправность измерительного канала. При калибровке на вход канала подается импульс заданной амплитуды. Ошибка появляется, если импульс не обнаружен в ожидаемом интервале амплитуд.

2. ErrornCH. Неисправность шумового канала. При калибровке на вход шумового канала подается импульс заданной амплитуды. Ошибка появляется, если импульс не обнаружен в ожидаемом интервале амплитуд.

3. FLASHErr. Ошибка при записи или считывании данных из долговременной памяти (FLASH) и если данная ошибка не может быть исправлена автоматически. Возможно исправление данных путем удаления всех данных из памяти. Если ошибка при работе с FLASH возникает даже после удаления всех замеров, то необходим ремонт прибора.

4. StopPED. Предупреждение. Режим мониторинга на приборе остановлен. Регистрация данных производится не будет.

5. PAUSE. Предупреждение. Прибор находится в режиме паузы. Данный режим включается с компьютера и, если режим не выключен с компьютера, автоматически выключается через 3 часа.

1.6 Первое включение.

При поставке прибор полностью готов к работе, в его память загружено программное обеспечение.

При первом включении прибора необходимо проверить установку даты/времени и обязательно произвести удаление данных из долговременной памяти прибора.

1.7 Заряд аккумуляторов.

В приборе установлен аккумулятор для сохранения данных о дате/времени, подзарядка которого происходит автоматически при работе прибора.

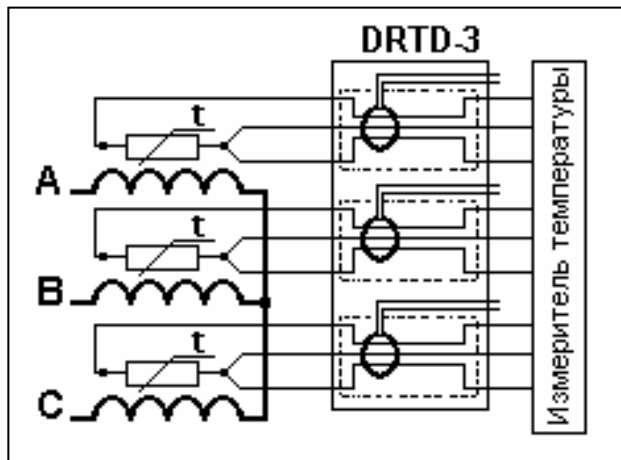
Внимание!!! Замена неисправных аккумуляторов может производиться только фирмой изготовителем.

1.8 Типы датчиков и их подключение к прибору R500.

Источником информации для прибора R500 являются первичные датчики. В данном разделе инструкции приводится краткое описание датчиков частичных разрядов, выпускаемых фирмой «Вибро-Центр». Основное внимание уделяется краткому описанию датчиков и способам их установки и особенностям подключения к прибору марки R500. Кроме того, прибор позволяет проводить подключение датчиков производства других фирм, отвечающих требованиям электрической безопасности.

1.8.1 Датчик DRTD-3 для подключения к термометрам сопротивления.

Датчик **DRTD-3** предназначен для регистрации частичных разрядов в обмотках статоров электрических машин различного типа.



В качестве своеобразной антенны для сбора сигналов ЧР внутри обмотки электрической машины используется термосопротивление, заложенные в обмотку при изготовлении электрической машины, и соединительные

провода, проложенные к этим термосопротивлениям.

Датчик DRTD-3 включается в разрыв трех или четырех проводной линии, при помощи которой термосопротивление подключается к измерительному прибору контроля температуры обмотки статора электрической машины. Ограничений на величину сопротивления датчика не накладывается, это может быть 100 или 10 Ом. Монтировать датчик желательно максимально близко к месту выхода кабеля из корпуса статора электрической машины, что бы

максимально избежать затухания сигналов от частичных разрядов в соединительном кабеле.

Конструктивно датчик DRTD-3 состоит из трех одинаковых модулей, каждый из которых предназначен для подключения к одному



термосопротивлению. Такая конструкция датчика обусловлена преимущественным измерением частичных разрядов в трехфазных электрических машинах.

На фотографии иллюстрируется подключение датчика. Слева подходят три четырех жильных кабеля от термосопротивлений. Справа, на фотографии, к плате датчика подключены три аналогичных кабеля, которые идут к

прибору измерения температуры, штатно имеющемуся для данного двигателя. Если термосопротивление подключено по трех проводной схеме, то нужно не задействовать нижние зажимы клеммников. Необходимо только помнить, что нельзя изменять последовательность жил кабеля на входе и выходе датчика, чтобы не нарушить работу прибора измерения температуры.

Справа, к двойным клеммам выходов датчиков, расположенным выше «счетверенных» клеммников для подключения прибора измерения температуры, подключаются коаксиальные кабели для передачи сигналов от частичных разрядов в прибор R500. Конструкция датчика такова, что экран коаксиального кабеля и его центральную жилу можно подключать к выходным зажимам датчика в любой последовательности. Тем не менее, для реализации системного подхода, жилу коаксиального кабеля желательно подключать к верхней клемме, а его экран - к нижней клемме.

Для проведения калибровки датчиков типа DRTD-3 необходимо использовать отключенный режим работы электрической машины, хотя само подключение датчика можно производить в процессе работы оборудования. Самый простой способ калибровки описан в п. 1.9.2. Инжектирование импульсов в обмотку статора электрической машины происходит через созданную при помощи фольги емкостную связь и калибровка входных цепей прибора.

1.8.2 Датчик DB-1 для подключения к ПИН маслонаполненных вводов трансформаторов и к измерительным трансформаторам тока.

Датчик DB-1, по своему применению, является универсальным. Он позволяет проводить одновременное измерение токов проводимости



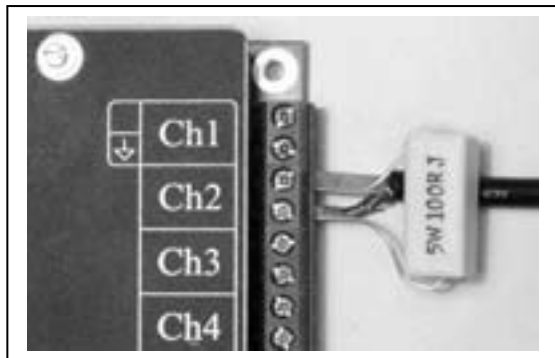
маслонаполненных вводов, что позволяет рассчитывать тангенс угла потерь, и сигналов от частичных разрядов в самом вводе. Вторым отличием данного датчика является наличие встроенной защиты от перенапряжений

на 30 киловольт и внутреннего нагрузочного конденсатора, который не позволяет напряжению на ПИН, при разомкнутой внешней цепи датчика, повышаться выше 200 вольт. Величина этого напряжения зависит от типа контролируемого ввода, и, чаще всего, составляет несколько десятков вольт. Напряжение такого уровня не опасно для ввода, хотя может представить некоторую опасность для персонала, работающего с датчиком. Именно по этой причине мы рекомендуем не допускать работы датчика с разомкнутой вторичной цепью.

Датчик марки DB-1 предназначен для стационарного монтажа. В обычном режиме его работы выходная цепь замыкается на входное сопротивление прибора типа R1500 или R1600, равное от 25 до 100 Ом. На этих приборах имеется выходной коаксиальный разъем, при

помощи которого сигнал от частичных разрядов может быть подан на прибор R500. Если датчик не используется, то его выходная цепь должна быть, в целях безопасности, замкнута на землю.

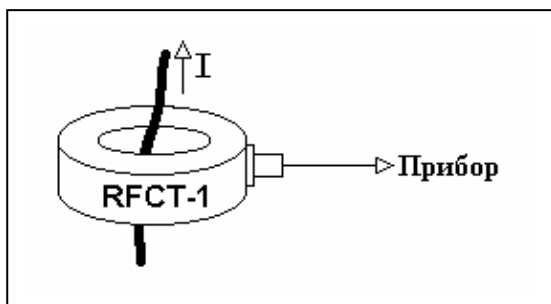
В случае применения стандартного датчика типа DB-1 для прибора R500 возникают некоторые принципиальные сложности. Они



закключаются в том, что все входные цепи каналов регистрации частичных разрядов в приборе R500, по постоянному току и току промышленной частоты, разомкнуты, т. к. в цепи последовательно включен

разделительный конденсатор небольшой емкости. Если датчик марки DB-1 просто подключить к любому измерительному каналу прибора, то его вторичная цепь будет разомкнута по цепи тока промышленной частоты. Недостатком будет то, что защита датчика от перенапряжений, и самого контролируемого ввода, будет несколько ослаблена. С целью устранения этого недостатка необходимо входную цепь прибора, к которой подключен датчик DB-1, замкнуть при помощи резистора с сопротивлением, примерно, в 100 Ом. Допустимая мощность рассеивания резистора не должна быть менее 2 ватт. Этот резистор подключается параллельно датчику и входной цепи. Пример такого подключения к измерительному каналу номер два показан на фотографии.

1.8.3 Датчик RFCT-1.



Датчик RFCT-1 (Radio Frequency Current Transformer) предназначен для регистрации ЧР в отдельно расположенных проводах и жилах, на которых отсутствует

высокое напряжение. Наиболее часто этот датчик используется для контроля частичных разрядов в заземляющих жилах, измерительных и сигнальных цепях, которые имеют индуктивную или емкостную связь с высоковольтными цепями, в которых необходимо регистрировать ЧР. Напряжение в таких цепях не должно превышать 220 вольт. При этом защиту прибора R500 от воздействия высокого напряжения выполняет изоляция тех устройств, к выходу которых подключается датчик.

Конструктивно датчик представляет собой измерительный

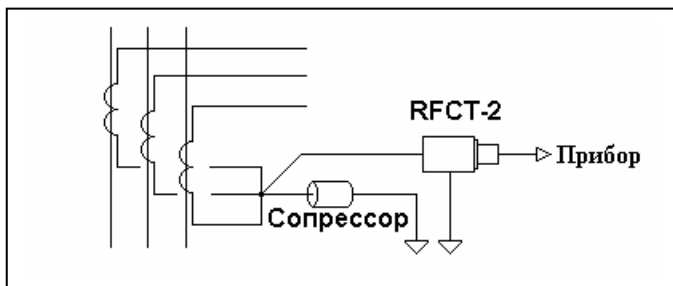


трансформатор тока, работающий с частотами более 1 МГц. Для этого датчик

имеет специфическую конструкцию, ориентированную на получение максимально высокой чувствительности в интересующем исследователей ЧР частотном диапазоне. Колебания тока промышленной частоты этим датчиком не регистрируются.

Для подключения датчика необходимо разомкнуть интересующую цепь, пропустить провод через отверстие датчика и восстановить цепь. Подключение и отключение коаксиального кабеля к датчику (от прибора R500) можно производить во всех режимах работы контролируемого оборудования, что отличает его от обычных измерительных трансформаторов тока промышленной частоты.

1.8.4 Датчик RFCT-2 для регистрации ЧР во вторичных цепях трансформаторов тока.



Датчик **RFCT-2** предназначен для регистрации частичных разрядов в высоковольтн

ых ячейках КРУ и выключателях. При помощи этого датчика контролируется не только сам высоковольтный выключатель, но и подходящие высоковольтные шины, и частично, отходящий кабель. В качестве приемной антенны для регистрации частичных разрядов (высокочастотного трансформатора) используются стандартные трансформаторы тока (ТТ), расположенные в контролируемой ячейке.

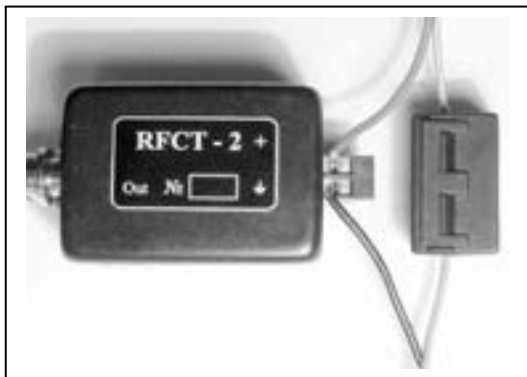


Схема подключения датчика RFCT-2 приведена на рисунке. Из него видно, что никаких изменений в схеме вторичных цепей ТТ делать не нужно. Датчик подключается к общей точке всех трансформаторов тока, которая подключена к “земле”. Для того чтобы исключить отток импульсов

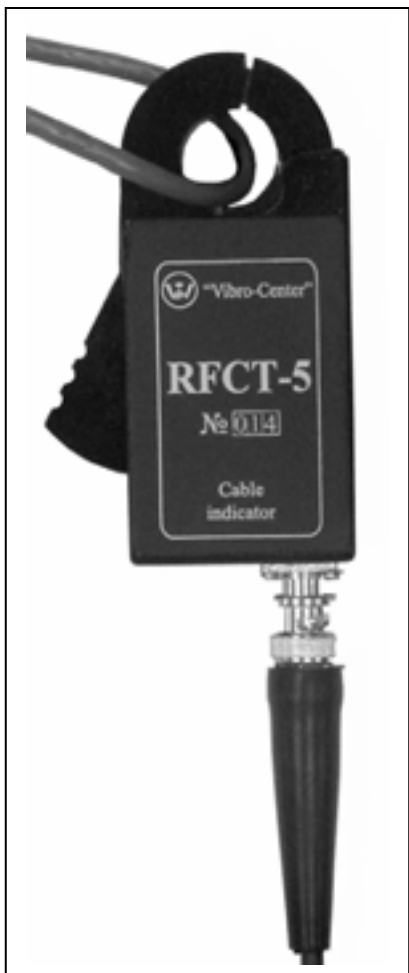
частичных разрядов от трансформаторов тока на землю, мимо датчика, по заземляющему проводу, на него надевается сопрессор – ферритовое разъемное кольцо в пластиковом корпусе, используемое в высокочастотных фильтрах устройств электропитания. Принципиально, схема подключения датчика RFCT-2 смоделирована на фотографии слева.

1.8.5 Датчик RFCT-3 для регистрации ЧР в нейтральных шинах трансформаторов.

Данный датчик аналогичен RFCT-1, но имеет больший внутренний диаметр и представляет собой «разъемные» полукольца для подключения датчика без разборки системы шин трансформатора.

1.8.6 Датчик RFCT-5 для проведения оперативной регистрации ЧР в различном оборудовании.

Этот датчик, по своей конструкции, представляет собой «разъемные» высокочастотные измерительные клещи для оперативного измерения частичных разрядов в токопроводящих проводах и жилах. На датчике имеется обозначение, что, он предназначен для измерения частичных разрядов в кабельных линиях. Действительно, первоначально датчик разрабатывался для этих целей,



однако сфера его практического применения оказалась существенно шире.

Отличие данного высокочастотного датчика от «обычных» токоизмерительных клещей заключается в конструкции сердечника и параметрах измерительной обмотки. Отличие также имеется и в способе подключения измерительной обмотки к прибору.

При помощи датчика RFCT-5 производится измерения интенсивности частичных разрядов в любых цепях с рабочим напряжением до 1000 вольт. Важным является то, что эти цепи должны быть индуктивно или через емкость связаны с высоковольтными цепями, в которых планируется проведение измерений уровня частичных разрядов. Оптимальным является использование конструктивных емкостей и индуктивностей, например, емкостей между токопроводящими жилами и

экраном высоковольтного кабеля.

Калибровка чувствительности датчика RFCT-5 производится не отдельно, как это делается для обычных токоизмерительных клещей, а только в составе всей измерительной цепи – объект, емкостная связь, датчик и входные цепи прибора. Калибровочный генератор подключается, например, к жиле (жилам) контролируемого кабеля, а «полезный» сигнал частичных разрядов снимается с заземляющего провода экрана кабеля. Для оперативных измерений допускается использование усредненной чувствительности системы применительно к примерно одинаковым объектам контроля состояния изоляции.

1.8.7 Конденсатор связи СС-10 для регистрации ЧР на шинах КРУ и линейных проводах электрических машин.

Представляет собой опорный изолятор, в который вмонтирован датчик частичных разрядов с емкостным делителем. Рабочее напряжение датчика равняется 10 кВ. Измерительная цепь изолирована от земляного потенциала на напряжение 400 вольт. Особенности для подключения не имеет.

1.8.8 Разделительный трансформатор RT-1 для гальванической изоляции входных цепей прибора.



Б

ольш
инств
о
датчи
ков
части

чных разрядов являются гальванически изолированными от объекта контроля. Подключать такие датчики к прибору можно непосредственно, не задумываясь о возможности протекания уравнительных токов в измерительных и заземляющих цепях.

Особенностью платы коммутации прибора R500 является то, что все входные цепи для регистрации частичных разрядов имеют изолирующую трансформаторную развязку на напряжение до сотни вольт. Это позволяет избежать наводки сигналов с канала на канал по «земляным» цепям. Тем не менее, в практике встречаются случаи, когда необходимо решать вопрос о дополнительной гальванической изоляции входных цепей от датчиков ЧР.

Примером такого случая является вариант, когда пользователь принимает решение об использовании в качестве источника опорного напряжения входного сигнала с первого измерительного канала. В этом случае этот сигнал, при помощи имеющихся на третьей плате коммутационных перемычек, соединяется с корпусом прибора и возможно протекание уравнительных и помеховых токов. Для исключения этого режима, особенно если первичный датчик первого канала не является гальванически изолированным, следует использовать разделительный трансформатор марки RT-1. Внутри

изолированного корпуса располагается разделительный, залитый эпоксидной смолой, трансформатор с коэффициентом трансформации, равным единице.

1.9 Калибровка входных цепей прибора после проведения монтажа датчиков.

1.9.1 Импульсный генератор GKI-2 для проведения калибровочных работ измерительных цепей.

Малогабаритный калибровочный генератор GKI-2 предназначен для



калибровки цепей регистрации частичных разрядов при работе с приборами серии RXXX. Прибор инжектирует в контролируемый объект, и в измерительные цепи, заряд 3000пК. Это позволяет проводить калибровку измерительных цепей, с

учетом затухания в объекте, перед проведением измерений.

На лицевой панели генератора находится экран и пленочная клавиатура. Вверху слева нанесена надпись с наименованием прибора. Справа вверху эмблема фирмы «Вибро-Центр».



Внешний вид клавиатуры прибора показан слева. Для управления всеми функциями прибора используются четыре функциональные клавиши.

Назначение клавиш:

«**On**» - кнопка включения – отключения прибора.

«☀» - кнопка включения подсветки экрана.

«**Set**» - кнопка предназначена для остановки генератора и перевода его в режим настроек параметров и режимов работы.

«**Mod**» - кнопка предназначена для модификации параметров работы генератора.

Разъем прибора предназначен для подключения измерительной цепи, имеющей стандартное сопротивление 50 Ом. При отсутствии

такого нагрузочного сопротивления показания прибора недействительны.

В приборе предусмотрены 2 режима работы:

- автономная генерация импульсов;
- установка параметров прибора.

При нажатии на клавишу прибора «On» происходит включение прибора. После подачи напряжения питания, тестирования и загрузки программного обеспечения, прибор сразу же переходит в режим автономной генерации импульсов с теми настройками, с которыми закончилось предыдущее выключение.

Прибор генерирует импульсы заряда 3000пК (на 50 Ом) с частотой 25 кГц.

Переход в режим настроек прибора, осуществляется при нажатии клавиши «Set». В этом режиме проводится настройка служебных параметров. Каждое нажатие клавиши «Set» приводит к смене текущего параметра установок. Нажатие «Mod» изменяет текущий параметр. При последнем нажатии на «Set» прибор переходит в режим регистрации. Всего для настройки доступно 3 параметра.

Пользователь может установить:

- Время работы прибора до автоматического отключения после последнего нажатия клавиш. Оно может равняться 1, 10, 20 и 60 минут или этот режим отключается. На экране показывается надпись «ВЫКЛ. ПРИБОР – 10 мин».
- Время отключения подсветки экрана. Оно может равняться 1, 5 и 10 минут. На экране показывается надпись «ВЫКЛ. ПОДСВ. – 1 мин».
- Контрастность экрана. Изменяется от 0% до 100% с шагом 10%. На экране показывается надпись «КОНТРАСТ – 20 %».



Экран прибора в основном режиме работы, во время генерации импульсов, выглядит так, как это показано на рисунке слева.

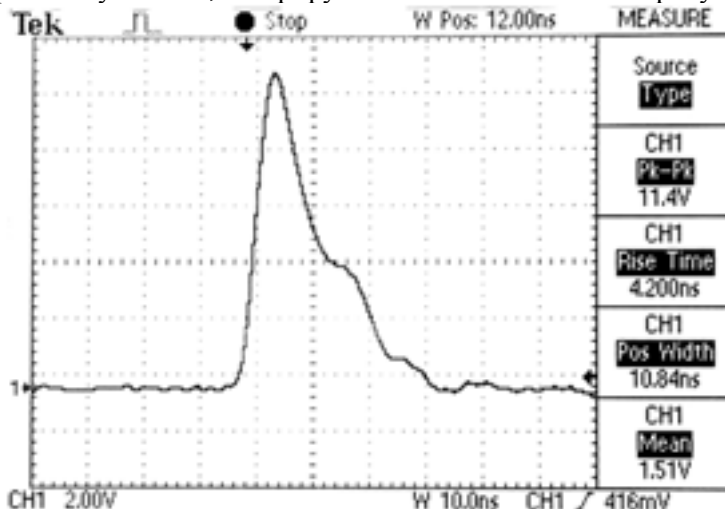
Справа вверху условно показывается уровень зарядки аккумулятора – по 20 % зарядки на одну линию условной батарейки. В основном поле экрана показывается инжестируемый прибором во внешнюю цепь заряд (3000пК).

Ниже значения измеренного заряда в виде условной линейки и цифрой показывается время, оставшееся до момента автоматического отключения прибора. Это время на бегунке показывается в условных единицах от заданного максимального значения. Если автоматическое

отключение отключено, то движения бегунка в нижнем поле не происходит.

Отключение прибора производится с клавиатуры или через заданный интервал времени.

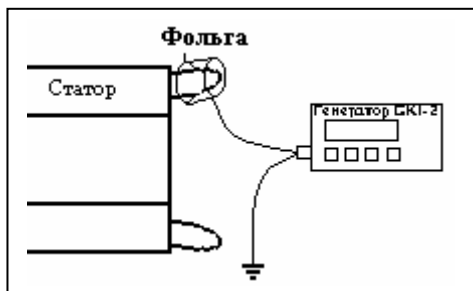
Форма импульса ЧР, генерируемого GKI-2 показана на рисунке.



1.9.2 Примеры схем калибровки входных цепей прибора R500.

Перед проведением измерения ЧР в объекте всегда необходимо проводить калибровку измерительного канала. Подавать калибровочные импульсы следует подавать только в объект для учета затухания сигнала в нем.

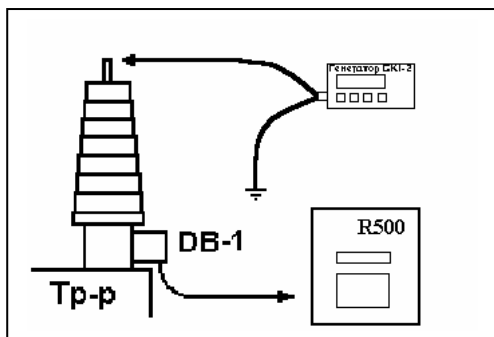
Схема калибровки через лобовые части электрической машины.



На лобовые части обмотки, расположенные максимально близко к месту расположения датчика температуры, наматывается проводящая алюминиевая фольга на участке длиной не менее 30 сантиметров.

Центральный вывод кабеля от калибровочного генератора подключается к фольге, а экран кабеля от генератора заземляется, если нужно с использованием дополнительного удлиняющего провода. Далее производится инжектирование импульсов в обмотку статора электрической машины через созданную при помощи фольги емкостную связь и калибровка входных цепей прибора. Этот способ является наиболее простым и оперативным.

Схема калибровки через ввод трансформатора.



При калибровке датчиков DB-1 центральный вывод кабеля от калибровочного генератора подключается к вводу, а экран кабеля от генератора заземляется. Далее производится инжектирование импульсов и калибровка входных цепей прибора.

Расчет чувствительности канала.

После регистрации замера с инжектированным зарядом с генератора необходимо определить уровень сигнала (мВ) который зарегистрировал прибор на калибруемом канале. Это возможно на приборе при помощи функции просмотра архива (см. п.2.3) или после перекачки данных замера в компьютер при помощи программы «СКИ». При использовании прибора для расчета чувствительности канала загрузите замер из архива и посмотрите уровень сигнала (Q02) по калибруемому каналу. Внимание, данные по амплитуде сигнала (Q02) в архиве отображаются в процентах (%) от недопустимого состояния. Получить реальное значение уровня сигнала можно по простой формуле:

Уровень сигнала (мВ) = Амплитуде сигнала (Q02) в % / Норма на амплитуду сигнала / 100.

При использовании программного обеспечения «СКИ» уровень сигнала можно определить при графическом просмотре данных в шкале мВ.

Далее получить чувствительность можно по формуле:

Чувствительность (нКл/В) = $Z_{нК} / (\text{Уровень сигнала (мВ)} / 1000)$.

Внимание, чувствительность в прибор вносится в размерности наноКулон/Вольт, поэтому в формуле стоит $Z_{нК}$, инжектируемые генератором и уровень сигнала приводится к Вольтам.

1.9.3 Способы организации фазовой привязки сигналов, необходимой для проведения диагностических работ.

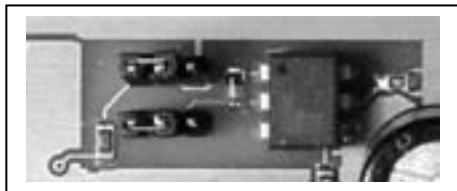
Для проведения корректной диагностики причины появления и места возникновения частичных разрядов в контролируемом оборудовании необходимо синхронизировать момент возникновения ЧР с фазой напряжения питающей сети. Для этого в приборе R500 предусмотрено использование нескольких типов референсных (опорных) сигналов.



Благодаря использованию этих сигналов все матрицы распределения частичных разрядов начинают регистрироваться с момента максимума напряжения положительной полуволны синхросигнала напряжения (см. рис. слева).

Такая фазовая синхронизация выполняется для каждой фазы контролируемого оборудования, в которой располагается конкретный датчик.

Возможны три способа ввода в прибор опорного напряжения, три разновидности фазовой привязки момента регистрации к питающему напряжению.



В первом, наиболее простом, случае используется фаза «местного» питающего напряжения, к которому подключается прибор. Происходит привязка

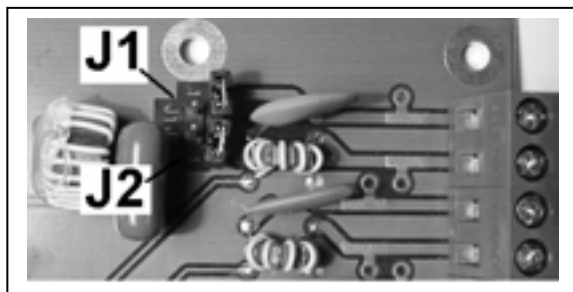
регистрации к напряжению, при помощи которого обеспечиваются

энергией все низковольтные потребители. При этом перемычки на процессорной плате прибора, расположенные рядом с блоком питания (чуть выше и правее трансформатора), находятся в положении, указанном на приведенной фотографии. Для использования внешнего напряжения для фазовой привязки перемычки следует переставить в правое положение.

Пользователь должен при помощи осциллографа, или другого прибора, определить реальный сдвиг питающего напряжения и контролируемого напряжения фазы «А» и завести его в прибор (см. опции настройки прибора). Фазы «В» и «С» будут определены прибором со сдвигом 120 градусов автоматически. Следует помнить, что в таком режиме использования опорного напряжения не допускается произвольное подключение прибора к сети, т. к. можно получить ошибку в 180 градусов. Это относится к случаю, когда подключение осуществлено при помощи стандартной розетки и возможно изменение положения вилки в питающей розетке. Вторым недостатком данного метода является некоторая фазовая нестабильность низковольтных сетей, обусловленная многими параметрами.

Опорное напряжение для фазовой привязки момента начала регистрации частичных разрядов может быть подано в прибор и с платы внешних коммутаций. Этот режим имеет две существенные разновидности. Опорный сигнал может быть взят с датчика канала номер 1, или при помощи использования специализированного датчика, который подключается на специальный аналоговый вход.

В первом случае необходимо, чтобы к каналу 1 должен быть подключен датчик, в выходном сигнале которого наряду с импульсами частичных разрядов присутствует переменная составляющая, связанная с напряжением контролируемой фазы. Только в этом случае



опорный сигнал может быть взят с этого датчика. Наиболее удобен для этого датчик типа DB-1, имеющий на выходе сигнал такого типа. Для подачи переменного сигнала промышленной

частоты с канала 1 на канал опорного сигнала на платах 1 и 3 необходимо переключить коммутирующие переключики на двух платах.

На процессорной плате (см. фото выше) переключики, переключающие вход опорного сигнала от питающей «внутренней» сети к внешней, переставляются в правое положение. На плате внешних коммутаций (плата 3, фото приведено слева) переставляются переключики J1 и J2 из положения на фотографии (вертикального) в горизонтальное положение. В этом случае сигнал с канала 1 будет поступать на канал фазовой привязки. При этом следует помнить, что экран коаксиального кабеля, подключенного к каналу 1, а, следовательно, и некоторая часть датчика, будет связана с корпусом прибора. Это нужно учитывать при принятии мер по защите прибора и обслуживающего персонала от поражения электрическим током. В таком режиме прибор должен быть обязательно заземлен при помощи подключения к «земле» средней клеммы разъема для подключения питающего напряжения.

Третий способ подачи опорного напряжения в прибор R500 реализуется при помощи специальных внешних датчиков, например,



при помощи датчика опорной фазы типа AR-1 производства нашей фирмы, показанного на фотографии слева.

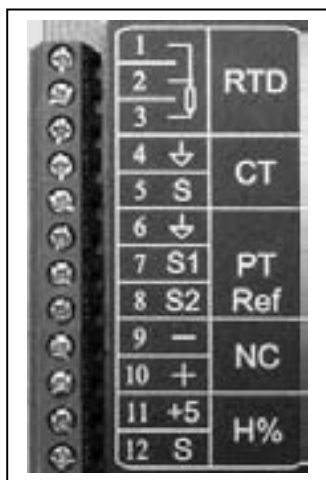
Датчик AR-1 позволяет подключать к своему входу

переменные сигналы с очень широким диапазоном напряжений – от десяти милливольт до 400 вольт. При таком изменении входных напряжений на выходе датчика всегда формируется прямоугольный сигнал, по фазе совпадающий с входным синусоидальным (переменным) сигналом. Внутри датчика имеется гальваническая развязка на 1500 вольт, облегчающая сборку измерительной схемы. Следует так же понимать и помнить, что при смене полярности входного сигнала выходной сигнал смещается на 180 градусов. Для питания датчика используются внутренние батареи или аккумуляторы размером «АА».

Подключение датчика опорной фазы типа AR-1 производится к клеммам 6 и 8 платы внешних коммутаций прибора (третья плата), что более подробно рассмотрено в данном руководстве ниже. Экран коаксиального кабеля подключается к клемме 6, а центральная жила к клемме 8.

1.10 Использование дополнительных входов прибора для регистрации технологических параметров.

Для более подробного анализа причин возникновения частичных разрядов в контролируемом оборудовании к прибору R500 можно подключать различные датчики технологических и информационных сигналов. Для этого на третьей коммутационной плате прибора имеются специальные дополнительные входы.



Внешний вид клемм для подключения внешних датчиков технологических параметров показан на фотографии слева. Номерами обозначены клеммы для подключения следующих датчиков:

- 1, 2 и 3 – подключение термосопротивления (10, 100 или 1000 Ом), предназначенного для измерения температуры контролируемого объекта или окружающей среды;
- 4 и 5 – клеммы для подключения токового трансформатора;
- 6, 7 и 8 – клеммы для подключения опорного сигнала для фазовой привязки импульсов частичных разрядов к фазе

контролируемого напряжения и входа измерения рабочего напряжения на объекте;

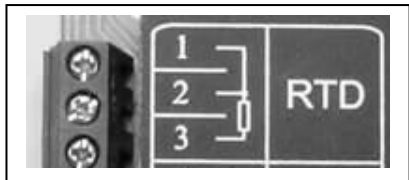
- 9 и 10 – клеммы не используются в данной версии прибора и зарезервированы для дальнейшего использования;
- 11 и 12 – клеммы для подключения датчика влажности.

Информация со всех этих каналов считывается при проведении основного замера частичных разрядов и может индицироваться на экране прибора. При проведении записи информации в память прибора величины технологических параметров приписываются к замеру, могут быть просмотрены и использованы для выявления связи

уровня частичных разрядов с особенностями работы контролируемого объекта.

1.10.1 Измерение температуры.

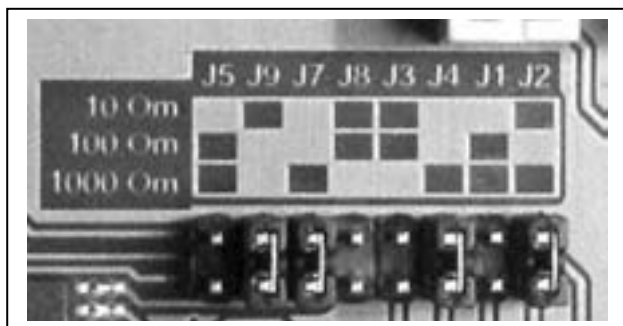
При помощи имеющегося в приборе специализированного измерительного канала можно контролировать температуру контролируемого объекта, его элемента или температуру окружающей среды.



Для проведения измерений температуры используется платиновый или медный термометр

сопротивления, устанавливаемый в точке измерения. Подключение датчика производится по трех проводной схеме, показанной на фотографии слева. Один конец термосопротивления подключается к

клемме 3 платы внешних коммутаций, а другой, двумя параллельными проводами, подключается к клеммам 1 и 2.

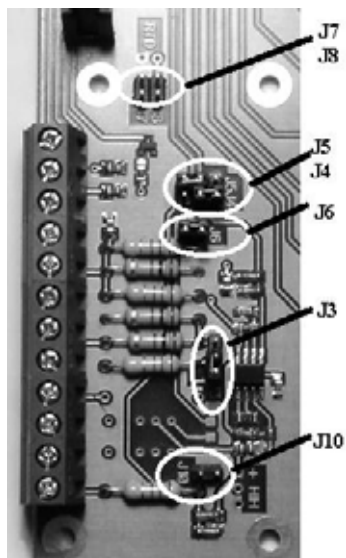


Тип используемого термометра

сопротивления, его номинальное сопротивление, задается на плате аналоговых цепей, которая располагается над первой, процессорной платой прибора. Переключение осуществляется при помощи перестановки 8 переключателей. Участок платы 2 с установленными 4 переключателями показан на фотографии слева. На табличке, выполненной на печатной плате, показано, в каких положениях должны стоять переключатели при различной величине сопротивления температурного датчика. Показанное на фотографии положение переключателей соответствует величине сопротивления датчика температуры в 100 Ом.

1.10.2 Измерение тока и напряжения.

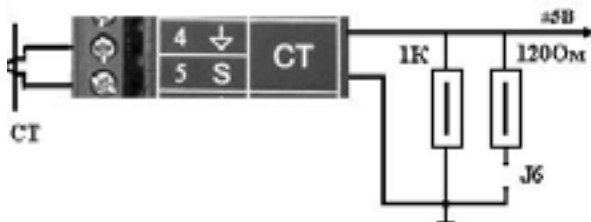
Измерение этих параметров необходимо производить в том случае, если предполагается выявить связь интенсивности частичных разрядов с величиной питающего напряжения и мощности, потребляемой из сети. На плате для этого предусмотрено подключение двух каналов. Переключения между каналами и коэффициентами



усиления входов осуществляется при помощи специальных перемычек на плате входов. Для их установки необходимо снять с платы защитную крышку. Все перемычки (джамперы) на плате подписаны (Jn) и имеют следующее назначение (см. рис. слева):

- **J3** - для переключения коэффициентов входа напряжения 1:1 или 1:2.
- **J4** - для подключения на вход измерительного канала АЦП прибора либо канала измерения тока, либо канала измерения влажности.
- **J5** - для подключения на вход измерительного канала АЦП прибора либо канала измерения напряжения, либо канала измерения влажности.
- **J6** - для подключения сопротивления 120 Ом параллельно 1К на входе канала измерения тока.
- **J7, J8** - для подключения датчика температуры непосредственно на входной плате.
- **J10** - для подключения датчика влажности непосредственно на входной плате.

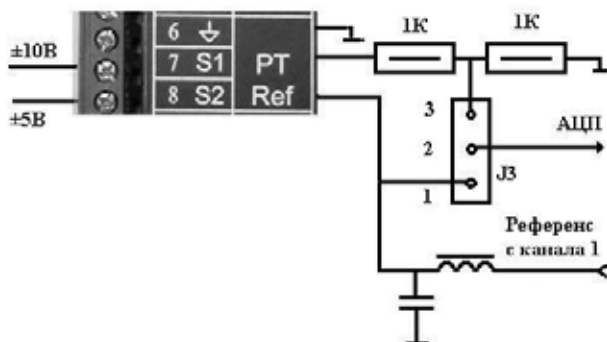
Подключение трансформатора тока.



Подключение трансформатора тока производится к клеммам 4 и 5 как показано на рисунке слева. Канал измерения тока может

быть подключен к АЦП прибора через сопротивление 1К (перемычка J6 снята) или через 107Ом (перемычка J6 установлена и параллельно 1К подключено 120 Ом). Перемычка J4 (вход с канала тока или влажности) должна быть в положении 1-2.

Подключение трансформатора напряжения и опорного сигнала.



Подключение трансформатора напряжения производится к клеммам 6, 7(S1) или 8(S2) как показано на рисунке слева. При подключении к клемме 7(вход S1) сигнал идет через

делитель 1:2, при этом перемычка J3 должна быть переставлена в положение 2-3. При подключении к клемме 8(вход S2) сигнал идет без делителя, при этом перемычка J3 должна быть переставлена в положение 1-2. Перемычка J5 (вход с канала напряжения или влажности) должна быть в положении 1-2. Этот же сигнал может использоваться в приборе как опорный сигнал (референс). Для этого перемычка J1 должна быть снята (опорный сигнал с первого канала) и на процессорной плате должны быть переставлены перемычки (см.п.1.9.3.).

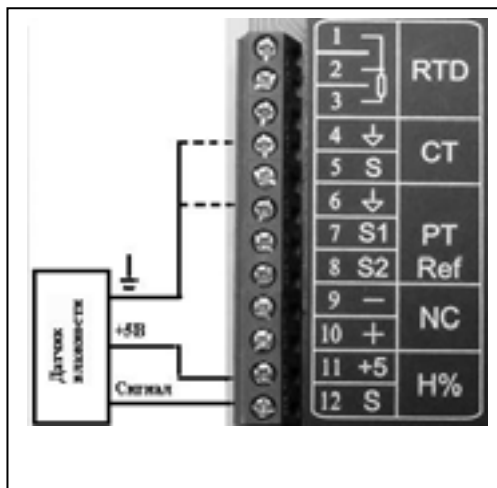
1.10.3 Измерение влажности воздуха.

В зависимости от величины влажности окружающей среды может изменяться уровень частичных разрядов в контролируемом оборудовании. Особенно сильно это проявляется в том случае, когда изолирующие промежутки (опорные изоляторы, разделки кабелей, тоководущие шины и т. д.) открыто располагаются в оборудовании, особенно при наружной установке контролируемого оборудования.

В качестве датчиков влажности обычно используются различные окиси металлов, емкость которых существенно зависит от наполнения влагой измерительного объема датчика. В практике более

удобны датчики, у которых в зависимости от уровня влажности изменяется выходное напряжение. С этой целью внутри датчика монтируется специализированная микросхема, преобразующая изменение емкости чувствительного элемента в изменение выходного напряжения.

Зависимость выходного напряжения от влажности у таких датчиков достаточно линейна, но при нулевой влажности имеет место



некоторое напряжение, достигающее у некоторых типов датчиков одного вольта. Поэтому при подключении того или иного датчика необходимо ввести в прибор калибровочную кривую датчика. Эта процедура более подробно описано в разделе начальных установок прибора.

Например, с прибором можно использовать датчики влажности марки НН-3602-L-CP фирмы Хоневел, или

любые аналогичные, имеющие напряжение питания 5 вольт и выходной сигнал в размерности напряжения.

Пример подключения датчика влажности по трех проводной схеме (+ питания, сигнал с датчика и земляной провод) показан на рисунке слева. Земляной провод может быть подключен к любому из входов (4 или 6).

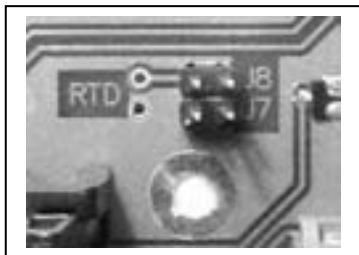
Измерение влажности может осуществляться только вместо канала измерения напряжения или вместо канала измерения тока из-за ограниченности входов АЦП прибора. Если измерение производится вместо канала измерения тока необходимо установить перемычку J4 на плате подключения в положение 2-3. Если измерение производится вместо канала измерения напряжения необходимо установить перемычку J5 на плате подключения в положение 2-3.

Сам датчик может располагаться внутри монтажного корпуса прибора, или непосредственно контактировать с окружающей средой. Оптимальное место расположения датчика влажности выбирается пользователем в зависимости от типа контролируемого оборудования

и поставленной задачи контроля, мониторинга и диагностики состояния изоляции.

1.10.4 Особенности монтажа датчиков измерения температуры и влажности внутри корпуса прибора.

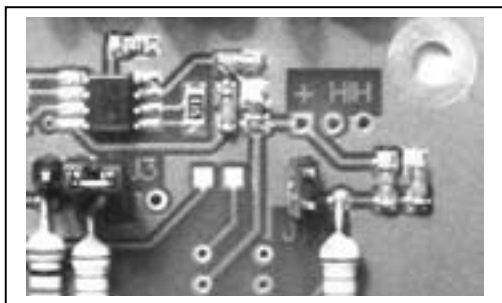
В некоторых случаях, когда прибор монтируется вне помещения



и необходимо контролировать параметры окружающей среды, удобнее располагать датчики температуры и влажности непосредственно на плате внешних коммутаций, уменьшая количество соединительных линий. Для этого на третьей плате предусмотрены соответствующие места для пайки и

переключающие устройства.

На двух фотографиях показаны эти участки печатной платы. При фотографировании печатная плата была расположена горизонтально.



Термометр сопротивления припаивается к точкам «RTD», показанным на фотографии слева. Этот участок расположен между разъемом для шлейфа и клеммами подключения сигналов технологических параметров.

Датчик влажности подключается в нижней части печатной платы. Этот участок платы также показан на фотографии. Порядок припаивания проводников от датчика - + питания датчика, выходной сигнал и общая точка – заземление.

Для подключения внутреннего датчика «RTD» необходимо установить перемычки J7 и J8, для внешнего «RTD» они должны быть сняты.

Для подключения внутреннего датчика влажности необходимо установить перемычку J10, для внешнего датчика он должен быть снят.

2 Работа с прибором.

2.1 Общее описание работы прибора.

Прибор включается сразу после подачи питания от сети. Сразу после инициализации всех компонентов прибора осуществляется тестирование энергонезависимой памяти и загрузка из нее параметров прибора. На индикаторе высвечивается **LOADinG**. Далее происходит тестирование прибора и настройка прибора в зависимости от установленных параметров. Прибор переходит в режим мониторинга (если режим мониторинга не остановлен см.2.2.22). Если при загрузке и тестировании прибора выявлены неполадки, на индикаторе отображается информация об ошибке (см.1.6.1).

После успешной загрузки на индикаторе с заданным интервалом (см.2.2.15) последовательно отображаются параметры прибора, данные об уровне ЧР и других параметрах (температура, ток, напряжение), информация о времени проведения следующего измерения (см.2.2.4).

При достижении времени измерения прибор автоматически переходит в режим измерения данных, что сопровождается отключением динамической индикации и появлении на всех индикаторах знаков минус (-----). Перед измерением уровня ЧР происходит тестирование входного (и шумового) канала и одновременно автоматическая калибровка входной цепи. Считывание данных по выбранным каналам (см.2.2.3) происходит последовательно (сопровождается небольшими щелчками при переключении реле с канала на канал). Данные считываются в течение установленного времени (см.2.2.12) для каждого из 21 уровней, каждого канала. По окончании регистрации производится расчет параметров ЧР, и данные записываются в энергонезависимую память прибора в соответствии с установками (см.2.2.7, 2.2.19). Прибор переходит в режим отображения параметров прибора и данных об уровне ЧР.

Если прибор находится в режиме паузы или мониторинг остановлен при достижении времени измерения, данные, не считываются, определяется только время следующего измерения.

Внимание!!! Если прибор находится в режиме просмотра архива или в режиме установок прибора мониторинг останавливается. Прибор переходит в режим мониторинга при выходе из просмотра архива и установок. Если прибор был оставлен в режиме установок или просмотра архива минимум через 3 часа произойдет автоматический переход в режим мониторинга.

2.2 Установка параметров системы.

Все параметры при первом включении прибора устанавливаются по умолчанию. Но для корректной работы системы требуется правильная установка текущих даты/времени, чувствительности датчиков и других параметров.

Установки сохраняются в памяти прибора до тех пор, пока не будет выполнена новая корректировка. Разрядка аккумулятора или его замена не приводит к потере установок прибора.

Установки параметров системы можно разделить на несколько категорий:

- Установки параметров коммуникации с компьютером;
- Установки порогов на параметры ЧР;
- Установки параметров измерений;
- Установки параметров каналов;
- Дополнительные параметры.

Установки параметров системы можно производить с клавиатуры прибора или с компьютера при помощи программного обеспечения **R500™**.

Для корректировки любого из параметров необходимо нажать на клавиатуре клавишу **«Mod»**. На дисплее прибора появляется надпись **«PSd-___»** и предлагается ввести пароль, состоящий из четырех цифр. Пароль вводится при помощи стрелок на клавиатуре, **«Ent»** -подтверждение ввода. Введите 5421 в поле ввода.

Внимание!!! Пароль жестко зашит в прибор и не корректируется.

После появления трех линий на всех индикаторах необходимо 20 секунд ожидать входа в режим корректировки установок прибора.

Внимание!!! Если в течение времени больше, чем 30 секунд прибор находится в режиме ожидания (три линии на всех индикаторах) – вы неверно ввели пароль.

В течение этого режима нажатие на любую клавишу отменяет вход в режим установок.

После правильно введенного пароля на индикаторе появляется первый корректируемый параметр (корректировка даты) и загорается зеленый светодиод «Set». Переключение между параметрами установок производится при помощи «←» «→» на клавиатуре прибора. Вход в режим корректировки параметра происходит при нажатии клавиши "Ent". Выход из режима корректировки установок прибора при нажатии «Esc» на клавиатуре прибора. Сохранение данных сопровождается надписью «SAViNG» на индикаторе.

2.2.1 Установка даты.

Формат даты: **d-XX.XX.XX.** (месяц, день, год).

Внимание!!! В приборе используется формат даты принятый в США (месяц, день, год). Будьте внимательны при установке даты.

Нажмите «Ent» для входа в режим корректировки. Текущий корректируемый символ выделяется мерцанием. Используйте «←» «→» для выбора следующего (предыдущего) символа и «↑» «↓» для установки необходимого значения в поле ввода. По окончании ввода нажмите «Ent».

2.2.2 Установка времени.

Формат времени: **t-XX.XX.XX.** (часы 0-23, минуты, секунды).

Установка текущего времени аналогична установке даты (см.2.2.1).

2.2.3 Установка подключений каналов регистрации и включение или выключение шумового канала времени.

Выберите (при помощи «←» «→») параметр CHAnnELS на индикаторе и нажмите «Ent» для входа в режим корректировки. CH01-On(OFF) отображается на индикаторе. Используйте «←» «→» для переключения режимов On (канал включен) и Off (канал выключен). «↑» «↓» используйте для выбора канала. По окончании ввода нажмите «Ent».

Далее необходимо указать используется или нет шумовой канал. На индикаторе отображается nCH-On(OFF). Используйте «←» «→»

для переключения режимов On (канал включен) и Off (канал выключен). По окончании ввода нажмите «Ent».

2.2.4 Установка параметров вывода информации на индикатор при работе программы.

Выберите (при помощи « $\leftarrow$ » « $\rightarrow$ ») параметр **SetShou** на индикаторе и нажмите «Ent» для входа в режим корректировки. На индикаторе отображается **dAtE-On(OFF)**. Используйте « $\uparrow$ » « $\downarrow$ » для выбора параметра отображения и « $\leftarrow$ » « $\rightarrow$ » для переключения режимов On (параметр отображается) и Off (параметр не отображается).

Параметры вывода:

- Текущая дата (**dAtE**);
- Текущее время (**tinE**);
- Время проведения следующего измерения (**rEAd**);
- Параметры по каждому каналу (**CHAn**);
- Частота синхронизации, Гц (**FrEQ**);
- Температура, С;
- Напряжение, %от номинала;
- Ток, %от номинала;

2.2.5 Ввод чувствительности датчиков.

Выберите (при помощи « $\leftarrow$ » « $\rightarrow$ ») параметр **Sensor**. На индикаторе отображается **C01-10.00** (чувствительность по 1 каналу = 10 наноКулон/Вольт). « $\uparrow$ » « $\downarrow$ » используйте для выбора канала. Нажмите «Ent» для входа в режим корректировки. Используйте « $\leftarrow$ » « $\rightarrow$ » для выбора следующего (предыдущего) символа и « $\uparrow$ » « $\downarrow$ » для установки необходимого значения в поле ввода. По окончании ввода нажмите «Ent». «Esc» - отмена исправлений по всем каналам.

2.2.6 Установка времени проведения замеров.

Выберите параметр **trEAdinG**. Нажмите «Ent» для входа в режим корректировки. На индикаторе отображается **rEG-dt(t)**. Параметр **dt** –регистрация через заданный интервал времени, **t** - регистрация в определенное время суток (50 значений времени). Используйте « $\leftarrow$ » « $\rightarrow$ » для выбора режима регистрации. Нажмите «Ent» для корректировки времени или интервала.

Регистрация через заданный интервал времени.

Выберите **rEG-dt** и нажмите «Ent». Используйте «←» «→» для выбора следующего (предыдущего) символа и «↑» «↓» для установки необходимого значения в поле ввода. По окончании ввода нажмите «Ent». **Максимальный интервал времени –11.59.**

Регистрация в определенное время суток.

Выберите **rEG-dt** и нажмите «Ent». На индикаторе отображается **t01-00.10** (время первой регистрации 0 часов 10 минут). «↑» «↓» используйте для выбора другого номера регистрации. Нажмите «Ent» для входа в режим корректировки. Используйте «←» «→» для выбора следующего (предыдущего) символа и «↑» «↓» для установки необходимого значения в поле ввода. По окончании ввода нажмите «Ent».

Внимание!!! Нельзя вводить время регистрации 00.00. Данное значение времени используется как признак последнего номера регистрации. Если введено 00.00 следующая регистрация будет при значении времени t01-XX.XX.

2.2.7 Установка режима записи замеров.

Выберите параметр **Set SAUE** и нажмите «Ent». На индикаторе отображается **S-briEF(FULL)**. Используйте «←» «→» для выбора режима записи замеров.

Режим **briEF** (экономит долговременную память прибора). В данном режиме сохраняются только рассчитанные параметры (PDI, амплитуда и т.д.) по каждому каналу и не записываются исходные данные, по которым производился расчет. В данном режиме можно периодически сохранять полные данные (см. Установка параметров сохранения данных).

Режим **FULL**. В данном режиме полностью сохраняются все данные по ЧР.

2.2.8 Установка ограничений регистрируемых частичных разрядов по каналам.

Выберите параметр **Pls Par** и нажмите «Ent». На индикаторе отображается **CH01** (номер канала). «↑» «↓» используйте для выбора канала. Нажмите «Ent» для входа в режим корректировки. На индикаторе отображается **dI-1dP-3**. dI – максимальная длительность

импульса (1-0.64мкс (рекомендуется), 2-1.28мкс, 3-2.56мкс). dP – минимальная длительность паузы после импульса. Установите значение от 1 до 3 в каждом поле. По окончании ввода нажмите «Ent». «Esc» отмена исправлений.

2.2.9 Установка предельных значений по каналам.

Выберите параметр **THrESH** и нажмите «Ent». На индикаторе отображается **CH01** (номер канала). «↑» «↓» используйте для выбора канала. Нажмите «Ent». На индикаторе отображается **P0-00005**. Используйте «↑» «↓» для выбора порога. Нажмите «Ent» для входа в режим корректировки. Используйте «←» «→» для выбора следующего (предыдущего) символа и «↑» «↓» для установки необходимого значения в поле ввода. По окончании ввода нажмите «Ent». «Esc» отмена исправлений.

Значения порогов:

P0 - порог хорошего состояния PDI;

P1 - порог тревожного состояния PDI;

P2 - порог критического состояния PDI;

P3 - порог хорошего состояния по амплитуде;

P4 - порог тревожного состояния по амплитуде;

P5 - порог критического состояния по амплитуде.

2.2.10 Установка рабочего напряжения на объекте.

Выберите параметр **VOLtAGE** и нажмите «Ent». На индикаторе отображается **VOL-100.0** (рабочее напряжение 100кВ). Нажмите «Ent» для входа в режим корректировки. Используйте «←» «→» для выбора следующего (предыдущего) символа и «↑» «↓» для установки необходимого значения в поле ввода. По окончании ввода нажмите «Ent». «Esc» отмена исправлений.

2.2.11 Установка рабочего тока на объекте.

Выберите параметр **CurrEnt** и нажмите «Ent». На индикаторе отображается **I-00100.0** (рабочий ток 100А). Нажмите «Ent» для входа в режим корректировки. Используйте «←» «→» для выбора следующего (предыдущего) символа и «↑» «↓» для установки необходимого значения в поле ввода. По окончании ввода нажмите «Ent». «Esc» отмена исправлений.

2.2.12 Установка количества считываемых синусоид при регистрации замера.

Выберите параметр **SinCount** и нажмите «Ent». На индикаторе отображается **Cnt-060**. Нажмите «Ent» для входа в режим корректировки. Используйте «←» «→» для выбора следующего (предыдущего) символа и «↑» «↓» для установки необходимого значения в поле ввода. По окончании ввода нажмите «Ent». «Esc» отмена исправлений.

2.2.13 Тестовый режим.

Выберите параметр **tEst** и нажмите «Ent». На индикаторе отображается **tEst-on(OFF,t)**. Используйте «←» «→» для выбора режима. **On** – тестовый режим включен и при тревожном или аварийном уровне ЧР выходные реле срабатывать не будут. **OFF** – тестовый режим выключен (реле будут срабатывать всегда). **t** – тестовый режим выключен (реле будут срабатывать на определенное время). Если выбран режим **t**, необходимо указать время срабатывания реле (**t-0000**, сек).

2.2.14 Установка уровня шумового канала.

Выберите параметр **NCHLEVEL** и нажмите «Ent». На индикаторе отображается **n-1000.0** (порог шумового канала 1000мВ). Нажмите «Ent» для входа в режим корректировки. Используйте «←» «→» для выбора следующего (предыдущего) символа и «↑» «↓» для установки необходимого значения в поле ввода. По окончании ввода нажмите «Ent». «Esc» отмена исправлений.

2.2.15 Установка времени показа параметров на индикаторе при работе программы.

Выберите параметр **SHt** на индикаторе и нажмите «Ent» для входа в режим корректировки. **SHt-05** отображается на индикаторе. Используйте «↑» «↓» для выбора времени показа параметров на индикаторе при работе программы (сек). По окончании ввода нажмите «Ent».

2.2.16 Установка номера устройства для обращения к нему по RS-485.

Выберите параметр **nDEVICE** на индикаторе и нажмите «Ent» для входа в режим корректировки. **ndEV-001** отображается на индикаторе. Используйте «←» «→» для выбора следующего (предыдущего) символа и «↑» «↓» для установки необходимого значения в поле ввода. По окончании ввода нажмите «Ent». «Esc» отмена исправлений. Номер устройства для обращения к нему по RS-485 не должен превышать 231.

2.2.17 Установка уровня по каналу “HiAlarm”.

Выберите параметр **HIGH Alr** на индикаторе и нажмите «Ent» для входа в режим корректировки. **HiA-020.0**(порог по каналу “HiAlarm” 20Вольт) отображается на индикаторе. Используйте «←» «→» для выбора следующего (предыдущего) символа и «↑» «↓» для установки необходимого значения в поле ввода. По окончании ввода нажмите «Ent». «Esc» отмена исправлений.

2.2.18 Установка предела счетчика по каналу “HiAlarm”.

Выберите параметр **HIALEVEL** на индикаторе и нажмите «Ent» для входа в режим корректировки. **HIA-0050** (предела счетчика по каналу “HiAlarm” – 50) отображается на индикаторе. Используйте «←» «→» для выбора следующего (предыдущего) символа и «↑» «↓» для установки необходимого значения в поле ввода. По окончании ввода нажмите «Ent». «Esc» отмена исправлений.

2.2.19 Установка параметров сохранения данных.

Выберите параметр **ArCHdAtA** на индикаторе и нажмите «Ent» для входа в режим корректировки. **on 2dAYS** отображается на индикаторе (сохранять полные данные через день). Используйте «↑» «↓» для установки интервала (в днях), через который будут сохраняться полные данные. Нажмите «Ent». На индикаторе отображается **nrEAD-01** -какое по номеру считывание данных в каждый из выбранных ранее дней сохранять в полном виде. Используйте «↑» «↓» для установки номера. По окончании ввода нажмите «Ent».

2.2.20 Установка скорости обмена с компьютером.

Выберите параметр **bAUdrAtE** на индикаторе и нажмите «Ent» для входа в режим корректировки. **9600** отображается на индикаторе. Используйте «←» «→» для переключения между скоростью обмена 9600бод и 38400бод. По окончании ввода нажмите «Ent». «Esc» отмена исправлений.

2.2.21 Выбор параметра уровня ЧР для определения состояния изоляции и вывода на интерфейс 4-20мА.

Выберите параметр **Out tYPE** на индикаторе и нажмите «Ent» для входа в режим корректировки. **Out-PdI(Q02)** отображается на индикаторе. Используйте «←» «→» для выбора параметра (PDI или Q02) для определения состояния изоляции и вывода интерфейс 4-20мА. По окончании ввода нажмите «Ent». «Esc» отмена исправлений.

Параметры:

- PDI. Расчет уровней ЧР производится по интенсивности частичных разрядов;
- Q02. Расчет уровней ЧР производится по амплитуде частичных разрядов.

2.2.22 Остановка/включение мониторинга.

Выберите параметр **StOP** на индикаторе и нажмите «Ent» для входа в режим корректировки. **STOP-no (YES)** отображается на индикаторе. Используйте «←» «→» для выбора. По окончании ввода нажмите «Ent». «Esc» отмена исправлений.

StOP - YES - остановка режима мониторинга. Прибор может находиться в данном режиме неограниченно долго.

2.2.23 Установка сдвига фазы относительно синхросигнала.

Выберите параметр **PhShiFt** на индикаторе и нажмите «Ent» для входа в режим корректировки. **PhSh-000** отображается на индикаторе. Используйте «←» «→» для выбора следующего (предыдущего) символа и «↑» «↓» для установки необходимого значения в поле

ввода. По окончании ввода нажмите «Ent». «Esc» отмена исправлений. Диапазон 0-360°.

2.2.24 Установка фазы по каналам.

Выберите параметр **ChPHASE** на индикаторе и нажмите «Ent». **CH01** отображается на индикаторе. «↑» «↓» используйте для выбора канала. Нажмите «Ent». На индикаторе отображается **PHASE-A**. Используйте «←» «→» для переключения фаз (A, B, C, AB, AC, BC). По окончании ввода нажмите «Ent».

2.2.25 Активизация канала измерения температуры.

Выберите параметр **InPt** на индикаторе и нажмите «Ent». **InPt-On(OFF)** отображается на индикаторе. Используйте «←» «→» для включения (On) или выключения (OFF) канала измерения температуры. По окончании ввода нажмите «Ent». Если измерение температуры включено, то необходимо ввести минимальное (**tLO-0050**) и максимальное (**tHI- 1000**) значение температуры (°C) в диапазоне которых разрешена регистрация сигналов ЧР.

2.2.26 Активизация канала измерения напряжения.

Выберите параметр **InPU** на индикаторе и нажмите «Ent». **InPU-On(OFF)** отображается на индикаторе. Используйте «←» «→» для включения (On) или выключения (OFF) канала измерения напряжения. По окончании ввода нажмите «Ent». Если измерение напряжения включено, то необходимо ввести минимальное (**ULO-0050**) и максимальное (**UHI- 1000**) значение напряжения (кВ) в диапазоне которых разрешена регистрация сигналов ЧР.

2.2.27 Активизация канала измерения тока.

Выберите параметр **InPI** на индикаторе и нажмите «Ent». Включение/отключение канала измерения тока аналогично включение/отключение канала измерения напряжения (см. 2.2.26).

2.2.28 Установка предела для расчета PDI.

Выберите параметр **CALcPdI** на индикаторе и нажмите «Ent». Используйте «←» «→» для выбора следующего (предыдущего) символа и «↑» «↓» для установки необходимого значения в поле

ввода. По окончании ввода нажмите «Ent». «Esc» отмена исправлений.

2.2.29 Установка количества декад(10 дней) по которым рассчитывается скорость изменения параметров.

Выберите параметр **CALcSPd** на индикаторе и нажмите «Ent». Используйте «←» «→» для выбора следующего (предыдущего) символа и «↑» «↓» для установки необходимого значения в поле ввода. По окончании ввода нажмите «Ent». «Esc» отмена исправлений.

2.2.30 Калибровка канала измерения температуры.

Выберите параметр **CALibr t** на индикаторе и нажмите «Ent». **0-512** (512 – число в точках АЦП) отображается на индикаторе. При этом на вход канала необходимо подать напряжение соответствующее 0 °С. Нажмите «Ent». На индикаторе отображается **100-512**. необходимо подать напряжение соответствующее 0 °С. Нажмите «Ent». На индикаторе отображается **A- 1.00**. Нажмите «Ent». Затем **b- -49.122**. Нажмите «Ent» для сохранения данных калибровки, «Esc» - отмена. **A**- и **b**- - коэффициенты пересчета температуры по формуле:

Температура(°C) = A * V(напряжение на входе АЦП) + b.

Диапазон температур от -49°С до 150°С.

2.2.31 Калибровка канала измерения напряжения.

Выберите параметр **CALibr U** на индикаторе и нажмите «Ent». Далее необходимо указать коэффициент пересчета входного напряжения на АЦП в киловольты. Коэффициент пересчета равен значению напряжения в Киловольтах при входе на АЦП равному 1 Вольту (V_{ацп}). V_{ацп} – действующее значение напряжения (амплитудное значение соответственно V_{ацп}*1.41). Используйте «←» «→» для выбора следующего (предыдущего) символа и «↑» «↓» для установки необходимого значения в поле ввода. По окончании ввода нажмите «Ent». «Esc» отмена исправлений. Диапазон напряжений от 2кВ до 800кВ.

2.2.32 Калибровка канала измерения тока.

Выберите параметр **CALibr I** на индикаторе и нажмите «Ent». Далее необходимо указать коэффициент пересчета входного

напряжения на АЦП в Амперы. Коэффициент пересчета равен значению тока в Амперах при входе на АЦП равному 1 Вольту (Вацп). Вацп – действующее значение тока (амплитудное значение соответственно Вацп*1.41). Используйте «←» «→» для выбора следующего (предыдущего) символа и «↑» «↓» для установки необходимого значения в поле ввода. По окончании ввода нажмите «Ent». «Esc» отмена исправлений. Диапазон тока от 10А до 50000А.

2.3 Просмотр архива.

Режим просмотра архива активизируется при нажатии клавиши «Mem». Загорается лампочка **History** и появляется надпись **ALL- 13** - показывающая общее количество замеров в памяти прибора (для информации). После нажатия на любую клавишу на индикаторе отображается **d-09.20** (текущая дата) и предлагается ввести дату, начиная с которой, вы хотите просмотреть архив. При вводе даты позиция на индикаторе, которая подлежит корректировке, выделяется миганием. Изменение значения производится клавишами «↑» «↓». Изменение позиции на индикаторе, которая подлежит корректировке (месяц или день), производится клавишами «←» «→». Выбор даты происходит при нажатии клавиши "Ent".

Далее на индикатор выводится последний замер на введенную вами дату в виде: **09.2014.02** (месяц, день, часы и минуты замера). Клавишами «↑» «↓» производится листание замеров (перейти к следующему замеру или предыдущему). Выбор замера происходит при нажатии клавиши "Ent". На индикаторе появляется состояние по наихудшему каналу в выбранном замере **01-54-2** (состояние по каналу в % от нормы). 01-номер канала регистрации, 54- % PDI от нормы, 2-состояние по каналу (1-хорошо, 2-удовлетворительно, 3-плохо). Изменение номера канала производится клавишами «↑» «↓». Клавишами «←» «→» производится переход от просмотра PDI к просмотру значения амплитуды (Q02) в виде: **01-Q- 18** (01 - номер канала регистрации, Q- амплитуда, 18- значение амплитуды в % от нормы). Выход из режима просмотра архива происходит при нажатии клавиши "Esc".

2.4 Удаление архива.

Данная функция предназначена для очистки всей долговременной памяти прибора или удаления всех замеров.

Внимание!!! Стертые данные нельзя восстановить.

Нажмите «←» «→» «↑» одновременно. На индикаторе отображается запрос **CLEArALL** (удалить все). Для удаления необходимо нажать «Ent», любая другая клавиша - отмена. Во время процедуры очистки памяти на индикаторе отображается запрос **CLEArING**. По окончании процедуры – **CLEArEd**. Нажмите любую клавишу для перехода в режим мониторинга.

Внимание!!! Нельзя выключать питание прибора во время очистки долговременной памяти. Это может привести к ошибкам в долговременной памяти прибора.

2.5 Связь с компьютером.

2.5.1 Протокол связи.

Для связи с компьютером используется протокол MODBUS, версии RTU. Каждая посылка состоит из:

1. Номер прибора (см.2.2.14) - 1байт.
2. Номер функции. Номер 72 (User function) для бинарного протокола и 73 для ASCII протокола. 1байт.
3. Длина блока данных. 1байта.
4. Передаваемые данные.
5. Контрольная сумма (CRC). Пример расчета CRC:

// unsigned int – 2 байта.

unsigned int AddToCRCCalc(unsigned int CRC,char b)

{char ca,n;

CRC^=b;

for (n=0;n<8;n++) {

ca=0;

if ((CRC%2)>0) ca=1;

CRC/=2;

if (ca) CRC^=0xA001;

}

return CRC;

}

CRCCalc=0xFFFF;

CRCCalc=AddToCRCCalc(CRCCalc,Data);

2.5.2 Инсталляция программного обеспечения.

Коммуникационная программа R500 не требует специальной инсталляции. Файлы R500.exe и R500.ini необходимо скопировать в выбранный директорий.

2.5.3 Программа R500.

Основное окно программы состоит из нескольких частей (см. Рис.2.1.):

1. Communication settings (Установки параметров соединения).

Для установления связи с прибором необходимо выбрать COM порт на компьютере (через который будет осуществляться связь), номер прибора (для обращения к нему по RS-485 см.2.2.16) и скорость обмена (обычно для промышленных систем скорость обмена 9600 бод). Если вы используете для связи модемное соединение, то посмотреть COM порта, к которому подключен ваш модем можно: Панель управления (Control Panel) → Модемы(Modems)→ Свойства (Properties). Для связи через RS-232 необходимо использовать RS232 - RS485 конвертер.

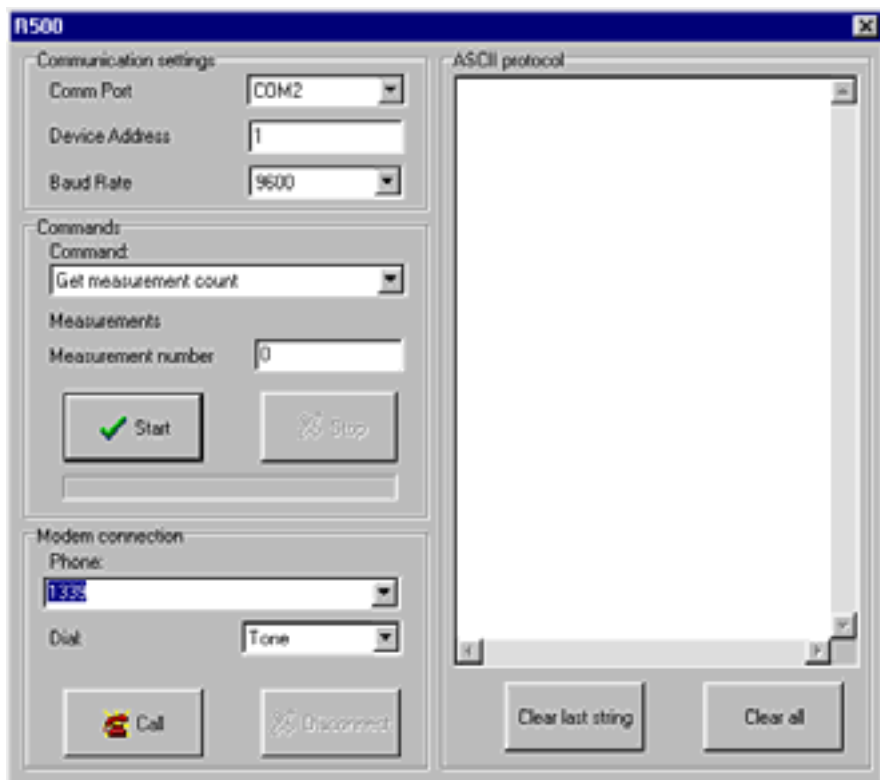
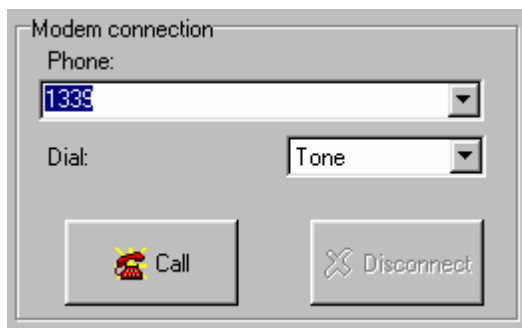


Рис.2.1. Основное окно программы R500.

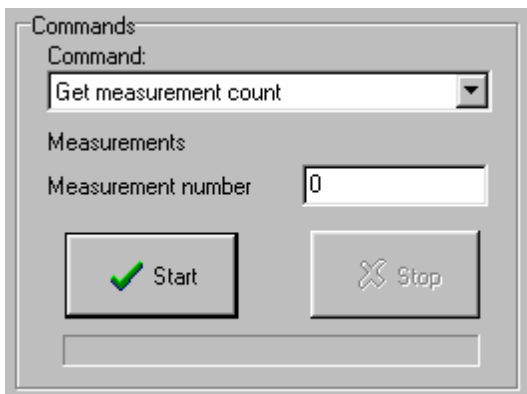
2. Modem connection (Установки параметров модемного соединения).



Если будет использоваться соединение через модем, в поле **Phone** необходимо ввести номер телефона, с которым будет установлена связь или выбрать из списка ранее введенных номеров.

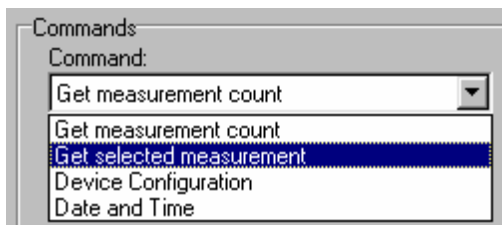
Например, междугородний номер телефона: 8,,095,123-45-78. Запятая и тире в номере телефона обозначает паузу. Паузы необходимы при

выходе на междугород, если используется внутренняя АТС, или при плохой связи. Выберите тип линии (набора номера) **Tone** (тоновый) или **Pulse** (импульсный). Нажмите **Call** (Звонить). Если связь установлена, выводится сообщение **“CONNECT 9600”** в противном случае выводится сообщение о возникшей ошибке при установлении связи. Используйте кнопку **Disconnect** (Отсоединится), чтобы разорвать модемное соединение.



приборе).

Данная команда выводит количество замеров в долговременной памяти прибора Measurements – 10 (Замеров - 10).



замеру).

В поле Measurement number(Номер замера) необходимо ввести номер считываемого замера. Нажмите Start. В процессе передачи данных “бегунок” в окне показывает процент считанных данных.

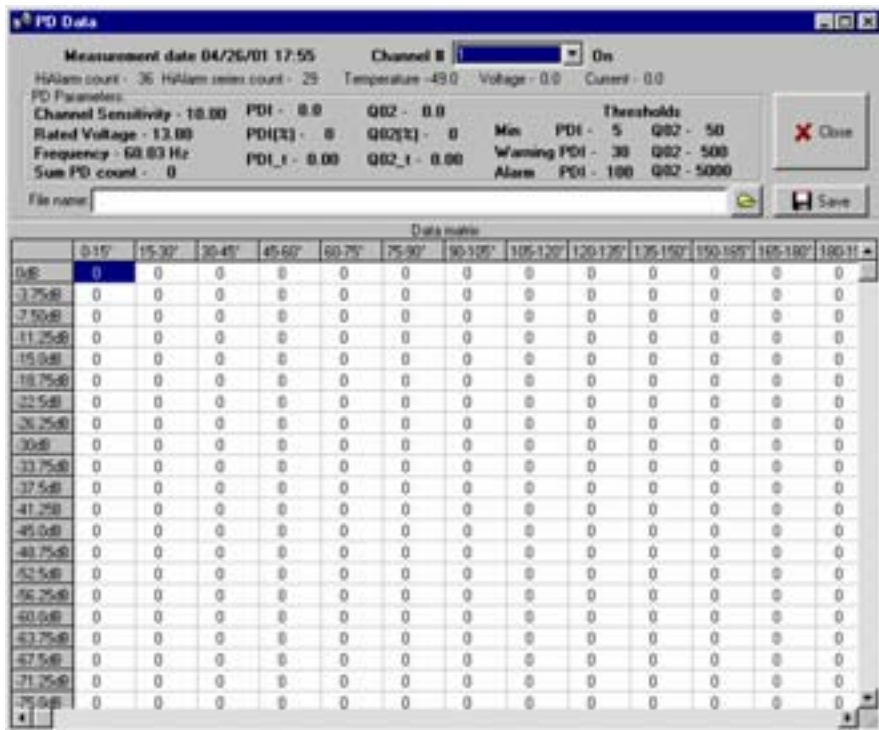
3. Commands.

Команды связи выбираются из выпадающего списка.

Список команд:

- **Get measurements count(Получить количество замеров в**

- **Get selected measurement (Считать данные по выбранному**



По окончании процесса перекачки данных открывается окно **PD Data**, в котором отображаются данные об уровне ЧР и рассчитанные интегральные параметры каждого канала. Номер канала выбирается в выпадающем меню **Channel # (Номер канала)**. Данные могут быть записаны в файл, если указать **File name (Имя файла)** и нажать **Save (Запись)**. **Close (Заккрыть)** – закрыть окно просмотра данных.

- **Device configuration (Установки прибора).**

Все Установки прибора можно производить с компьютера. По окончании процесса перекачки установок открывается окно **Device configuration (Установки прибора)**, в котором отображаются все текущие установки прибора.

Device Configuration

Device parameters

General parameters

Device number: 1 Phase shift: 0 ☐ Stop monitoring

Relay mode: Off Filter of frequency: Off

Relay out time, sec: 0 Type of 4-20 mA output: PDI

Noise channel: Off Save: Full

Noise level, mV: 1000.0 High Alarm: On

Acq. periods: 10 Threshold, Volt: 20.00

Baud rate: 9600 Counter threshold: 50

Calc trend alarm by: 0 weeks

Rated voltage: 13.8

Rated current: 0.0

Trend thresholds:

IPM1: 5.00

IPM2: 10.00

Check parameters

Temperature: On

Min: -100 Max: 1000

Voltage: Off

Min: 0 Max: 1000

Current: Off

Min: 0 Max: 1000

Measurement parameters

Schedule: 3 hour 0 min.

Archive full data on 1 day Meas # 1

Show parameters

☐ Date

☒ Time

☒ Next measurement

☐ Channels

☒ Frequency

☐ Temperature

☐ Voltage

☐ Current

Show delay: 5 s

Channel parameters

Channel #: 1 PD width: 1

PD delay: 3

On/Off: On OH Phase: A

Calc PDI level: -75.0dB Channel sensitivity: 10.0

Thresholds:

P[1]: 5 MG[1]: 50

P[2]: 30 MG[2]: 500

P[3]: 100 MG[3]: 5000

Buttons: Program device, Close, Load, Save

Окно установок состоит из нескольких частей:

-Кнопки “Program device”- запрограммировать установки прибора, “Close”- выход без записи установок, “Load”- загрузить установки из файла, “Save” – сохранить установки в файле.

- General parameters (Общие параметры).

General parameters

Device number: 1 Phase shift: 0 ☐ Stop monitoring

Relay mode: Off Filter of frequency: Off

Relay out time, sec: 0 Type of 4-20 mA output: PDI

Noise channel: Off Save: Full

Noise level, mV: 1000.0 High Alarm: On

Acq. periods: 10 Threshold, Volt: 20.00

Baud rate: 9600 Counter threshold: 50

Calc trend alarm by: 0 weeks

Rated voltage: 13.8

Rated current: 0.0

Trend thresholds:

IPM1: 5.00

IPM2: 10.00

Device number: Номер устройства для связи по RS485 (см. 2.2.16).

Relay mode: Установка режима работы реле (см.2.2.13).

Relay out time: Время срабатывания реле (см.2.2.13).

Noise Channel: Установка статуса шумового канала (см.2.2.3).

Noise Level: Установка уровня шумового канала (см.2.2.14).

Acq. Period: Установка количества считываемых синусоид при регистрации замера (см.2.2.12).

Phase Shift: Установка сдвига фазы относительно синхросигнала (см.2.2.23).

Filter of frequency: Фильтр синхросигнала (отсутствует в данной версии).

Type of 4-20 mA output: Установка параметра для расчета уровней ЧР, для вывода на индикатор и 4-20мА (см.2.2.21).

Save: Установка режима записи замеров (см.2.2.7).

High Alarm: Включение/выключение канала “High Alarm”.

Thresholds: Установка уровня по каналу “HiAlarm” (см.2.2.17).

Counter Thresholds: Установка предела счетчика по каналу “HiAlarm” (см.2.2.18).

Calc trend alarm by: Установка количества декад (10 дней) по которым рассчитывается скорость изменения параметров (см.2.2.29).

Rated Voltage: Установка рабочего напряжения на объекте (см.2.2.10).

Rated Current: Установка рабочего напряжения на объекте (см.2.2.11).

Trend threshold: Установка пределов по скорости изменения параметров.

- Check Parameters.

Check parameters

Temperature

Min Max

Voltage

Min Max

Current

Min Max

Данные параметры активизируют каналы измерения температуры, напряжения и тока и устанавливают предельные их значения (см. 2.2.25-27).

- Measurement Parameters.

Measurement parameters

Schedule dt

dt: 3 hour 0 min.

Archive full data

on ☒ day 1 Meas # 1

Эта группа параметров отвечает за установку времени проведения замеров (см. 2.2.6).

Archive full data: Установка параметров сохранения данных (см. 2.2.19).

]

- Show Parameters

Show parameters

☐ Date

☒ Time

☒ Next measurement

☐ Channels

☒ Frequency

☐ Temperature

☐ Voltage

☐ Current

Show delay 5 s.

Группа параметров, отвечающая за установку параметров вывода информации на индикатор при работе программы (см. 2.2.4) и времени отображения (**Show delay**) этих параметров (см. 2.2.15).

- Channel Parameters

Параметры каждого канала.

Channel parameters

Channel # 1 PD width 1 PD delay 3

On/Off On CH Phase A

Calc PDI level -75.0dB Channel sensitivity 10.0

Thresholds: Set for All

P[1]	5	MG[1]	50
P[2]	30	MG[2]	500
P[3]	100	MG[3]	5000

Channel #: Номер канала.

Set for All: Устанавливает текущие данные для всех каналов.

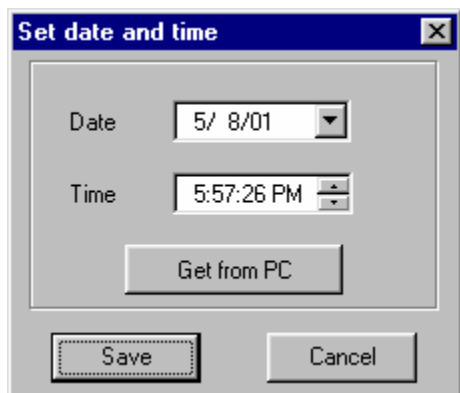
On/Off: Включает/выключает канал (см. 2.2.3).

Calc PDI level: Установка предела для расчета PDI (см. 2.2.28).

PD Width, PD Delay: Установка ограничений регистрируемых частичных разрядов по каналам (см. 2.2.28).

Channel sensitivity: Установка чувствительности канала (см. 2.2.5).

P(1),P(2),P(3),MG(1), MG(2), MG(3): Установка предельных значений PDI и амплитуды (см. 2.2.9).



- **Date and Time**

Команда установки даты и времени на приборе.

Get from PC – считывает дату и время с компьютера.

Save – установить время.

Cancel – выход без установки времени.

2.5.4 Текстовый протокол.

Каждая команда состоит из имени команды, параметров и разделителя. Имя команды должно быть набрано латинскими буквами (регистр не важен). Разделители бывают двух типов:

1. Пробел – разделитель параметров в команде.
2. Точка с запятой (;) – разделитель команд.

Если устройство занято – выдается соответствующее сообщение без прерывания процесса регистрации данных.

Команды:

DATE ГГГГММДД;

Установить дату на приборе. ГГГГ – год, ММ – месяц, ДД – день. Например: DATE 20010101 – 1 января 2001 года.

DATE ?;

Получить текущую дату в приборе.

DATE 20010101;

TIME ЧЧММСС;

Установить время в приборе. В приборе используется 24 формат времени. ЧЧ – часы, ММ – минуты, СС – секунды. Например: TIME 021000 – 2 часа 10 минут 0 секунд.

TIME ?;

Получить текущее время в приборе. Данная команда выдает TIME ЧЧММСС (TIME 021000;).

CHAN КАНАЛ ДЕЙСТВИЕ ФАЗА;

Установки включения/выключения каналов и сдвиг фазы.

Параметры:

КАНАЛ – номер канала.

ДЕЙСТВИЕ – включить/выключить измерение на данном канале (0 – выключить, 1 – включить).

ФАЗА – фаза. (0-A, 1-B, 2-C, 3-AB, 4-AC, 5-BC).

Например: CHAN 12 1 0 – включить регистрацию на канале 12 и привязать этот канал к фазе А;

CHAN КАНАЛ ?;

Запрос конфигурации канала с номером **КАНАЛ**. На запрос CHAN 12 ?; будет выдано сообщение CHAN 12 1 0;.

NCHAN ДЕЙСТВИЕ MV;

Установка параметров шумового канала. Параметры

ДЕЙСТВИЕ – включить/выключить шумовой канал (0 – выключить, 1 – включить).

MV – уровень шумового канала в милливольтках.

NCHAN ?;

Запрос состояния шумового канала.

Группа команд, устанавливающая параметры отображения на индикаторе.

SHOWDATE ДЕЙСТВИЕ;

Отображать текущую дату.

SHOWTIME ДЕЙСТВИЕ;

Отображать текущее время.

SHOWREAD ДЕЙСТВИЕ;

Отображать время проведения следующей регистрации данных.

SHOWCHAN ДЕЙСТВИЕ;

Отображать состояние каналов.

SHOWTEMPER ДЕЙСТВИЕ;

Отображать температуру (⁰C).

SHOWAN1 ДЕЙСТВИЕ;

Отображать напряжение (%).

SHOWAN2 ДЕЙСТВИЕ;

Отображать ток (%).

Параметр:

ДЕЙСТВИЕ – включить/выключить отображение.

SHOWDELAY СЕК;

Установить время отображения параметров на индикаторе (сек).

SHOWDATE ?;

SHOWTIME ?;

SHOWREAD ?;

SHOWCHAN ?;

SHOWTEMPER ?;

SHOWAN1 ?;

SHOWAN2 ?;

SHOWDELAY ?;

Запрос состояния параметров отображения на индикаторе.

SENS КАНАЛ XXXX ПОРОГ;

Установить чувствительность канала и порог (нижний уровень) расчета PDI (милливольт).

Параметры:

КАНАЛ – номер канала (1-15).

XXXX – чувствительность (формат xxx.xxx, по умолчанию 10.0).

ПОРОГ – Нижний уровень в мВ расчета PDI и частоты следования импульсов (формат XXXX, по умолчанию – 5мВ).

SENS КАНАЛ ?;

Запрос состояния чувствительности и порога.

PNSH УГОЛ;

Установить сдвиг фазы между синхросигналом и фазой А в градусах (формат, по умолчанию 0).

PNSH ?;

Запрос сдвига фазы.

TREAD РЕЖИМ ВРЕМЯ1 ВРЕМЯ 50;

Установить режим и время проведения замеров.

Параметры:

РЕЖИМ - режим проведения замеров (0 – через интервал времени, 1 – в определенное время).

ВРЕМЯ – интервал времени (**ВРЕМЯ1**), если выбран режим=0, или до 50 времен формата ЧСЧММ регистрации по времени.

TREAD ?;

Запрос режима и времени проведения замеров.

SAVE РЕЖИМ;

Установить режим записи замеров.

РЕЖИМ - режим записи (0 – запись только параметров, 1 – полная запись с исходными данными по ЧР).

SAVE ?;

Запрос режим записи замеров.

PDPAR КАНАЛ ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ЧР ПАУЗА;

Установить максимальную длительность импульса и паузы после импульса.

Параметры:

КАНАЛ – номер канала (1-15).

ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ЧР - максимальная длительность импульса (1-3).

ПАУЗА - паузы после импульса (1-3).

PDPAR КАНАЛ ?;

Запрос длительности импульса и паузы после импульса.

THRESH КАНАЛ P0 P1 P2 MG0 MG1 MG2;

Установить пороги.

Параметры:

КАНАЛ – номер канала (1-15).

P0 ... MG3 – пороги.

P0, P1, P2 – уровни хорошего, удовлетворительного и недопустимого состояния по PDI.

MG0, MG1, MG2 – уровни хорошего, удовлетворительного и недопустимого состояния по амплитуде.

THRESH CHAN ?;

Запрос порогов.

VOLT V;

Установить напряжение на объекте.

V – напряжение кВ. (Формат xxx.xxx).

VOLT ?;

Запрос установленного напряжения.

CURR I;

Установить ток на объекте.

I – ток А. (Формат xxx.xxx).

CURR ?;

Запрос установленного тока.

NPER N;

Установить количество периодов синхросигнала для регистрации ЧР на каждом уровне (21 уровень).

N – количество периодов синхросигнала.

NPER ?;

Запрос количество периодов синхросигнала.

OUTPUT *ДЕЙСТВИЕ* ММСС;

Установить режим работы выходных реле (тестовый режим).

Параметры:

ДЕЙСТВИЕ – принцип работы выходных реле (0 – выключены, 1 – включены, 2 –включаются на время).

ММСС – время включения реле при режиме работы реле по времени (параметр 2).

OUTPUT ?;

Запрос режима работы выходных реле;

НІАІ *УРОВЕНЬ КОЛИЧЕСТВОИМП ВКЛ;*

Установить параметры высокого аларма (Hi Alarm).

Параметры:

УРОВЕНЬ – входной уровень в Вольтах (формат xxx.xxx).
Уровень входного сигнала (действительное значение на компараторе делится на 15).

КОЛИЧЕСТВОИМП – предел количества импульсов в секунду, больше которого считается HiAlarm.

ВКЛ – Вкл/Выключение HiAlarm. 0 – выключен, 1 – включен.

НІАЛ ?;

Запрос параметра высокого аларма (HiAlarm).

ARCHD ДЕНЬ НОМЕР;

Установить день и номер записи полного (архивного) замера.

Параметры:

ДЕНЬ - день записи полного (архивного) замера.

НОМЕР - номер записи полного (архивного) замера в выбранный день.

ARCHD ?;

Запрос дня и номера записи полного (архивного) замера.

BUSY ?;

Запрос занятости прибора. **BUSY 0;** - прибор свободен. **BUSY 1;** - прибор в режиме измерений.

CLEAR;

Удалить все замеры из долговременной памяти прибора.

или

CLEAR НОМЕРЗАМЕРА1 НОМЕРЗАМЕРА2;

Удалить замеры из долговременной памяти прибора, начиная с номера **НОМЕРЗАМЕРА1** по **НОМЕРЗАМЕРА2** (включительно).

SINGLE;

Немедленный запуск регистрации данных, не изменяя параметров системы.

PAUSE;

Установить прибор в режим паузы на 3 часа.

PAUSE ?;

Выдает время ЧЧММ до отключения режима паузы.

RESUME;

Команда RESUME отменяет действие команд **PAUSE** и **STOP** и переводит прибор в режим мониторинга.

STOP;

Данная команда останавливает мониторинг на неопределенное время. Возобновить мониторинг командой **RESUME**.

DEFAULT;

Установить все параметры по умолчанию.

ERR ?;

Запрос есть ли ошибки при работе прибора. Возвращает число, по битам указывающее на наличие ошибок.

Бит 1. Неисправность измерительного канала.

Бит 2. Неисправность шумового канала.

Бит 3. Ошибка при записи данных в долговременную память (FLASH).

Бит 4. Ошибка при считывании данных из долговременной памяти (FLASH).

Бит 5. Режим мониторинга на приборе остановлен. Регистрация данных производиться не будет.

Бит 6. Прибор находится в режиме паузы.

0 – ошибок нет.

MEM ?;

Считать количество замеров в памяти прибора. Возвращает **MEM N**;

N – количество замеров в памяти прибора.

MHEAD ЗАМЕР ?;

Считать заголовок (параметра) замера с номером **ЗАМЕР**.

MCHAN ЗАМЕР КАНАЛ ?;

Считать данные по каналу **КАНАЛ** (0-15) из замера с номером **ЗАМЕР**.

MREAD ЗАМЕР КАНАЛ ?;

Считать исходные данные (таблицу ЧР) по каналу **КАНАЛ** (0-15) из замера с номером **ЗАМЕР**. Данные передаются в бинарном виде (2 байта на одно значение). Если замер сохранен без исходных данных - возвращает 0.

ALMTEST;

Включает все реле и светодиоды.

ALMRESET;

Сбрасывает все реле и светодиоды в исходное состояние.

R1 ?;

Запрос состояния реле 1.

R1 0; - нормальное состояние.

R1 1; - реле замкнуто.

R2 ?;

Запрос состояния реле 1.

R2 0; - нормальное состояние.

R2 1; - реле замкнуто.

R3 ?;

Запрос состояния реле 1.

R3 0; - нормальное состояние.

R3 1; - реле замкнуто.

SPEED ПЕРИОД IPM1 IPM2;

Установить параметры расчета и пороги скорости изменения PDI и амплитуды.

Параметра:

ПЕРИОД – количество декад (10 дней) которые берутся для расчета скорости изменения параметров.

IPM1 – порог удовлетворительного состояния скорости изменения параметров (разы в год).

IPM2 – порог недопустимого состояния скорости изменения параметров (разы в год).

SPEED ?;

Запрос параметров расчета и порогов скорости изменения PDI и амплитуды.

ANSTOPV *ВКЛ VMIN VMAX*;

Включение/Выключение измерения напряжения.

ВКЛ – включить/выключить измерение напряжения (0 – выключить, 1 – включить).

VMIN - минимальное значение напряжения (кВ).

VMAX- максимальное значение напряжения (кВ) для проведения регистрации данных.

ANSTOPV ?;

Запрос параметров измерения напряжения.

ANSTOPI *ВКЛ IMIN IMAX*;

Включение/Выключение измерения тока.

ВКЛ – включить/выключить измерение тока (0 – выключить, 1 – включить).

IMIN - минимальное значение тока (А).

IMAX- максимальное значение тока (А) для проведения регистрации данных.

ANSTOPI ?;

Запрос параметров измерения тока.

ANSTOPT *ВКЛ TMIN TMAX*;

Включение/Выключение измерения температуры.

ВКЛ – включить/выключить измерение температуры (0 – выключить, 1 – включить).

TMIN - минимальное значение температуры ($^{\circ}\text{C}$).

TMAX- максимальное значение температуры ($^{\circ}\text{C}$) для проведения регистрации данных.

ANSTOPT ?;

Запрос параметров измерения температуры.

VER ?;

Версия программного обеспечения прибора.

OUTBASE *ПАРАМЕТР*;

Установить параметр, по которому оценивается состояние объекта.

ПАРАМЕТР

0 – PDI;

1 – Амплитуда.

OUTBASE ?;

VCOEFF КОЭФФ;

Задаёт коэффициент пересчёта для напряжения (кВ).

КОЭФФ - коэффициент пересчёта (формат xxx.xxx).

VCOEFF ?;

Запрос коэффициента пересчёта для напряжения (кВ).

ICOEFF КОЭФФ;

Задаёт коэффициент пересчёта для тока (А).

КОЭФФ - коэффициент пересчёта (формат xxx.xxx).

ICOEFF?;

Запрос коэффициента пересчёта для тока (А).

TCOEFF КОЭФФК КОЭФФВ;

Задаёт коэффициенты пересчёта для температуры по формуле прямой.

Температура=**КОЭФФК***(Значение с АЦП (0-1023))+**КОЭФФВ**.

TCOEFF ?;

Запрос коэффициентов пересчёта для температуры.

3 Приложение.

3.1 Бинарный протокол обмена прибора R500 по интерфейсу RS-485.

1. Формат передаваемых сообщений.

Обмен данными между R500 и персональным компьютером осуществляется по протоколу ModBus.

Передаваемые сообщения состоят из 3-х частей (см. Таблицу 1.1):

1. Заголовок сообщения (4 байта), который включает в себя
 - Адрес устройства 1-255 (1байт);
 - № функции обмена (1 байт). При обмене между R500 и PC по бинарному протоколу используется пользовательская функция (свободно определяемая в протоколе ModBus) - №72;
 - Длина блока данных N (2 байта);
2. Передаваемые данные (N байт).
3. Контрольная сумма (2 байта).

Таблица 1.1.

1.Заголовок (поле1)	1.Заголовок (поле2)	1.Заголовок (поле3)	2. Данные	3.Контроль ная сумма
Адрес устройств а (1байт),	№ функции - 72 (1байт)	Длина блока данных (2байта)	Данные (n байт)	Сгс (2 байта)

При передаче числа в виде двух байт сначала передается младший байт, а затем старший.

2. Основные требования при передаче сообщений в соответствии протоколом ModBus.

R500 при обмене данными является ведомым (slave), а PC – главным (master). R500 ждет запроса от PC и при получении запроса обязан ответить, кроме адреса устройства =0. Адрес=0 используется в протоколе как широковещательная команда и в данном протоколе не реализована (т.к. для обмена данными используется не стандартная функция ModBus). Master обязан ждать ответа (кроме адреса=0) в течении времени, определенном в протоколе ModBus.

3. Формат запросов PC и ответов R500.

Блок данных при запросе состоит из следующих полей:

Таблица

Поле 1	Поле 2	Поле 3
Команда запроса	Номер замера (если необходимо в команде)	Номер канала замера (если необходимо в команде)

Каждое поле запроса состоит из двух байт.

Перечень запросов:

1. Получить количество замеров в приборе. Команда =20481(в шестнадцатеричном формате = 0x5001).
2. Получить заголовки замера. Команда = 20482(в шестнадцатеричном формате = 0x5002).
3. Получить данные по каналу замера. Команда =20484 (в шестнадцатеричном формате = 0x5004).
4. Получить установки прибора. Команда =20488 (в шестнадцатеричном формате = 0x5008).
5. Записать установки прибора. Команда =20496 (в шестнадцатеричном формате = 0x5010).
6. Получить дату и время из прибора. Команда =20512 (в шестнадцатеричном формате =0x5020).
7. Записать дату и время в прибор. Команда =20544 (в шестнадцатеричном формате =0x5040).
8. Версия прошивки прибора. Команда =20608 (в шестнадцатеричном формате =0x5080).

Ошибочные ответы:

1. Не верная команда. Команда =4097 (в шестнадцатеричном формате =0x1001).
2. Не верный параметр команды. Команда =4098 (в шестнадцатеричном формате =0x1002).

1. Получить количество замеров в приборе.

РС при данном запросе в поле 1 отправляет двухбайтовую команду 20481. Остальные поля не используются.

Например, для прибора с номером 1 последовательность посылаемых байт будет выглядеть так:

(1, 72, 6, 0, 1, 80, 0, 0, 0, 54, 54).

Прибор в ответ на данный запрос в поле данных отправляет двухбайтовое число количества замеров. Например, при количестве замеров в приборе = 81 последовательность принятых байт будет выглядеть так:

(1, 72, 2, 0, 81, 0, 221, 236).

2.Получить заголовок замера.

РС при данном запросе в поле 1 отправляет двухбайтовую команду 20482. В поле 2 отправляется номер замера. Поле 3 не используется.

Например, для прибора с номером 1 и для замера номер 2 последовательность посылаемых байт будет выглядеть так:

(1, 72, 6, 0, 2, 80, 2, 0, 0, 0, 55, 189).

Прибор в ответ на данный запрос в поле данных отправляет заголовок замера. Например

(1, 72, 0, 2, заголовок замера ,CRC).

В случае неверного задания номера замера прибор в поле данных отправляет команду не верный параметр команды.

Структура заголовка замера (Си):

```
#define MaxLimit 6
```

```
//Расчетные параметры по каждому каналу
```

```
struct stChPDPParameters {
```

```
    //Чувствительность канала  $nC/V$  (1-100)
```

```
    float ChannelSensitivity;
```

```
    //Пороги
```

```
    //0-Порог хорошего состояния
```

```
    //1-Удовлетворительный уровень PD
```

```
    //2-Недопустимый уровень PD
```

```
    //3-Удовлетворительный порог скорости изменения
```

```
    //4-Недопустимый порог скорости изменения
```

```
    unsigned int P[MaxLimit];
```

```
//Суммарная амплитуда PD
```

```
// unsigned int SumPDAmpl;
```

```
//заменено на
```

```
    //Reserved
```

```
    char Reserved[2];
```

```
    //Максимальная амплитуда импульса при частоте повторения
```

```
    //0.2 импульса за период рабочей частоты
```

```
    unsigned int Q02;
```

```
    //Интенсивность частичных разрядов *10
```

```
    unsigned int PDI;
```

```
    //Скорость изменения максимальной амплитуды импульса при частоте повторения
```

```

//0.2 импульса за период рабочей частоты
unsigned int Q02_t;
//Скорость изменения интенсивности частичных разрядов
unsigned int PDI_t;

```

```

//Reserved
// char Reserved[4];
//заменено на

```

```

//Суммарное количество PD на канале
unsigned long SumPDAmpl;

```

```

};
#define szChPDPParameters sizeof(struct stChPDPParameters)

```

Таблица 3.2 Расчетные параметры по каждому каналу (struct stChPDPParameters). Расшифровка.

Поле	Си формат	Смещение, байт	Длина, байт	Диапазон знач.	Примечание
ChannelSensitivity	Float	0	4	$\pm 1.18E-38$.. $\pm 3.39E+38$	
P[MaxLimit]	Unsigned int	4	12	0 .. 65535	Max Limit =6
Reserved[2]	Char	16	2	0 .. 255	Резерв
Q02	Unsigned int	18	2	0 .. 65535	
PDI	Unsigned int	20	2	0 .. 65535	Хранится PDI*10
Q02_t	Unsigned int	22	2	0 .. 65535	
PDI_t	Unsigned int	24	2	0 .. 65535	
SumPDAmpl	Unsigned long	26	4	0 .. 4294967295	

Длина записи ChPDPParameters – 30 байт (SzChPDPParameters = 30).

```

#define MaxPDChannels 15
//Расчетные параметры по всем каналам
struct stPDParameters {
    //Date of measurement
    char Day;
    char Month;
    unsigned int Year;
    //Time of measurement

```

```

char Hour;
char Min;
    //Channels On-Off (in Bit coded by bit order)
unsigned int Channels;
    //Save Matrix
char Matrix;

    //Max PDI на канале N
char MaxPDIChannel;
    //Количество измеренных периодов синусоид
char NumberOfPeriods;
    //Частота сети
float Frequency;
    //Рабочее напряжение (kV)
float RatedVoltage;
    //Температура*10
int Temperature;
    //Ток*10
unsigned int Current;
    //Напряжение*10
unsigned int Voltage;
    //Признак "кто зажег аларм"
char AlarmFlag;
    //Hi Alarm между замерами (одиночные)
unsigned int HiAlarmOne;
    //Hi Alarm между замерами (серийные)
unsigned int HiAlarmSeries;
    //Расчетные параметры по каждому каналу
struct stChPDParameters Param[MaxPDChannels];
//Max Q02 на канале N
char MaxQ02Channel;
//Ширина зоны 0 - 3.75, 1- 3.23
char WidthOfZone;
//Влажность*10 в %
unsigned int Humidity;
char Reserved[12];
};
#define szPDParameters sizeof(struct stPDParameters)

```

Таблица 3.3 Расчетные параметры по всем каналам (struct stPDParameters).
Расшифровка.

Поле	Си формат	Смещение, байт	Длина, байт	Диапазон знач.	Примечание
Day	Char	0	1	0 .. 255	

<i>Month</i>	Char	1	1	0 .. 255	
<i>Year</i>	Unsigned int	2	2	0 .. 65535	
<i>Hour</i>	Char	4	1	0 .. 255	
<i>Min</i>	Char	5	1	0 .. 255	
<i>Channels</i>	Unsigned int	6	2	0 .. 65535	<i>Bit coded by bit order</i>
<i>MaxPDIChannel</i>	Char	8	1	0 .. 255	
<i>NumberOfPeriods</i>	Char	9	1	0 .. 255	
<i>Frequency</i>	Float	10	4	$\pm 1.18E-38$.. $\pm 3.39E+38$	
<i>RatedVoltage</i>	Float	14	4	$\pm 1.18E-38$.. $\pm 3.39E+38$	
<i>Temperature</i>	Int	18	2	-32768 to 32767	*10
<i>Current</i>	Unsigned int	20	2	0 .. 65535	*10
<i>Voltage</i>	Unsigned int	22	2	0 .. 65535	*10
<i>AlarmFlag</i>	Char	24	1	0 .. 255	
<i>HiAlarmOne</i>	Unsigned int	25	2	0 .. 65535	
<i>HiAlarmSeries</i>	Unsigned int	27	2	0 .. 65535	
<i>Param [MaxPDChannels]</i>	<i>StChPDPParameters</i>	29	30*15=450		
<i>MaxQ02Channel</i>	Char	479	1	0 .. 255	
<i>WidthOfZone</i>	Char	480	1	0 .. 255	
<i>Humidity</i>	Unsigned int	481	2	0 .. 65535	
<i>Reserved[12]</i>	Char	483	12	0 .. 255	Резерв

Длина записи *stPDPParameters* – 496 байт (*szPDPParameters* = 496).

3. Получить данные по каналу замера.

РС при данном запросе в поле 1 отправляет двухбайтовую команду 20484. В поле 2 отправляется номер замера. В поле 3 отправляется номер канала (1-15).

Например, для прибора с номером 1 и для замера номер 2, канала 1 последовательность посылаемых байт будет выглядеть так:

(1, 72, 6, 0, 4, 80, 2, 0, 1, 0, 54, 75).

Прибор в ответ на данный запрос в поле данных отправляет данные по каналу замера. Например
(1, 72, 240, 3, данные замера на канале 1 ,CRC(2байта)).

В случае неверного задания номера замера или канала прибор в поле данных отправляет команду не верный параметр команды.

Структура данных по каналу (Си):

```
//количество разбиений sin
#define MaxPhases 24
//количество разбиений по амплитуде PD
#define MaxVolts 21

struct stChTable {
    unsigned int Value[MaxPhases][MaxVolts];
};
#define szChTable sizeof(struct stChTable)
```

Таблица 3.4 Данные по каждому каналу (struct stChTable). Расшифровка.

Поле	Си формат	Смещение, байт	Длина, байт	Диапазон знач.	Примечание
<i>Value</i>	Unsigned int	0	2*24*21=1008 8	0 .. 65535	

Длина записи *stChTable* – 1008 байт (*szChTable* = 1008).

4.Получить установки прибора .

РС при данном запросе в поле 1 отправляет двухбайтовую команду 20488. Остальные поля не используются.

Например, для прибора с номером 1 последовательность посылаемых байт будет выглядеть так:
(1, 72, 6, 0, 8, 80, 0, 0, 0, 54, 175).

Прибор в ответ на данный запрос в поле данных отправляет установки прибора. Например
(1, 72, 27, 2, установки прибора,CRC(2байта)).

Структура установок прибора (Си):

```
//Максимальное количество замеров в день при задании времени измерения by time
#define MaxMeasurementsPerDay 50
```

```

    // Количество thresholds по каждому каналу
#define MaxLimit 5
    //Количество каналов измерения
#define MaxPDChannels 15
    //Количество порогов по скорости
#define MaxSpeedLimit 2

//Параметры по каждому каналу
struct stChannelSetupInfo {
    //Вкл
    char On;
    //Чувствительность канала nC/V (1-100)
    float ChannelSensitivity;
    //Max длительность PD
    char PDMaxWidth;
    //Min интервал паузы после PD
    char PDIntervalTime;
    //Пороги
    //0-Порог хорошего состояния PDI
    //1-Удовлетворительный уровень PDI
    //2-Недопустимый уровень PDI
    //3-Порог хорошего состояния Q02
    //4-Удовлетворительный уровень Q02
    //5-Недопустимый уровень Q02
    unsigned int P[MaxLimit];
    //Признак фазы сенсора (на какой фазе стоит)
    //0-A, 1-B, 2-C, 3-AB, 4-AC, 5-BC.
    char CHPhase;
    //Предельная зона для расчета PDI.
    char CalcPDILimit;
    //Сдвиг порога шумового канала относительно
    //текущей зоны
    //0 -низ текущей зоны
    //1 -низ верхней зоны
    //-1 -низ нижней зоны
    //диапазон от -5 до +5
    //Значения NoiseCHShift: 1=+5, 2=+4,3=+3 ..., 11=-5
    unsigned int NoiseCHShift;
    char Reserved[2];
};
#define szChannelSetupInfo sizeof(struct stChannelSetupInfo)

```

Таблица 3.5 Параметры по каждому каналу (struct stChannelSetupInfo).
Расшифровка

Поле	Си формат	Смещение, байт	Длина, байт	Диапазон знач.	Примечание
<i>On</i>	Char	0	1	0 .. 255	
<i>Channel Sensitivity</i>	Float	1	4	$\pm 1.18E-38$.. $\pm 3.39E+38$	
<i>PDMaxWidth</i>	Char	5	1	0 .. 255	
<i>PDIntervalTime</i>	Char	6	1	0 .. 255	
<i>P[MaxLimit]</i>	Unsigned int	7	12	0 .. 65535	
<i>CHPhase</i>	Char	19	1	0 .. 255	
<i>CalcPDILimit</i>	Char	20	1	0 .. 255	
<i>Reserved[4]</i>	Char	21	4	0 .. 255	

Длина записи *stChannelSetupInfo* – 25 байт (*szChannelSetupInfo* = 25).

```
struct stMeasurementsInfo {
    char Hour,Min;          //Часы и минуты проведения замера
};
#define szMeasurementsInfo sizeof(struct stMeasurementsInfo)
```

Таблица 3.6 Данные по времени проведения замера (struct *stMeasurementsInfo*). Расшифровка.

Поле	Си формат	Смещение, байт	Длина, байт	Диапазон знач.	Примечание
<i>Hour</i>	Char	0	1	0 .. 255	
<i>Min</i>	Char	1	1	0 .. 255	

Длина записи *stMeasurementsInfo* – 2 байта (*szMeasurementsInfo* = 2).

```
struct stSetupInfo {
    //Тип проведения замеров (0-через интервал 1-по времени)
    char ScheduleType;
    //Часы и минуты проведения замеров через интервал
    struct stMeasurementsInfo dTime;
    //Часы и минуты проведения замеров
    struct stMeasurementsInfo MeasurementsInfo[MaxMeasurementsPerDay];
    //Тип записи во Flash (0-min,1-с полной таблицей)
    char SaveMode;
    //Способ заполнения пауз
    //bit 0-date
    //bit 1-time
    //bit 2-Next measurement
    //bit 3-Channels
    //bit 4-Frequency
}
```

```

    //bit 5-Temperature
    //bit 6-AN1
    //bit 7-AN2
    unsigned int DisplayFlag;
    //Количество измеряемых периодов синусоид
    unsigned int ReadingSinPeriods;
    //Режим адаптации или рабочий режим
    char Test;
    //Порог HiAlarm
    float HiAlarm;
    // Порог счетчика HiAlarm в сек
    unsigned int HiAlarmCount;
    //Уровень NCh в dB
    float NChLevel;
    //Фильтровать частоту сети -1 или нет -0
    char FilterOfFrequency;
    //Время показа информации на индикаторе
    char OutTime;
    //Device Number
    char DeviceNumber;
    //Через сколько дней записывать данные с таблицей
    char SaveDays;
    //Номер проведения контрольного замера
    char SaveNum;
    //Шумовой канал вкл.выкл
    char NoiseCh;
    //фазовый сдвиг между референсным сигналом и напряжением на
    фазе A
    unsigned int PhShift;
    //Скорость обмена с компьютером
    //0-9600
    //1-38400
    char BaudRate;
    //HiAlarm On/Off
    char HiAlarmFlag;
    //Рабочее напряжение (kV)
    float RatedVoltage;
    //Температура
    char TemperatureFlag; //Контролируем как параметр "On/Off" или нет
    unsigned int TemperatureMinThreshold, TemperatureMaxThreshold;
    //Пороги
    //Ток
    char CurrentFlag; //Контролируем как параметр "On/Off" или нет
    int CurrentMinThreshold, CurrentMaxThreshold; //Пороги

```

```

//Напряжение
char VoltageFlag; //Контролируем как параметр "On/Off" или нет
unsigned int VoltageMinThreshold,VoltageMaxThreshold; //Пороги
//Количество недель по которым рассчитываем изменение состояния
char CalcSpeedStackSize;
//Количество замеров по которым рассчитываем PDI при ухудшении
состояния
char CalcPDISTackSize;
//Тип вывода информации на 4-20 мА и на экран
//0-PDI
//1-Q02
char TypeOf4_20ma;
//Мониторинг остановлен
char Stopped;
//Параметры по каждому каналу
struct stChannelSetupInfo ChannelInfo[MaxPDChannels];
//Пороги по скорости *100
unsigned int PSpeed[MaxSpeedLimit];
//Time of Relay test output
unsigned int TimeOfRelayAlarm;
//Рабочий ток (А)
float RatedCurrent;
//Read Voltage Current Humidity (bit Coded)
//bit 0 =0 Read Voltage; =1 Read Humidity
//bit 1 =0 Read Current; =1 Read Humidity
char ReadTIH;
char Reserved[1];
};
#define szSetupInfo sizeof(struct stSetupInfo)

```

Таблица 3.7 Установки прибора (struct stSetupInfo). Расшифровка.

Поле	Си формат	Смещение, байт	Длина, байт	Диапазон знач.
<i>ScheduleType</i>	Char	0	1	0 .. 255
<i>Dtime</i>	<i>StMeasurementsInfo</i>	1	2	
<i>MeasurementsInfo</i> [<i>MaxMeasurementsPerDay</i>]	<i>StMeasurementsInfo</i>	3	2*50=100	
<i>SaveMode</i>	Char	103	1	0 .. 255
<i>DisplayFlag</i>	Unsigned int	104	2	0 .. 65535
<i>ReadingSinPeriods</i>	Unsigned int	106	2	0 .. 65535
<i>Test</i>	Char	108	1	0 .. 255

<i>HiAlarm</i>	Float	109	4	±1.18E-38 .. ±3.39E+38
<i>HiAlarmCount</i>	Unsigned int	113	2	0 .. 65535
<i>NchLevel</i>	Float	115	4	±1.18E-38 .. ±3.39E+38
<i>FilterOfFrequency</i>	Char	119	1	0 .. 255
<i>OutTime</i>	Char	120	1	0 .. 255
<i>DeviceNumber</i>	Char	121	1	0 .. 255
<i>SaveDays</i>	Char	122	1	0 .. 255
<i>SaveNum</i>	Char	123	1	0 .. 255
<i>NoiseCh</i>	Char	124	1	0 .. 255
<i>PhShift</i>	Unsigned int	125	2	0 .. 65535
<i>BaudRate</i>	Char	127	1	0 .. 255
<i>HiAlarmFlag</i>	Char	128	1	0 .. 255
<i>RatedVoltage</i>	Float	129	4	±1.18E-38 .. ±3.39E+38
<i>TemperatureFlag</i>	Char	133	1	0 .. 255
<i>TemperatureMinThre sholld</i>	Int	134	2	-32768 to 32767
<i>TemperatureMaxThr esholld</i>	Int	136	2	-32768 to 32767
<i>CurrentFlag</i>	Char	138	1	0 .. 255
<i>CurrentMinThreshol ld</i>	Unsigned int	139	2	0 .. 65535
<i>CurrentMaxThreshol ld</i>	Unsigned int	141	2	0 .. 65535
<i>VoltageFlag</i>	Char	143	1	0 .. 255
<i>VoltageMinThreshol ld</i>	Unsigned int	144	2	0 .. 65535
<i>VoltageMaxThreshol ld</i>	Unsigned int	146	2	0 .. 65535
<i>CalcSpeedStackSize</i>	Char	148	1	0 .. 255
<i>CalcPDISStackSize</i>	Char	149	1	0 .. 255
<i>TypeOf4_20ma</i>	Char	150	1	0 .. 255
<i>Stopped</i>	Char	151	1	0 .. 255
<i>ChannelInfo</i> [MaxPDChannels]	StChannelSetu pInfo	152	25*15= 375	
<i>Pspeed</i> [MaxSpeedLimit]	Unsigned int	527	4	0 .. 65535
<i>TimeOfTestAlarm</i>	Unsigned int	531	2	0 .. 65535
<i>RatedCurrent</i>	Float	533	4	±1.18E-38 .. ±3.39E+38

<i>ReadTIN</i>	Char	537	1	0 .. 255
<i>Reserved[2]</i>	Char	538	1	0 .. 255

Длина записи *szSetupInfo* – 539 байт (*szSetupInfo* = 539).

Калибровочные коэффициенты.

РС при данном запросе в поле 1 отправляет двухбайтовую команду 20737. Остальные поля не используются.

Например, для прибора с номером 1 последовательность посылаемых байт будет выглядеть так:

(1, 72, 6, 0, 1, 81, 0, 0, 0, CRC, CRC).

Прибор в ответ на данный запрос в поле данных отправляет установки прибора. Например

(1, 72, 56, 0, Калибровочные коэффициенты, CRC(2байта)).

```
struct stCalibrationCoeff {
    float
    TemperatureK,
    TemperatureB,
    CurrentK,
    VoltageK,
    I4_20K,
    I4_20B;
    char Reserved[32];
};
#define szstCalibrationCoeff sizeof(struct stCalibrationCoeff)
```

Таблица 3.8 Данные по Калибровочные коэффициенты (struct *stCalibrationCoeff*). Расшифровка.

Поле	Си формат	Смещение , байт	Длина, байт	Диапазон знач.
<i>TemperatureK</i>	Float	0	4	$\pm 1.18E-38$.. $\pm 3.39E+38$
<i>TemperatureB</i>	Float	4	4	$\pm 1.18E-38$.. $\pm 3.39E+38$
<i>CurrentK</i>	Float	8	4	$\pm 1.18E-38$.. $\pm 3.39E+38$
<i>VoltageK</i>	Float	12	4	$\pm 1.18E-38$.. $\pm 3.39E+38$
<i>I4_20K</i>	Float	16	4	$\pm 1.18E-38$.. $\pm 3.39E+38$
<i>I4_20B</i>	Float	20	4	$\pm 1.18E-38$..

				$\pm 3.39E+38$
<i>Humidity Offset</i>	Float	24	4	$\pm 1.18E-38$.. $\pm 3.39E+38$
<i>Humidity Slope</i>	Float	28	4	$\pm 1.18E-38$.. $\pm 3.39E+38$
<i>Reserved</i>	Char	32	24	0 .. 255

Длина записи *stCalibrationCoeff*– 56 байт (*szCalibrationCoeff*= 56).

Полные установки прибора.

РС при данном запросе в поле 1 отправляет двухбайтовую команду 20744. Остальные поля не используются.

Например, для прибора с номером 1 последовательность посылаемых байт будет выглядеть так:

(1, 72, 6, 0, 8, 81, 0, 0, 0, CRC, CRC).

Прибор в ответ на данный запрос в поле данных отправляет установки прибора. Например

(1, 72, 83, 2, Полные установки прибора, CRC(2байта)).

```
struct stSetup {
    struct stSetupInfo SetupInfo;
    struct stCalibrationCoeff CalibrationCoeff;
};
#define szSetup sizeof(struct stSetup)
```

Длина записи *stSetup* – 539+56 байт (*szSetup* f= 539+56).

5.Записать установки прибора.

РС при данной команде в поле 1 отправляет двухбайтовую команду 20496. !!!Остальных полей нет.

Например, для прибора с номером 1 последовательность посылаемых байт будет выглядеть так:

(1, 72, 28, 2, 16, 80, установки прибора, CRC(2байта)).

Прибор при успешном получении данных в поле данных отправляет команду 20496.

Например (1, 72, 2, 0, 16, 80, 237, 128).

Калибровочные коэффициенты

РС при данной команде в поле 1 отправляет двухбайтовую команду 20738.

Например, для прибора с номером 1 последовательность посылаемых байт будет выглядеть так:

(1, 72, 58, 0, 2, 81, Калибровочные коэффициенты, CRC(2байта)).

Прибор при успешном получении данных в поле данных отправляет команду 20738.

Например (1, 72, 2, 0, 2, 81, CRC, CRC).

Полные установки прибора.

РС при данной команде в поле 1 отправляет двухбайтовую команду 20752.

Например, для прибора с номером 1 последовательность посылаемых байт будет выглядеть так:

(1, 72, 85, 2, 16, 81, Калибровочные коэффициенты, CRC(2байта)).

Прибор при успешном получении данных в поле данных отправляет команду 20752.

Например (1, 72, 2, 0, 16, 81, CRC, CRC).

6. Получить дату и время из прибора .

РС при данном запросе в поле 1 отправляет двухбайтовую команду 20512. Остальные поля не используются.

Например, для прибора с номером 1 последовательность посылаемых байт будет выглядеть так:

(1, 72, 6, 0, 32, 80, 0, 0, 0, 0, 48, 135).

Прибор в ответ на данный запрос в поле данных отправляет данные даты и времени прибора. Например

(1, 72, 7, 0, данные даты и времени, CRC(2байта)).

Структура данные даты и времени (Си):

```
struct StDateTime{  
    char Sec,Min,Hour;  
    unsigned int Year;  
    char Month,Day;  
};  
#define equStDateTime sizeof(struct StDateTime)
```

Таблица 3.9 Данные даты и времени (struct StDateTime). Расшифровка.

Поле	Си формат	Смещение, байт	Длина, байт	Диапазон знач.	Примечание
<i>Sec</i>	Char	0	1	0 .. 255	
<i>Min</i>	Char	1	1	0 .. 255	
<i>Hour</i>	Char	2	1	0 .. 255	
<i>Year</i>	Unsigned int	3	2	0 .. 65535	
<i>Month</i> <i>h</i>	Char	5	1	0 .. 255	

Day	Char	6	1	0 .. 255	
-----	------	---	---	----------	--

Длина записи *StDateTime* – 7 байт (*equStDateTime* = 7).

7. Записать дату и время в прибор .

РС при данной команде в поле 1 отправляет двухбайтовую команду 20544.

!!!Остальных полей нет.

Например, для прибора с номером 1 последовательность посылаемых байт будет выглядеть так:

(1, 72, 9, 0, 64, 80, дата и время, CRC(2байта)).

Прибор при успешном получении данных в поле данных отправляет команду 20544.

Например (1, 72, 2, 0, 64, 80, 209, 128).

8. Прибор занят. Идет процесс измерения.

В случае если в момент запроса с РС прибор производит измерения в ответ приходит команда=20560 (в шестнадцатеричном формате =0x5050).

Например (1, 72, 2, 0, 80, 80, 220, 64).

4. Расчет контрольной суммы.

Контрольная сумма рассчитывается в соответствии с протоколом ModBus.

Пример расчета контрольной суммы (Си).

```
//Добавляет к рассчитанной контрольной сумме символ Value.
unsigned int AddToCRCCalc(unsigned int CRC,char Value)
{char ca,n;
  CRC^= Value;
  for (n=0;n<8;n++) {
    ca=0;
    if ((CRC%2)>0) ca=1;
    CRC/=2;
    if (ca) CRC^=0xA001;
  }
  return CRC;
}
```

```
//Буфер по которому рассчитывается контрольная сумма
char Data[2];
```

```
//Начальное значение контрольной суммы
```

```
CRC=0xFFFF;
```

```
//Расчет
```

```
for (i=0;i<2;i++)
    CRC=AddToCRCCalc(CRC,Data[i]);
```

5.Форматы данных.

The following table gives the size and range of each C data type:

Data type	Bytes	Range	Notes
Char	1	0 to 255	
Signed char	1	-128 to 127	
Unsigned char	1	0 to 255	
Unsigned int	1	0 to 65535	
Int	2	-32768 to 32767	
Unsigned int	2	0 to 65535	
Long	4	-2147483648 to 2147483647	
Unsigned long	4	0 to 4294967295	
Float	4	$\pm 1.18\text{E}-38$ to $\pm 3.39\text{E}+38$	
Double, long double	4	$\pm 1.18\text{E}-38$ to $\pm 3.39\text{E}+38$	(same as float)

Note.

Floating point.

Floating-point values are represented by 4-byte numbers in standard IEEE format; float and double values have the same representation. Floating-point values below the smallest limit will be regarded as zero, and overflow gives undefined results.

4-byte floating-point format

The memory layout of 4-byte floating-point numbers is:

31	30	23	22	0
S	exponent		mantissa	

The value of the number is:

$(-1)^S * 2^{(\text{Exponent}-127)} * 1.\text{Mantissa}$

Zero is represented by 4 bytes of zeros.

The precision of the float operators (+, -, *, and /) is approximately 7 decimal digits.

3.2 Приложение 2

Настройка модема, который будет подключаться к ADAM

Модем должен быть внешним, то есть с разъемом RS-232 лучше DB-9, и должен программироваться с возможностью записи конфигурации в NVRAM. Мы использовали для проверки USR Sportster Voice 33.6 Faxmodem External.

Подключить модем к компьютеру и запустить программу типа Terminal.

Причем скорость обмена в терминале установить ту, с которой будет обмен с прибором.

По команде `ati4` модем должен сообщить информацию о своих настройках.

Для настройки набрать:

`atz0` – сброс модема в начальное состояние

`ats0=1` – включить режим автоответа (загорится огонек AA – Auto Answer)

`at&d0` – не управлять DTR (так как ADAM не умеет этого делать, отключаем управление модемом по линии DTR – загорится огонек TR – Terminal Ready)

`at&h0` – Flow control disabled

`at&r1` – Modem ignores RTS

`at&w0` – записываем конфигурацию в Profile 0

`aty0` – устанавливаем, что после включения загрузится Profile 0

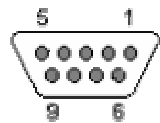
Проверяем:

`atz0` или выключаем-включаем модем – должны гореть огоньки AA, TR. CS.

Подключаем к ADAM, выключаем-включаем модем – должны гореть те же огоньки AA, TR. CS.

Переходник для соединения ADAM с модемом

9 PIN D-SUB MALE.



	D-Sub 1	D-Sub 2	
Receive Data	2	3	Transmit
Data			
Transmit Data	3	2	
Receive Data			
Data Terminal Ready	4	6+1	Data
SetReady + Carrier Detect			
System Ground	5	5	
System Ground			
Data Set Ready + Carrier Detect	6+1	4	
Data Terminal Ready			
Request to Send	7	8	
Clear to Send			
Clear to Send	8	7	
Request to Send			

Note: DSR & CD are jumpered to fool the programs to think that they are online.