

ПРИБОР КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИИ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН
«**MDR-M**»

Руководство по эксплуатации
ВЦ 411729.032 РЭ

Содержание

1	Описание и технические параметры прибора «MDR-M».....	3
1.1	Общее описание прибора	3
1.2	Общий принцип работы прибора.....	3
1.3	Комплект поставки.....	4
1.4	Описание клемм прибора «MDR-M»	4
1.5	Основные технические характеристики прибора.....	6
2	Порядок проведения работ	7
3	Работа с прибором.....	8
3.1	Указание мер безопасности	8
3.2	Подробное описание работы прибора.....	8
3.3	Регистрация частичных разрядов в изоляции электрических машин	8
3.4	Калибровка схем измерения частичных разрядов в электрических машинах	9
3.5	Импульсный генератор GKI-2.....	9
3.6	Работа с прибором при помощи выносного пульта управления	14
4	Программное обеспечение «СКИ»	16
4.1	Назначение ПО «СКИ»	16
4.2	Условия выполнения программы «СКИ»	16
4.3	Установка программного обеспечения «СКИ»	16
4.4	Запуск программы «СКИ».....	16
4.5	Настройка прибора с помощью программы «СКИ»	24
4.6	Мастер настройки.....	29
4.7	Просмотр результатов измерений.....	30
4.8	Входные и выходные данные.....	35
5	Анализ показаний прибора в ПО «СКИ»	36
5.1	Анализ трендов.....	36
5.2	Анализ амплитудно-фазового распределения.....	37
5.3	Результаты измерений частичных разрядов на натуральных моделях дефектов изоляции	38
6	Техническое обслуживание.....	46
7	Транспортирование и хранение	47
8	Гарантии изготовителя	48

1 Описание и технические параметры прибора «MDR-M»

1.1 Общее описание прибора

Прибор контроля состояния изоляции электрических машин «MDR-M» предназначен для использования с крупными синхронными и асинхронными электрическими машинами (далее - ЭМ). Прибор является средством оперативной диагностики состояния электрической машины под рабочим напряжением. Прибор монтируется рядом с электрической машиной в монтажном шкафу. Прибор осуществляет контроль состояния изоляции методом частичных разрядов (ЧР). Метод контроля частичных разрядов позволяет выявлять дефекты высоковольтной изоляции на самых ранних стадиях развития, когда разряды еще имеют очень малый уровень.

Прибор выполняет следующие функции:

- регистрация, обработка и хранение информации от датчиков;
- отображение информации при подключении выносного индикатора;
- информирование о срабатывании аварийной и предупредительной сигнализации при помощи светодиодной индикации и двух реле;
- обмен данными с системой верхнего уровня через интерфейсы RS485 и USB по стандартному протоколу Modbus.

В полную комплектацию прибора входит:

- непосредственно сам микропроцессорный прибор «MDR-M», который смонтирован в монтажный шкаф с системами защиты по линиям питания и датчиков, имеющий внутренний подогрев (по желанию заказчика прибор может поставляться без внутреннего подогрева или без монтажного шкафа);
- полный набор датчиков для всех каналов (по желанию заказчика прибор может быть оснащен не всеми датчиками);
- соединительные кабели и металлорукав (количество и длина оговаривается с заказчиком);
- программное обеспечение «SKI» для работы с прибором «MDR-M»;
- комплект документации.

1.2 Общий принцип работы прибора

Общий принцип работы прибора довольно прост. Через заданные пользователем интервалы времени прибор автоматически проводит регистрацию данных с датчиков. Далее микропроцессорный модуль обрабатывает полученные данные и сохраняет их в свою энергонезависимую память, таким образом, в приборе формируется архив замеров. Наличие архива замеров позволяет выявлять тенденции в изменении состояния изоляции электрической машины. Когда свободная память в приборе заканчивается, для того чтобы сохранить новый замер, прибор удаляет из нее самый «старый» по времени замер. Для того чтобы не потерять данные, которые затираются при заполнении памяти, периодически необходимо считывать архив данных из прибора с помощью системы верхнего уровня.

В приборе «MDR-M» имеется выходное реле «Warning», включаемое при превышении предупредительного порога, и реле «Alarm» включаемое при превышении аварийного порога, реле «Warning» в этом случае размыкается.

Также в приборе имеется реле «Status», которое замкнуто, когда прибор включен и исправен, и разомкнуто при какой-либо неисправности в приборе.

Передача информации в систему верхнего уровня производится по «USB» или интерфейсу RS-485 (по протоколам Modbus RTU или TCP). Заказчик может пользоваться поставляемым с прибором программным обеспечением или интегрировать прибор «MDR-M» в

свою систему верхнего уровня, для этого в приборе предусмотрен обмен данными с помощью команд работы с регистрами протокола Modbus.

1.3 Комплект поставки

Прибор может поставляться в различных комплектациях в зависимости от оборудования, которое она будет контролировать и в зависимости от пожеланий заказчика. Ниже представлена максимальная комплектация прибора:

Таблица 1. Комплект поставки

Наименование изделия	Кол-во
Прибор «MDR-M»	1
Паспорт на прибор	1
Шкаф управления с комплектом монтажа	1
Датчик марки «СС»*	4
Паспорт на датчик марки «СС»	4
Датчик температуры «Pt-100»**	1
Паспорт на датчик «Pt-100»	1
Датчик влажности «SHm-1»**	1
Паспорт на датчик «SHm-1»	1
Руководство эксплуатации	1
Программное обеспечение	1
Выносной индикатор	1
Комплект кабелей с металорукавом	1

*Марка и количество датчиков частичных разрядов должны определяться в зависимости от конкретной электрической машины. При использовании датчиков без 50-Гц составляющей на выходе (СС-10/СС-15, RFCT) необходимо использовать питание от переменного напряжения, и, наоборот, при питании прибора от постоянного напряжения необходимо использование датчиков с 50-Гц составляющей на выходе (СС-20).



**Могут быть заменены комплексным датчиком влажности и температуры окружающей среды SCI-1.

1.4 Описание клемм прибора «MDR-M»

На корпусе прибора расположены светодиоды, разъемы и клеммы для подключения внешних датчиков:



Рисунок 1. Внешний вид прибора MDR-M

- Светодиод «Status» используется для информирования о режиме работы прибора. Если он постоянно светится – прибор исправен и находится в режиме ожидания, если он быстро моргает (примерно два раза в секунду) – в приборе обнаружена ошибка, если диод медленно моргает (примерно раз в две секунды) – прибор находится в измерении. Светодиод погашен – прибор отключен.
- Светодиод «Warning» используется для информирования о превышении параметрами ЧР тревожного порога.
- Светодиод «Alarm» используется для информирования о превышении аварийного порога.
- Каналы «PD A», «PD B», «PD C», «PD N» используются для контроля ЧР, к ним могут быть подключены датчики марок «CC-10», «CC-15», «CC-20», «RFCT-1», «RFCT-4».
- Канал «RTD» используется для контроля температуры окружающей среды, подключается датчик температуры Pt100 или аналог.
- Канал «SHm-1» используется для контроля влажности окружающей среды, подключается датчик влажности или аналог.
- Порт «RS-485» (клеммы «», «D-», «D+») используется для внешней связи.
- «Warning» и «Alarm» – реле статуса тревожной и аварийной сигнализации, сухой контакт 5А, 250В.
- «Status» – перекидное реле статуса прибора. Реле замкнуто – прибор включен и исправен, в противном случае реле разомкнуто, сухой контакт 5А, 250В.
- «AC/DC» (клеммы «N/-», «L/+») используется для подключения питания прибора.
- Клемма «» – заземление прибора.
- «Terminal» – разъем для подключения выносного индикатора.

- «USB» – разъем для подключения «USB» кабеля для связи с системой верхнего уровня.

1.5 Основные технические характеристики прибора

Прибор «MDR-M» предназначен для работы в условиях:

- температура окружающего воздуха от минус 40°C до плюс 50°C;
- относительная влажность воздуха до 95% при температуре плюс 25°C;

Температура хранения от минус 50°C до плюс 60°C.

Требования к электропитанию прибора «MDR-M» указаны в следующей таблице.

Таблица 2

Ток	Напряжение
АС (переменный), В	90 ÷ 260
DC (постоянный), В	120 ÷ 370

Потребляемая мощность прибора не более 60 Вт.

Объем энергозависимой памяти (FLASH) для хранения информации составляет 64 Мб.

Габаритные размеры прибора без шкафа – 222x170x35 мм.

Габаритные размеры шкафа управления – 530x400x210 мм.

Средняя наработка на отказ прибора - не менее 10000ч.

Срок службы прибора - не менее 10 лет.

Драгоценных и цветных материалов не содержится.

Диапазон измеряемых величин при использовании датчиков, поставляемых с прибором, представлен в следующей таблице.

Таблица 3

Измеряемая величина	Диапазон измерения
Динамический диапазон регистрируемых ЧР, дВ	70
Фазовая точность определения момента возникновения импульса относительно синусоиды промышленной частоты, °	7,5
Частота регистрируемых импульсов ЧР, МГц	0,5 ÷ 10
Температура, °С	-50 ÷ +150
Влажность, %	0 ÷ 100

2 Порядок проведения работ

Проведение подготовительных к эксплуатации работ производится в следующей последовательности:

1. Монтаж прибора согласно Инструкции по монтажу;
2. Установка на переносной или стационарный компьютер программы СКИ согласно п.4.3;
3. Настройка связи согласно п.п. 4.4.1 - 4.4.6;
4. Настройка прибора согласно п.п.4.5 - 4.6;
5. Калибровка измерительных цепей согласно п.п. 3.4-3.5 и 4.4.6;

После выполнения этих работ прибор лучше отключить (или остановить мониторинг, см. п. 4.5) до ввода в эксплуатацию электрической машины, т.к. прибор не имеет каналов контроля включения машины, и, измерения, произведенные на отключенной машине, могут привести расчет скорости изменения параметров ЧР к некорректным результатам.

При выводе ЭМ в ремонт, прибор также лучше отключать на время проведения ремонта.

3 Работа с прибором

3.1 Указание мер безопасности

- Запрещается работать с прибором лицам, не сдавшим зачет по технике безопасности.
- При работе с измерительными и эксплуатационными приборами, заземлите их, используя земляную клемму.
- При работе с прибором соблюдайте «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

3.2 Подробное описание работы прибора

После включения, прибор проводит внутреннее тестирование, и если все в порядке, загорается зеленый светодиод «Status» и реле «Status» переключается в состояние готовности. Далее прибор загружает последний по дате замер из своего архива и сравнивает его дату с текущей датой прибора, в случае если текущие дата и время меньше чем у последнего замера – выдается сообщение об ошибке и светодиод «Status» начинает часто моргать. При установке даты и времени эта ошибка сбрасывается, реле «Status» замыкается и светодиод «Status» перестает моргать.

Измерения в приборе происходят по расписанию или через определенный интервал времени, настраиваемый пользователем.

Прибор всегда находится на связи с системой верхнего уровня и в любой момент времени можно получить все текущие данные по контролируемому агрегату и все данные из архива. Также в любой момент времени с помощью системы верхнего уровня можно изменить настройки прибора.

При подключении к прибору выносного пульта управления можно также просмотреть все данные по контролируемому агрегату и изменить настройки прибора.

В приборе заложены предупредительные и аварийные пороги на все рассчитываемые параметры частичных разрядов. При превышении предупредительного порога по любому из измеряемых параметров загорается светодиод (и замыкается реле) «Warning». При превышении аварийного порога по любому из измеряемых параметров загорается светодиод (и замыкается реле) «Alarm», светодиод и реле «Warning» в этом случае - отключаются.

3.3 Регистрация частичных разрядов в изоляции электрических машин

Основные информационные датчики об уровне и количестве частичных разрядов (ЧР) в изоляции электрических машин (ЭМ) – это три емкостных датчика марки СС («конденсатор связи») устанавливаемые на вводах высоковольтного кабеля (токопровода) в электрическую машину, на каждой фазе.

В зависимости от схемы включения обмоток и наличия возможности устанавливаются:

- датчик марки СС в место объединения обмоток статора в «звезду»;
- датчик марки RFCT на заземление брони кабеля.

Эти датчики используются для отстройки от «наведенных» импульсов частичных разрядов, пришедших извне электрической машины по кабельной линии – для так называемой «фильтрации по времени прибытия».

Так как импульсы приходят изнутри ЭМ на первичные датчики практически одновременно, то для того, чтобы «разделить» эти импульсы используется алгоритм «амплитудной фильтрации».

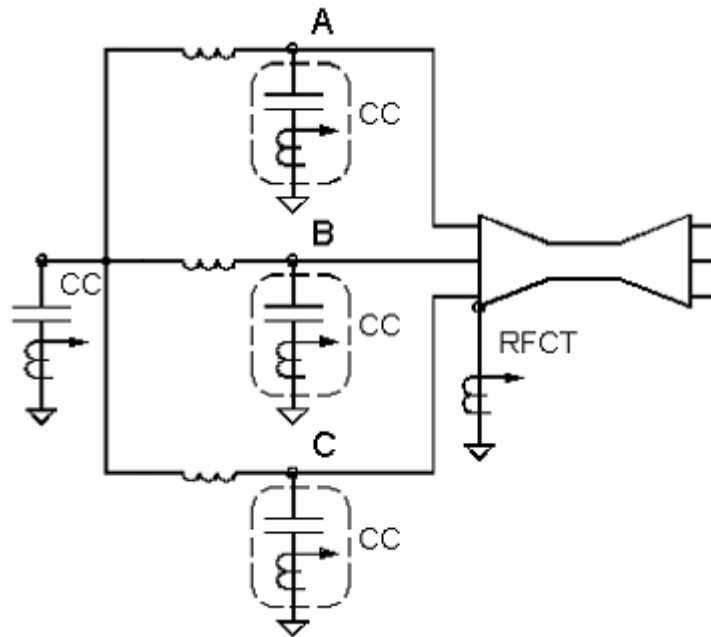


Рисунок 2. Возможные места установки датчиков ЧР

3.4 Калибровка схем измерения частичных разрядов в электрических машинах

Правильная оценка уровня частичных разрядов в изоляции высоковольтного оборудования может быть выполнена только после проведения процедуры калибровки измерительной схемы с учетом затухания внутри контролируемого объекта. Для проведения калибровки входных цепей необходимо использовать калибровочный генератор частичных разрядов марки GKI-2.

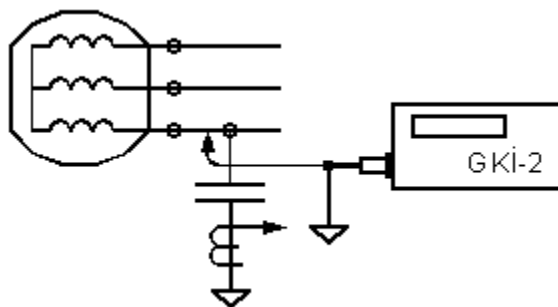


Рисунок 3. Калибровка схемы измерения частичных разрядов в обмотке статора при помощи генератора марки GKI-2.

Частичные разряды следует инжектировать в обмотку со стороны входных клемм обмотки. При этом прибор рассчитывает чувствительность канала (нКл/В), затухание импульсов при прохождении через обмотки статора, и опорное время, при помощи которого прибор отсекает импульсы, наведенные извне электрической машины.

Процедура калибровки выполняется после монтажа и настройки прибора. В процессе калибровки генератор калибровочных импульсов подключается последовательно к фазам А – С и запускается функция калибровки ПО «СКИ» (см. п. 4.4.6 «Запуск калибровки»).

3.5 Импульсный генератор GKI-2

Малогабаритный калибровочный генератор GKI-2 предназначен для калибровки цепей регистрации частичных разрядов перед проведением измерений. Он может быть использован в полевых и лабораторных условиях. Допускается работа генератора при температуре окружающей среды до минус 20 градусов.

Управление всеми функциями генератора осуществляется при помощи пленочной клавиатуры, необходимая информация о работе прибора отражается на миниатюрном ЖКИ индикаторе.

Питание генератора осуществляется от двух батарей формата «AA», или аккумуляторов такого же размера. Одного заряда аккумуляторов достаточно для непрерывной работы в течение не менее 10 часов. В комплекте генератора имеется зарядное устройство, от которого можно также питать генератор во время работы.



Рисунок 4. Генератор GKI-2

Генератор GKI-2, обычно, инжектирует в контролируемый объект, и в измерительные цепи, заряд 3 000 пКл. Это позволяет проводить калибровку измерительных цепей, с учетом затухания в объекте, перед проведением измерений. Выпускаются версии генератора с регулировкой инжектируемого заряда, величина которого может, по выбору пользователя, составлять 2 000 и 5 000 пКл. Также выпускается генератор GKI-3 с величиной заряда до 40 000 пКл.

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



Рисунок 5. Клавиатура генератора

Внешний вид клавиатуры генератора показан на рисунке Рисунок 5. 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 3 000 пКл (на 50 Ом) с частотой 25 кГц.

Изменение текущих параметров генератора производится в режиме настройки. 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». Данная функция предназначена для сохранения заряда аккумуляторов.

- Время отключения подсветки экрана. Оно может равняться 1, 5 и 10 минут. На экране показывается надпись «ВЫКЛ. ПОДСВ. – 1 мин». Подсветка нужна при настройке генератора, когда пользователь работает с прибором, в процессе инжектирования импульсов это не нужно.

- Контрастность экрана. Изменяется от 0% до 100% с шагом 10%. На экране показывается надпись «КОНТРАСТ – 20 %».

У некоторых модификаций генератора имеется возможность установки величины инжектируемого в контролируемый высоковольтный объект нормированного заряда.

Экран тестового генератора GKI-2, в основном режиме работы, во время генерации импульсов, выглядит так, как это показано на рисунке Рисунок 6.



Рисунок 6. Экран GKI-2

Справа сверху условно показывается уровень зарядки аккумулятора – по 20 % зарядки на одну линию условной батарейки. В основном поле экрана показывается инжектируемый прибором во внешнюю цепь заряд (3 000 пКл).

В нижней части экрана, в виде «движущейся линейки», показывается время, оставшееся до момента автоматического отключения генератора. Это время на бегунке показывается в условных единицах от заданного пользователем максимального значения. Если автоматическое отключение отключено, то движения бегунка в нижнем поле не происходит. Слева от «линейки» остаток времени показывается в цифровом виде.

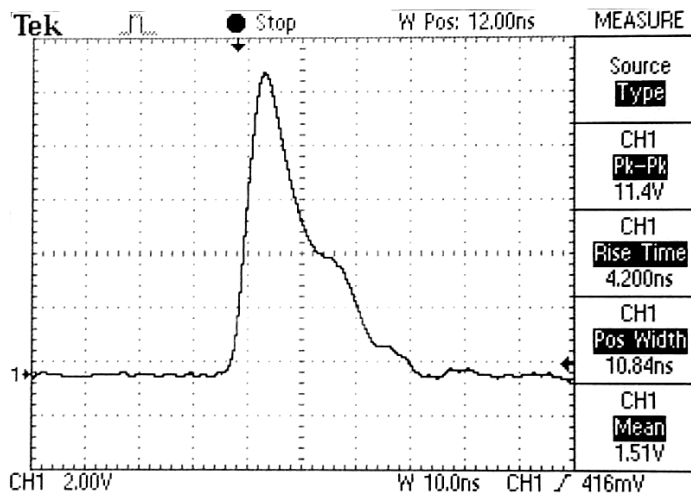


Рисунок 7. Форма выходного импульса генератора GKI-2

Форма тестового импульса частичного разряда, генерируемого на выходе GKI-2, показана на рисунке (см. Рисунок 7). Длительность переднего фронта тестового импульса составляет около 5 нс. Задний фронт импульса более затянут, но для самой процедуры калибровки измерительной схемы это менее важно. Реальные импульсы частичных разрядов, достаточно часто, имеют такую же форму импульса.

Выходная цепь генератора всегда должна быть нагружена на сопротивление, не превышающее значение в 50 Ом. Режим короткого замыкания выходной цепи генератора не представляет опасности для работоспособности прибора. Он может находиться в таком состоянии любое время, и генерировать в объект импульсы частичных разрядов, с амплитудой, показываемой на его экране.

Если контролируемый объект, относительно точек подключения генератора, имеет сопротивления, значительно превышающее 50 Ом, то форма импульса от тестового генератора начинает искажаться. Изменяются волновые свойства контролируемого объекта, и процедура калибровки будет проходить некорректно.

Для исключения этого необходимо параллельно контролируемому объекту включить «терминатор», входящий в состав поставки генератора, внутри которого смонтировано сопротивление с величиной 50 Ом. Для этого к выходу генератора подключается стандартный «T-Connector», входящий в состав поставки генератора. К одному плечу этого «тройника» подключается нагрузочный «терминатор», а к другому подключается кабель, по которому импульсы передаются к калибруемому объекту. В результате форма и амплитуда тестового импульса будут иметь стандартные параметры.

3.5.1 Параметры частичных разрядов

Частичный разряд – это искровой разряд очень маленькой мощности, который образуется внутри изоляции, или на ее поверхности, в оборудовании среднего и высокого классов 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.

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.

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 параметры реального заряда, например, внутри газового включения, а измеряем (замеряем) реакцию контролируемого высоковольтного объекта 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 пКл (пикоКулонах). Если сложить все заряды, зарегистрированные в оборудовании за одну секунду, то получится ток ЧР – тот ток, который протекает в той цепи, которую контролирует датчик, 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 усреднения, 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_{max} . 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 инжeksiруется 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 наблюдаемых 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.

По обоим полученным параметрам, PDI и Q_{max} , прибор MDR-M рассчитывает *тренд* или *скорость изменения* (во сколько раз изменится параметр за год) и *изменение* (разовое изменение, в процентах от предыдущего значения). Все эти параметры также могут быть использованы для оценки состояния высоковольтного оборудования.

Каждый зарегистрированный импульс в приборе хранится не в форме аналогового сигнала, а в виде параметров пяти параметров импульса:

- «знак» импульса (положительный или отрицательный);
- Амплитуда импульса (32 амплитудных окна, по 2,2 dB);
- Фаза возникновения импульса (48 фазовых окна по 7,5°);
- Частота импульса;
- Длительность импульса.

Этот подход, во-первых, позволяет хранить большее количество импульсов, во-вторых, он упрощает фильтрацию перенаведенных импульсов, и, в-третьих, за счет группировки по различным параметрам импульсов дает мощный инструмент диагностики оборудования.

3.6 Работа с прибором при помощи выносного пульта управления

Прибор может поставляться в комплекте с выносным индикатором, подключаемым к разъему «Terminal».



Рисунок 8. выносной пульта управления

Индикатор имеет клавиатуру, состоящую из 8-ми кнопок.

- «Esc» - используется для отмены каких-либо операций, возврата к предыдущему меню и т.п.;
- «←», «→», «↑», «↓» (стрелки) - используются для изменения параметра на индикаторе, изменения пунктов меню настроек прибора, изменения параметров настройки прибора и т.п.;
- «Ent» - используется для выбора текущего пункта меню, для подтверждения ввода в текущее поле ввода;
- «Mem» - просмотр данных в памяти прибора;
- «Mod» - режим настроек параметров прибора.

Выносной пульт управления предназначен для настройки параметров прибора, для просмотра текущего состояния контролируемого оборудования и для просмотра архива прибора «MDR-M».

В режиме мониторинга между регистрацией замеров на индикаторе с заданным интервалом последовательно отображаются данные последнего зарегистрированного замера. С помощью клавиш «←», «→», «↑», «↓» можно переключиться между отображением различных параметров.

Всего в приборе отображается на экране следующие данные:

- текущие дата и время прибора;
- дата и время регистрации следующего замера;
- частота сети;
- температура окружающей среды;
- влажность окружающей среды;
- превышенные аварийные пороги;
- уровень интенсивности ЧР;
- тренд интенсивности ЧР;
- амплитуда импульсов ЧР Q_{max} ;
- тренд амплитуды импульсов;

При включении прибор загружает данные, на экране при этом отображается строка «loading...». После выполнения этой операции прибор переходит в режим ожидания команд пользователя с клавиатуры индикатора или по интерфейсам связи, отображения информации и отработки расписания.

С помощью клавиатуры прибора, можно выполнить следующие действия:

- просмотр архива;
- настройку прибора;
- калибровку прибора;
- проконтролировать текущее состояние прибора.

Из любого окна ввода/или подтверждения прибор автоматически переходит в режим ожидания, если не происходит ни одного нажатия клавиш в течение 30 минут.

Основное назначение выносного пульта – пуско-наладочные работы, поэтому в стандартную комплектацию он не включен.

4 Программное обеспечение «СКИ»

4.1 Назначение ПО «СКИ»

Программа «СКИ» выполняет несколько функций работы с прибором «MDR-M»:

- Настройка прибора «MDR-M»;
- Резервное хранение и синхронизация настроек прибора;
- Импорт данных из прибора и их сохранение на жестком диске компьютера.
- Просмотр и анализ данных из архива.

Программа «СКИ» соединяется с прибором «MDR-M» по интерфейсу RS-485 или USB.

4.2 Условия выполнения программы «СКИ»

Для работы программы необходимо выполнение следующих требований:

- операционная система Windows 98SE/ME/NT4 SP6a/2000/2003 Server/XP/Vista/Seven;
- монитор, поддерживающий режим не ниже 1024x768, 256 цветов;
- 50Мб свободного дискового пространства для файлов программы и 1Гб для данных прибора.

4.3 Установка программного обеспечения «СКИ»

Для установки программы «СКИ» на ваш компьютер необходимо запустить файл «SKI_Install.exe», который находится на компакт диске, поставляемом с прибором «MDR-M». Далее следуйте указаниям программы установки, которые появятся на экране компьютера. Разрешена установка более новой версии программы поверх старой, программа автоматически заменит только устаревшие файлы.

Программа по умолчанию устанавливается в каталог «C:\SKI». Ярлык для запуска программы создается в меню «Пуск/Программы» и на Рабочем Столе компьютера.

4.4 Запуск программы «СКИ»

Для запуска найдите в меню «Пуск\Программы\СКИ» пункт «СКИ» и нажмите на нем левую кнопку мыши.

Также, запуск программного обеспечения осуществляется двойным щелчком левой кнопки мыши на ярлыке программы «СКИ» на рабочем столе.

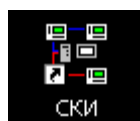


Рисунок 9. Ярлык программы на Рабочем Столе

После запуска программы, появится окно ввода пароля:

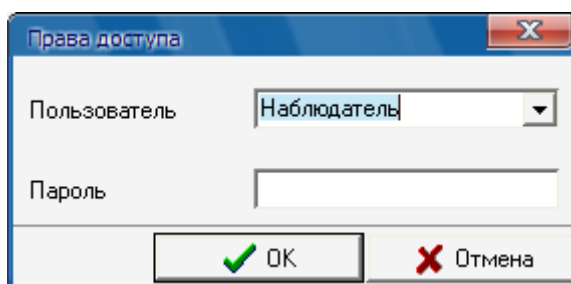


Рисунок 10. Выбор прав доступа

В программе имеется 3 уровня доступа:

- «Наблюдатель» – имеет право просматривать архив и настройки прибора «MDR-M».
- «Оператор» – имеет права наблюдателя и может добавлять в базу данных замеры, управлять автоматическим опросом прибора «MDR-M», изменять настройки прибора «MDR-M», запускать внеочередное измерение.
- «Администратор» – имеет права оператора и может управлять базой данных: добавлять/удалить объекты наблюдения, удалять замеры из архива на компьютере и в памяти прибора «MDR-M».

Уровень доступа «Наблюдатель» не требует пароля. Переход с более высокого уровня на более низкий также не требует пароля. Значение пароля оператора по умолчанию «operator». Пароль оператора может быть изменен самим оператором и администратором. Пароль администратора может быть изменен только администратором. Значение пароля администратора по умолчанию «admin»

После ввода пароля нажмите кнопку «ОК». Нажатие кнопки «Отмена» приведет к запуску программы с правами наблюдателя. После этого откроется основное окно программы.

4.4.1 Главное меню

В главном меню программы содержатся пункты: «**Параметры**», «**Помощь**» и кнопка «**Опрос модулей**». В пункте «**Параметры**» предлагаются подпункты: «**Дерево в виде Web**», «**Подтверждение на выход**», «**Просмотр данных**», «**Выход**».

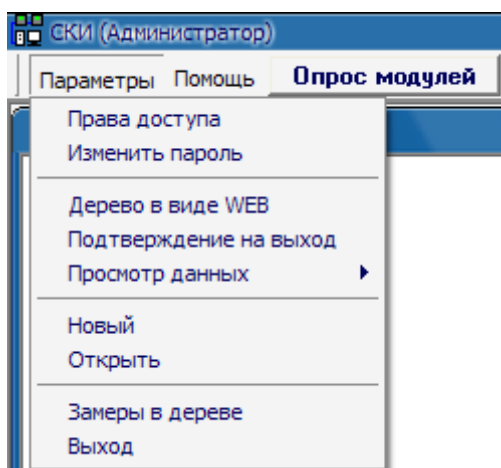


Рисунок 11. Главное меню программы «СКИ»

При включении опции «**Дерево в виде Web**» в пользовательском окне мышью изменяет свою форму, и выполнение функции по умолчанию происходит по одинарному щелчку левой кнопки мыши.

При включении опции «**Подтверждение на выход**», при закрытии программа будет спрашивать, действительно ли вы хотите выйти.

Пункт «**Просмотр данных**» делится еще на три пункта: «**Все замеры**» – при просмотре замеров будут показываться все замеры модуля, «**За последний год**» – будут показываться замеры только за последний год, «**По выбору**» – пользователь будет сам выбирать интервал просмотра замеров.

Пункт «**Замеры в дереве**» предназначен для ускорения запуска программы, когда вы имеете базу с очень большим числом замеров. При включении этой опции программа при запуске загружает все замеры в дерево базы данных, а при отключении этой опции программа не загружает замеры в дерево при запуске, что ускоряет процесс загрузки.

При выборе подпункта «**Выход**» программа СКИ прекратит свою работу.

В пункте «Помощь» содержатся подпункты «**Пользование программой**» и «**Информация**».

При выборе функции «**Пользование программой**» Вам будет предложена справка о программе, а при выборе функции «**Информация**» Вы увидите информацию о версии программного обеспечения и фирме-изготовителе данного продукта.

Кнопка «**Опрос модулей**» предназначена для включения глобального опроса всех модулей (приборов) включенных в опрос. Т.е. после нажатия на эту кнопку, программа начинает по очереди связываться с каждым из модулей, включенных в опрос и считывать с них информацию с последующим её сохранением на жесткий диск компьютера.

4.4.2 Структура базы данных

После запуска программы на экране появляется окно «База данных». Это окно является основным в программе и необходимо для управления данными о наблюдаемом оборудовании. Программа может содержать базы данных нескольких предприятий. Считается, что каждое предприятие поделено на некоторое количество подразделений, в каждом подразделении имеется некоторое количество агрегатов и подразделений более низкого уровня. Данная информация вводится последовательно и отображается в пользовательском окне «База данных» в виде древовидной структуры, корнем которого является значок «СКИ». К нему привязаны только предприятия. Слева от значка каждого элемента дерева может быть знак «+», это означает, что данный элемент содержит внутри себя данные и может быть раскрыт далее (раскрыть всю структуру хранения информации по выбранному объекту).

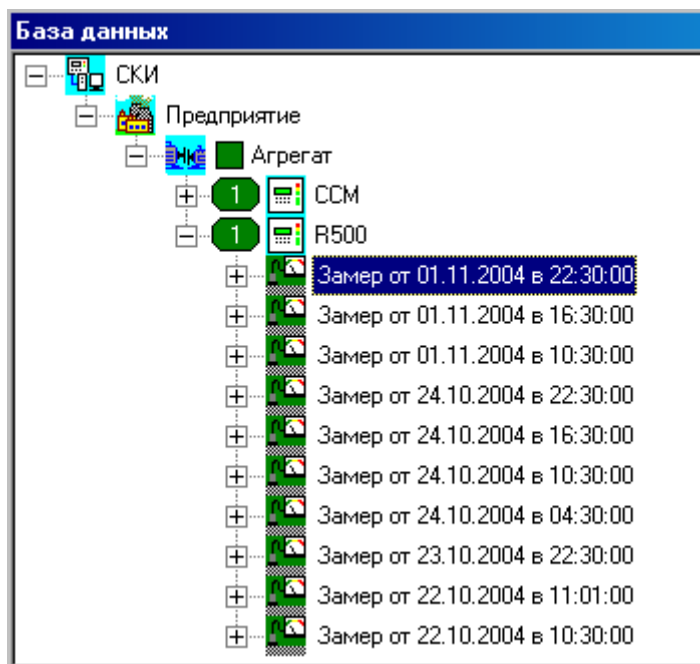



Рисунок 12. Вид базы данных

Каждый из элементов дерева (Корень дерева, предприятие, подразделение, агрегат, модуль, замер) имеет свое меню, вызываемое щелчком правой кнопки мыши на соответствующем объекте. Через выбор пунктов этих меню осуществляется управление всеми функциями программы.

4.4.3 Меню корня дерева.

Наведите курсор на значок  «СКИ» в окне «База данных» и нажмите правую кнопку манипулятора «мышь». В результате появится меню:

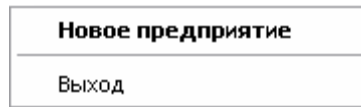



Рисунок 13. Меню объекта «СКИ»

«**Новое предприятие**» - при выборе данного пункта появится окно создания нового предприятия, где необходимо ввести имя предприятия.

«**Выход**» - при выборе данного пункта программа завершит работу.

4.4.4 Меню предприятия

Наведите курсор на предприятие  в окне «База данных» и нажмите правую кнопку манипулятора «мышь». В результате появится меню предприятия:

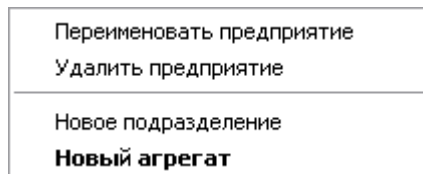


Рисунок 14. Меню предприятия


«**Переименовать предприятие**» - функция вызывает окно, в котором предлагается изменить наименование предприятия.

«**Удалить предприятие**» - запускает процесс удаления данных о предприятии и привязанных к нему подразделений, агрегатов, модулей и замеров.

«**Новое подразделение**» - функция создания нового подразделения. Вам необходимо только ввести наименование нового подразделения в появившемся окне.

«**Новый агрегат**» - функция создания нового агрегата. Вам необходимо только ввести наименование агрегата в появившемся окне.

4.4.5 Меню подразделения

Наведите курсор на подразделение  в окне «База данных» и нажмите правую кнопку манипулятора «мышь». В результате появится меню подразделения, аналогичное меню предприятия.

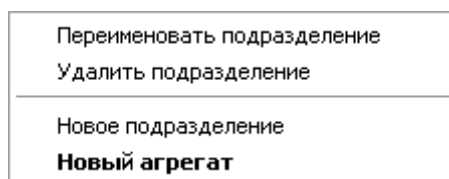



Рисунок 15. Меню подразделения

4.4.6 Меню агрегата

Наведите курсор на агрегат  в окне «База данных» и нажмите правую кнопку манипулятора «мышь», появится меню агрегата:

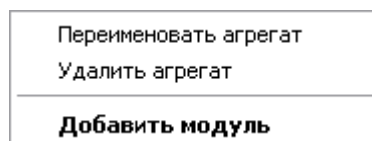


Рисунок 16. Меню агрегата

«**Переименовать агрегат**» - позволяет переименовать агрегат.

«**Удалить агрегат**» - запускает процесс удаления агрегата и привязанных к нему модулей и замеров.

«Добавить модуль» - данный пункт меню позволяет привязать к агрегату новый модуль (прибор). После выбора данного пункта программа запросит тип подключаемого модуля.

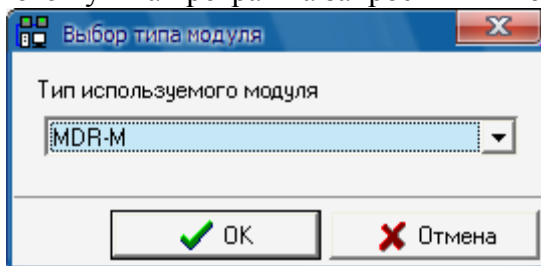


Рисунок 17. Добавление прибора

Вы можете выбрать тип модуля (MDR-M) из доступных в списке. После выбора типа модуля необходимо ввести имя для модуля, это нужно для того, чтобы различать несколько одинаковых типов модулей, привязанных к одному агрегату, или, например, хранить данные произведенные с разными настройками прибора, или за различный интервал времени. Связка Тип прибора + Наименование должна быть уникальной в пределах агрегата.

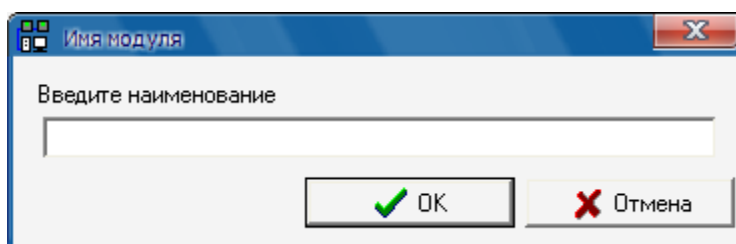


Рисунок 18. Наименование прибора

После ввода имени прибора программа запросит его адрес в сети Modbus, порт связи, скорость передачи и параметры работы в общей системе.

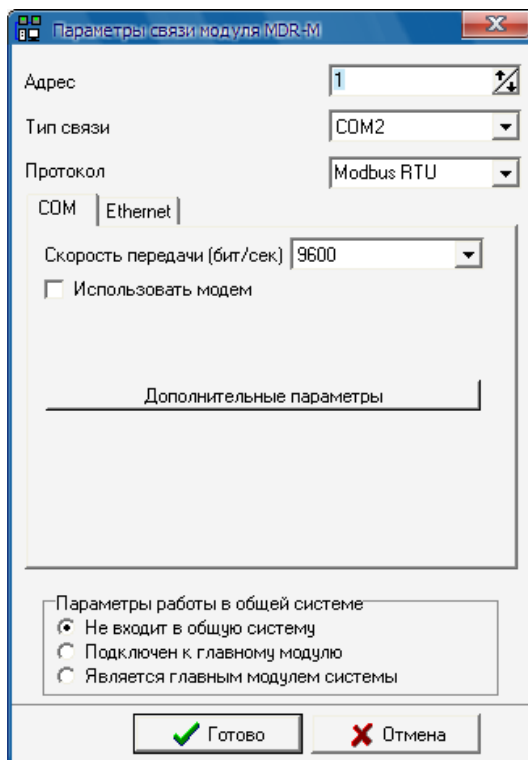


Рисунок 19. Окно параметров связи

По указанному здесь адресу, программа будет искать этот модуль в Modbus-сети и поэтому адреса разных модулей в одной сети не должны совпадать.

Следует выбрать «Не входит в общую систему», и программа будет использовать для связи с модулем его личные настройки связи.

Выберите интерфейс и порт связи (COM1.. COM<N>/USB).

4.4.7 Меню модуля (прибора)

Нажмите правую кнопку «мыши» на добавленном модуле. В результате появляется меню, которое содержит следующие пункты:

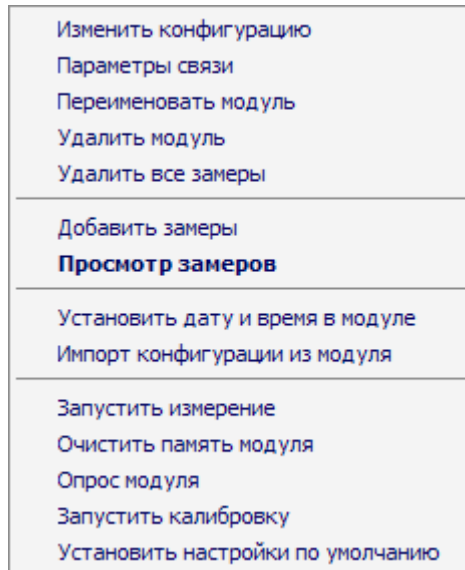


Рисунок 20. Меню прибора

«**Изменить конфигурацию**» - функция просмотра и изменения конфигурации модуля, хранящейся на компьютере, с возможностью записать ее в модуль (прибор).

«**Параметры связи**» - функция настройки параметров связи у выбранного модуля.

«**Переименовать модуль**» - функция изменения имени модуля.

«**Удалить модуль**» - запускает процесс удаления модуля и всех привязанных к нему замеров.

«**Удалить все замеры**» - запускает процесс удаления всех замеров модуля, хранящихся на компьютере.

«**Добавить замеры**» - данный пункт меню позволяет переписать замеры из модуля в базу данных «СКИ». После выбора данного пункта, программа связывается с модулем и считывает заголовки замеров, произведенных после даты последнего загруженного на компьютер замера, после чего появляется окно выбора замеров.

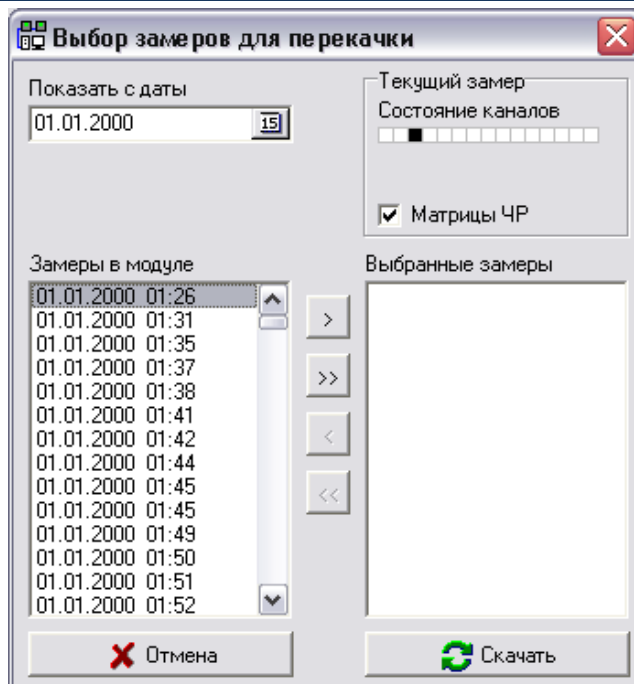


Рисунок 21. Добавление замеров

В календаре «Показать с даты» выберите дату, начиная с которой вы хотите просмотреть замеры в модуле, в случае, если дата установлена неправильно.

Замеры появятся в списке «Замеры в модуле». Выберите в этом списке необходимые замеры при помощи левой кнопки мыши. (Удерживая ее или клавишу «Shift» для выбора подряд идущих замеров. Для выбора одиночных замеров удерживайте клавишу «Ctrl»).

Для перекачки замеров в компьютер перенесите выбранные замеры в список «Выбранные замеры», нажав кнопку «>». Для переноса всего списка используйте кнопку «>>». Нажмите кнопку «Скачать» для переноса указанных в правом списке замеров в компьютер. По окончании процедуры переноса, замеры добавятся к выбранному модулю.

«Просмотр замеров» – выводит в графическом виде информацию, содержащуюся в замерах. Если в главном меню программы в пункте **«Просмотр данных»** выбран подпункт **«по выбору»**, то вам необходимо выбрать интервал времени для просмотра. Можно просмотреть архив за текущий день, за текущую неделю, за текущий месяц, весь, за указанный период времени. Если Вы выбрали просмотр за указанный период времени, введите правильный диапазон времени, замеры, из которого, должны быть отображены на графиках.

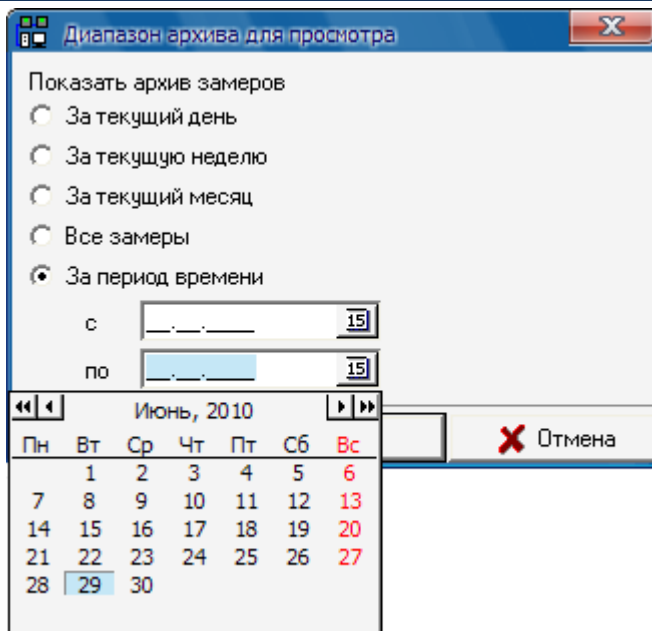


Рисунок 22. Выбор диапазона времени для просмотра замеров

Если Вы не ввели начало временного интервала, то на график попадут данные со времени создания архива до окончания. Если Вы не ввели окончание временного интервала, то на графики попадут замеры с начала временного интервала до текущего момента времени. Если Вы не ввели временной интервал, то в отчет попадут все замеры из архива. После выбора временного интервала, появится окно просмотра замеров, которое описано ниже.

«Установить дату и время в модуле» - функция просмотра и изменения даты и времени в модуле. Модуль имеет часы реального времени, питаемые от автономной батареи (как в персональном компьютере). Эта функция необходима для синхронизации часов модуля с реальным временем.

«Импорт конфигурации из модуля» - эта функция загружает конфигурацию, содержащуюся в данный момент в модуле.

«Запустить измерение» - функция посылает в модуль команду на выполнение измерения.

«Очистить память модуля» - функция посылает в модуль команду на удаление всех хранящихся в нем замеров.

«Опрос модуля...» - (данная опция есть только у стационарных приборов) функция вызывает окно настройки интервала опроса модуля.

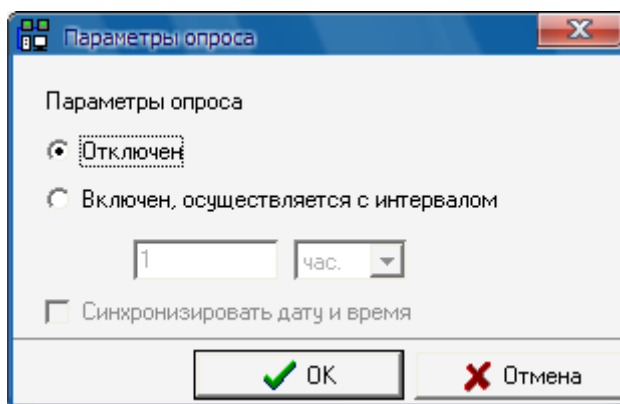


Рисунок 23. Настройка автоматического опроса

В данном окне можно включить или выключить опрос модуля. Также здесь выбирается интервал времени, с которым программа будет обращаться к модулю.

Если нажать кнопку «Опрос модулей», описанную ранее, то программа «СКИ» будет автоматически считывать замеры из модулей с включенным опросом и сохранять их в базе.

«Запустить калибровку» – запускает функцию калибровки прибора.

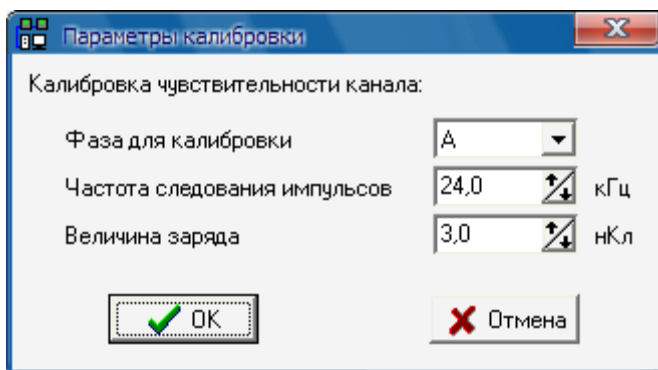


Рисунок 24. Окно запуска калибровки

Подключите генератор калибровочных импульсов, выберите фазу, к которой подключен генератор, уточните параметры генератора и нажмите «ОК».

Через некоторое время, достаточное для выполнения автоматической калибровки (одна - три минуты) сделайте «Импорт конфигурации из модуля» и в появившемся окне нажмите кнопку «Сохранить».

4.4.8 Меню замера

Наведите курсор на замер в окне «База данных» (при включенном переключателе «Замеры в дереве» Главного меню программы) и нажмите правую кнопку манипулятора «мышь», появится меню замера:

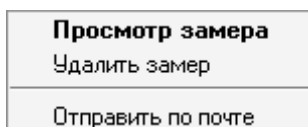


Рисунок 25. Меню замера

Пункт «Просмотр замера» - вызывает окно просмотра замера;

«Удалить замер» - удаляет выбранный замер;

«Отправить по почте» – отправляет по электронной почте выбранный замер.

4.5 Настройка прибора с помощью программы «СКИ»

Для настройки прибора с помощью программы «СКИ» нужно выбрать в меню прибора пункт «Импорт конфигурации из модуля». После этого программа свяжется с прибором, скачает текущие настройки модуля и выведет их на экран.

В появившемся окне можно настроить все параметры прибора и переслать их в прибор.

Окно состоит из трех вкладок (в режиме администратора - четырех) и шести кнопок.

Назначение вкладок и кнопок:

- Вкладка «Параметры прибора» - настройка общих параметров: протокола и скорости связи, расписания, разрешение/запрещение мониторинга;
- Вкладка «Регистрация ЧР» - настройка параметров регистрации и фильтрации импульсов;
- Вкладка «Оценка состояния» - настройка параметров оценки состояния по результатам измерений и параметров автоматической диагностики;
- Вкладка «Коэффициенты калибровки» - настройка калибровочных коэффициентов для подключения к датчикам температуры и влажности различных типов;

- Кнопка «Записать в прибор» - проверяет изменения, сохраняет их на диск компьютера, и отправляет в прибор;
- Кнопка «Закрыть» - закрывает окно редактирования настроек без сохранения и передачи изменений;
- Кнопка «Загрузить» - отменяет внесенные изменения, загружая с диска компьютера данные последнего сохранения;
- Кнопка «Сохранить» - проверяет и сохраняет изменения, затем закрывает окно не передавая их в прибор;
- Кнопка «Мастер настройки» - запускает функцию, помогающую настроить параметры регистрации и оценки состояния (вкладки «Регистрация ЧР» и «Оценка состояния») в зависимости от схемы подключения и класса напряжения ЭМ;
- Кнопка «Данные калибровки каналов регистрации ЧР» - показывает окно просмотра результатов калибровки каналов с помощью калибровочного генератора.

Рассмотрим вкладки более подробно.

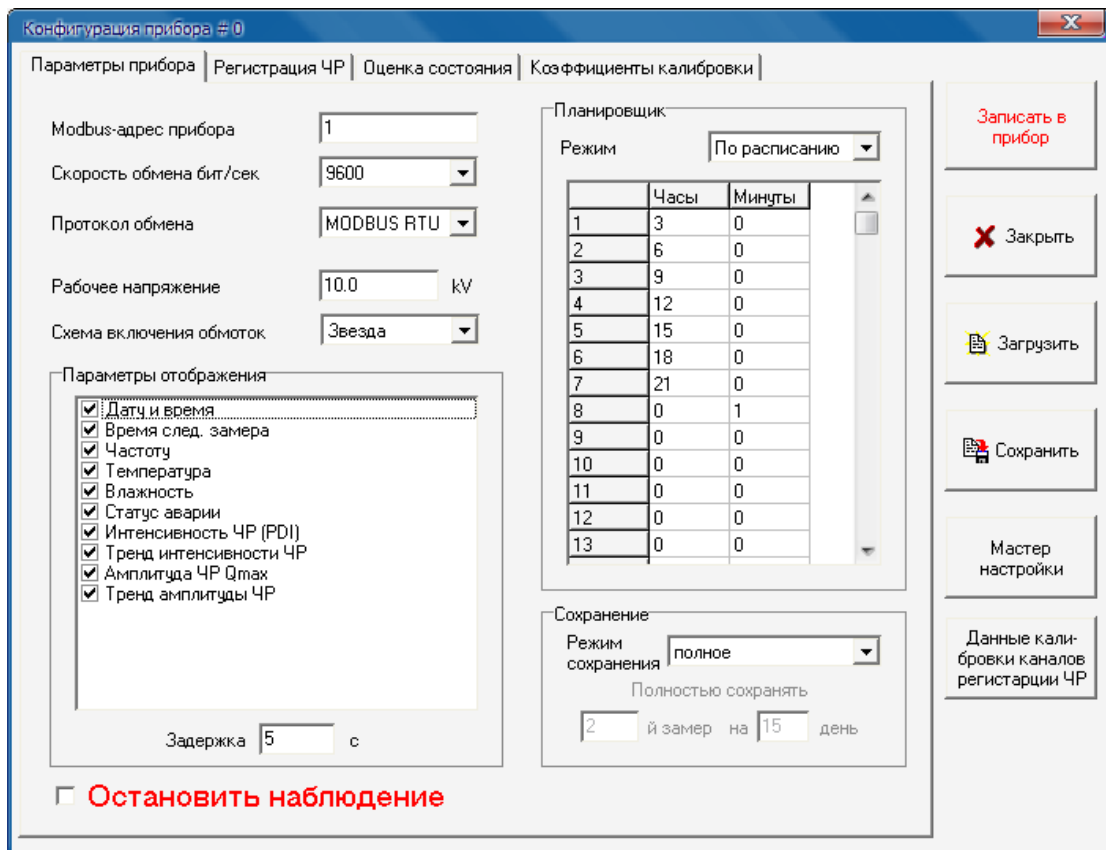


Рисунок 26. Вкладка «Параметры прибора»

На вкладке «Параметры прибора» задаются общие параметры прибора.

В поле «Адрес прибора» задается адрес прибора в сети MODBUS, при связи по интерфейсу USB этот параметр не имеет значения;

«Скорость бит/сек» – скорость обмена по интерфейсу RS-485. На обмен по интерфейсу USB не влияет.

«Протокол обмена» – выберите протокол обмена: MODBUS TCP или MODBUS RTU.

«Рабочее напряжение» - введите рабочее напряжение в киловольтах.

«Схема включения обмоток» - выберите схему включения обмоток ЭМ – «звезда» ил «треугольник».

Группа **«Параметры отображения»** - если к прибору подключен экран, и прибор не находится в режиме измерения, то раз в **«Задержка»** секунд на экране будут изменяться разрешенные способы отображения текущей информации.

Группа **«Планировщик»** - прибор может выполнять замеры по расписанию или через интервал. Расписание состоит из 50 пунктов, значение 0-0 воспринимается прибором как отсутствие замера по этой строке планировщика. Прибор может производить измерения по расписанию или через заданный интервал, интервал должен быть в диапазоне от двух минут до 11 часов 59 минут.

Группа **«Сохранение»** - прибор может сохранять замеры с исходными таблицами распределения ЧР – **«полное»** или без них **«краткое»**. При кратком сохранении сохраняются только рассчитанные по ним интегральные параметры. В режиме краткого сохранения можно время от времени сохранять полные замеры, например если введено **«Полностью сохранять 2й замер на 3й день»**, то каждого третьего числа месяца (3, 6, 9, 12, 15, 18 и т.д.) 2й замер будет сохраняться полностью.

При включенной галочке **«Остановить наблюдение»** прибор останавливает мониторинг и не запускает замеры по расписанию. При подключенном дисплее время от времени будет писаться **«Monitoring stopped»**.

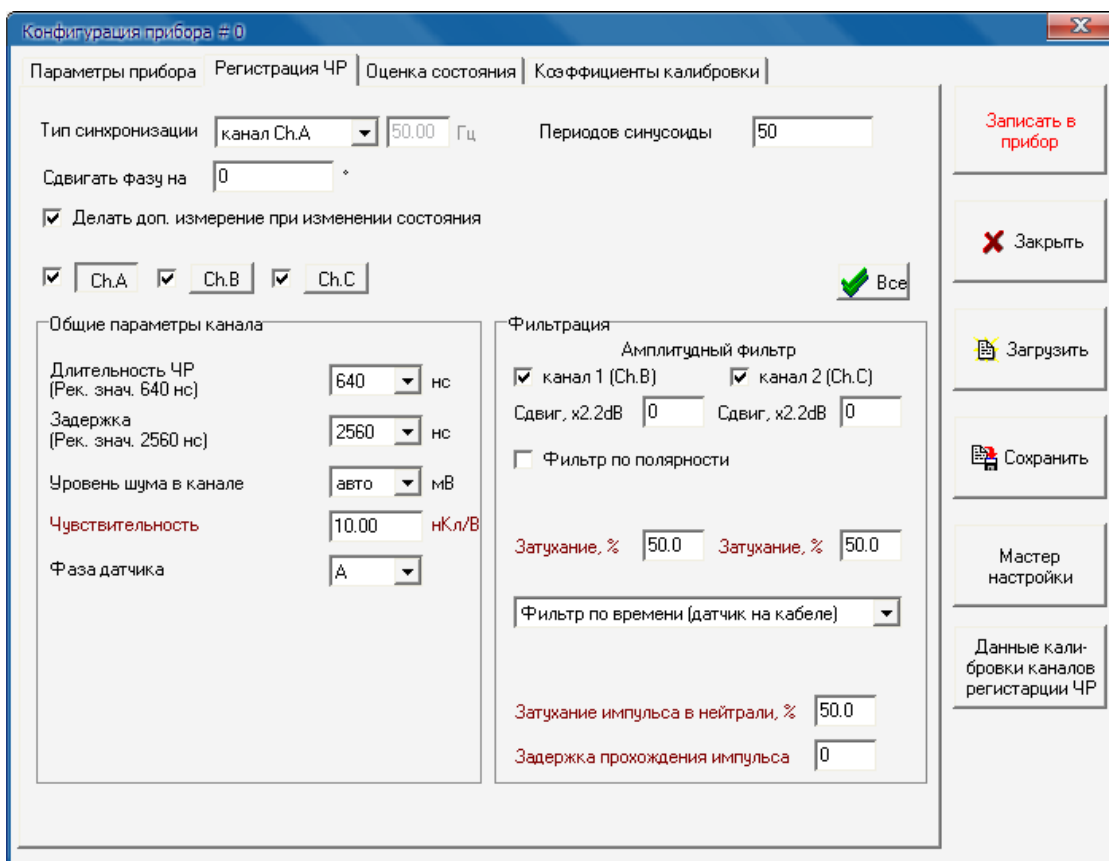


Рисунок 27. Вкладка «Регистрация ЧР»

На вкладке «Регистрация ЧР» задаются общие параметры регистрации. При нажатии на кнопку с именем канала – появляются параметры регистрации, относящиеся только к этому каналу. Коричневым выделены параметры, которые определяются в процессе калибровки прибора при помощи калибровочного генератора.

Все параметры вкладки «Регистрация ЧР» (кроме определяющихся при калибровке) могут быть настроены автоматически в соответствии со схемой подключения. Для этого нажмите кнопку «Мастер настройки» (см. п. 4.6).

«Тип синхронизации» – источник синхронизации. Синусоида на прибор может быть подана через:

- вход «Ch.A» прибора – канала Ch.A;
- от питающего переменного напряжения 220В;
- без источника – матрицы будут сохранены без привязки к опорной синусоиде – «внутренняя».

Для внутренней синхронизации необходимо ввести частоту в Гц.

«Периодов синусоиды» - количество периодов синусоиды для считывания (усреднения).

Если включен переключатель **«Делать доп. измерение при изменении состояния»**, то при переходе оценки замера в аварийную, прибор сделает небольшую паузу, и запустит измерение снова. И уже только тогда примет решение о состоянии оборудования, сохранит замер и включит аварийное реле. При отключенном переключателе, решение о состоянии, сохранение и включение реле делается сразу.

В окошке **«Сдвигать фазу на»** введите опережение источника синхронизации относительно синусоиды напряжения фазы А.

Группа **«Общие параметры канала»**

«Длительность ЧР», **«Задержка после ЧР»** - это ограничения на импульсы, внутренняя фильтрация по частоте и форме. Стандартные значения для ЭМ такие:

- Длительность ЧР=640 нс;
- Задержка=2560 нс.

«Уровень шума в канале» – механизм отсеки нижних "шумовых" амплитудных окон из расчета PDI. Выбирается по результатам пробных замеров, после пуска ЭМ в эксплуатацию, может быть установлен в положение «авто».

«Чувствительность» – определяется при калибровке.

«Фаза датчика» – дополнительный сдвиг фазы этого канала относительно фазы А.

Группа **«Фильтрация»**

Здесь нужно:

- Выбрать, **активен** амплитудный фильтр или **нет**.
- Указать **«сдвиг»** – амплитудного фильтра - величину порога можно подвинуть вверх или вниз относительно сигнального на ± 5 амплитудных окон.
- Выбрать, **активен** фильтр по полярности или **нет**.

«Затухание» определяется при калибровке прибора.

Выберите алгоритм работы фильтра по времени прибытия:

- По опережению (если четвертый датчик установлен на заземлении кабеля);
- По времени пробега (если датчик установлен в точке объединения обмоток в «звезду»).

При работе фильтра «по времени пробега» при калибровке определяется это время – оно показано в параметре **«Задержка прохождения импульса»**.

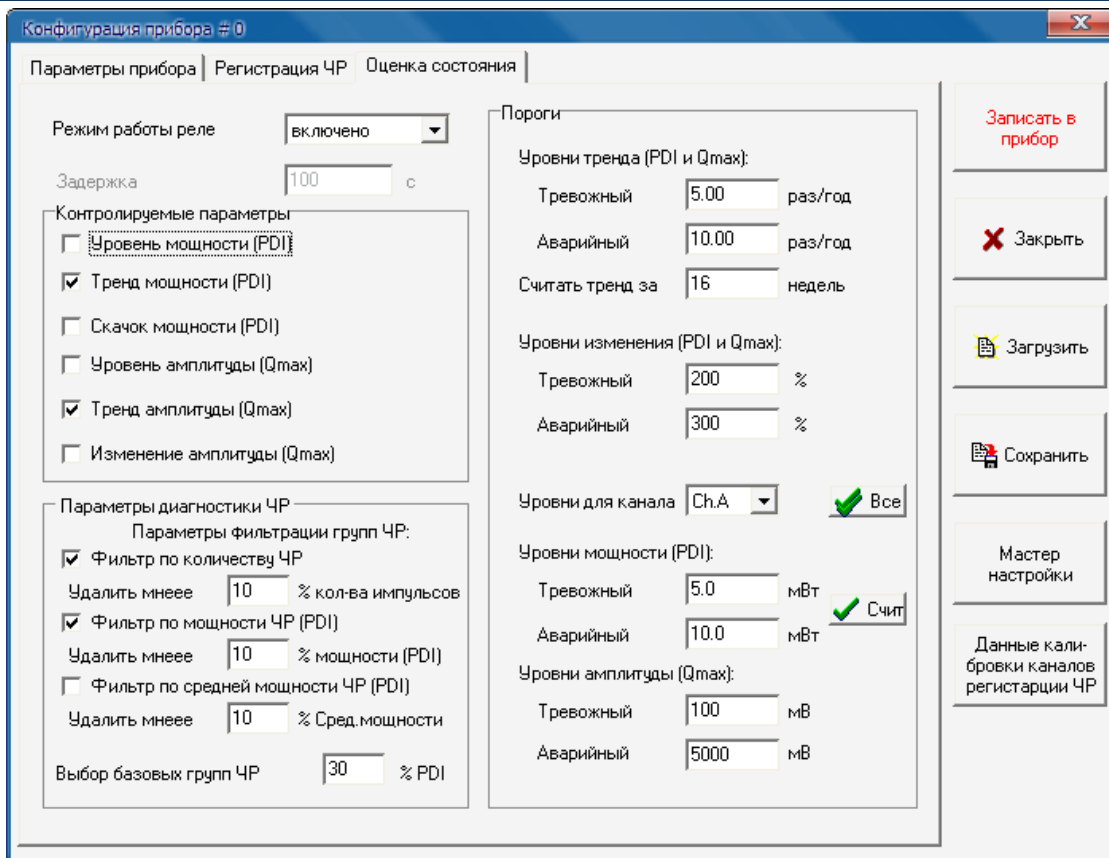


Рисунок 28. Вкладка «Оценка состояния»

Режим работы реле – реле – «включено» – замыкать реле «Тревога» и «Авария» при превышении порога, «отключено» – не замыкать, «на время» - реле будет замыкаться на «**Задержка**» секунд.

Группа «Контролируемые параметры» - тут нужно выбрать, по каким параметра выставлять реле состояния, по каким – нет.

В этой группе можно выбрать, по каким параметра выставлять реле состояния, по каким – нет.

Появление этих настроек обусловлено несколькими моментами:

- во-первых, нет утвержденных норм или хотя бы наработок, но они появляются;
- во-вторых, высокая амплитуда импульсов или большое их количество может оставаться стабильным в течение долгого времени, только изменение этих величин во времени свидетельствует о том, что в изоляции происходят ухудшения;
- в-третьих, изменения уровней – это показатель скорости развития дефекта, а не степени развития дефекта.

Поэтому в настоящее время невозможно сказать, какой из параметров важнее. Мы приняли, что наиболее показательны тренды.

Группа «Пороги» - тут нужно ввести пороги на контролируемые параметры и период, за который рассчитывать тренд. Пороги на PDI и Q02 устанавливаются на каждый канал, пороги на скачок и тренд устанавливаются для всех каналов.

При нажатии на кнопку «Счит.» появляется окно подтверждения рабочего напряжения ЭМ, после нажатия «Установить» в этом окне – произойдет автоматический расчет порогов PDI всех каналов, в соответствии с рабочим напряжением.

На текущий момент, параметры, рассчитанные по амплитудно-фазовому распределению частичных разрядов (Амплитуда Q02 и Интенсивность PDI частичных разрядов), не могут быть использованы для оценки состояния изоляции высоковольтного оборудования, в связи с отсутствием утвержденных методик и норм.

Параметры, рассчитанные по изменению характера частичных разрядов (тренд Q02, тренд PDI) со временем, являются характеристиками скорости развития, а не степени развития дефекта.

Несмотря на это, эти параметры (тренды, в особенности тренд PDI) должны обязательно контролироваться оператором, так как изоляция имеющая тенденцию к ухудшению – это плохая изоляция.

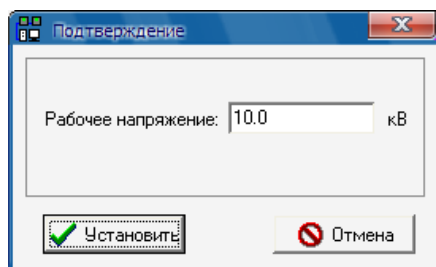


Рисунок 29. Окно подтверждения рабочего напряжения

4.6 Мастер настройки

Окно «Мастера настройки» предназначено для облегчения процедуры настройки прибора перед пуском в эксплуатацию.

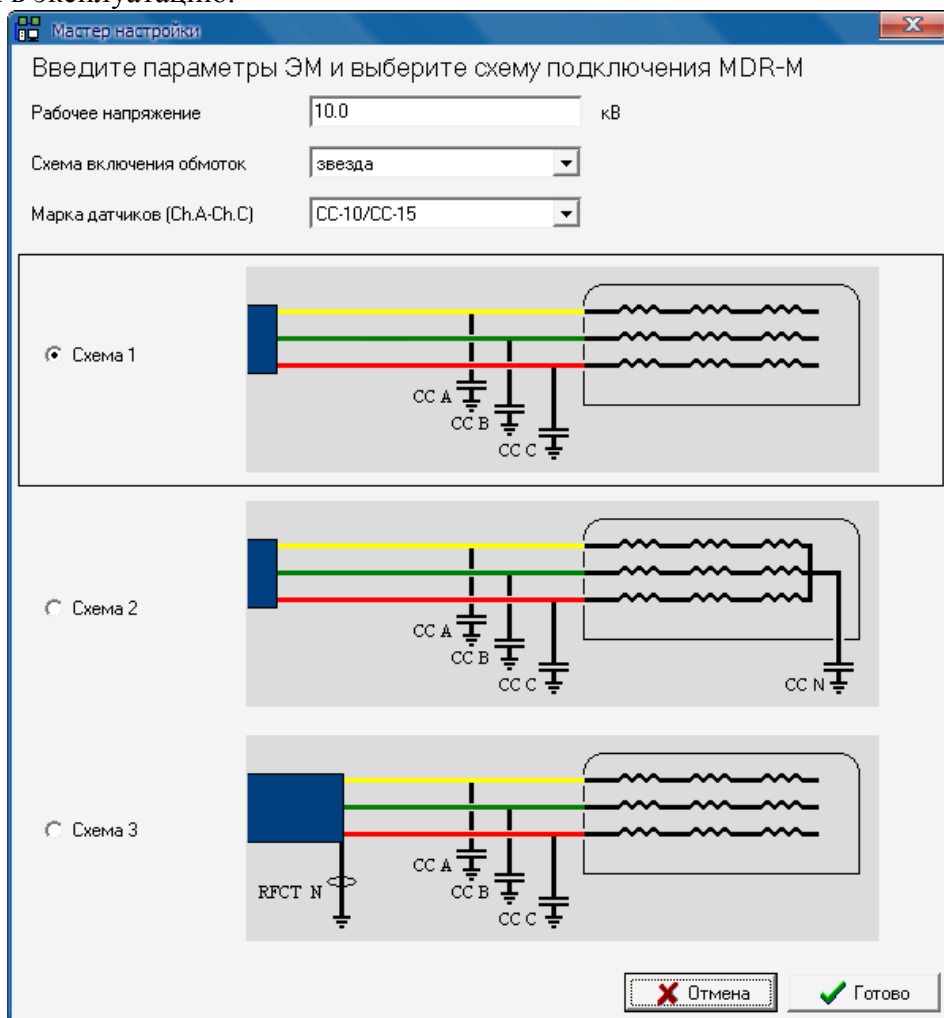


Рисунок 30. Окно «Мастера настройки»

Выберите схему подключения, введите рабочее (линейное) напряжение, и выберите тип датчиков, и нажмите кнопку «Готово».

В результате программа автоматически установит:

- все параметры расположенные на вкладке «Регистрация ЧР», кроме рассчитываемых при калибровке;
- Рабочее напряжение и схему включения обмоток (вкладка «Параметры прибора»);

- Предельные уровни величины PDI (вкладка «Оценка состояния»).

4.7 Просмотр результатов измерений

В ПО «СКИ» заложены основные инструменты анализа результатов измерений. Все они находятся в окне просмотра замеров.

В окне просмотра замеров имеются несколько вкладок, на которых отображены различные представления результатов измерения:

- Матрицы ЧР (амплитудно – фазовое распределение);
- Тренд (изменение интегральных параметров распределений во времени);
- 3D (трехмерное изображение амплитудно – фазового распределения);
- PND (зависимость количества от амплитуды импульсов);
- Карта PD (TF-плоскость).

4.7.1 Матрицы ЧР

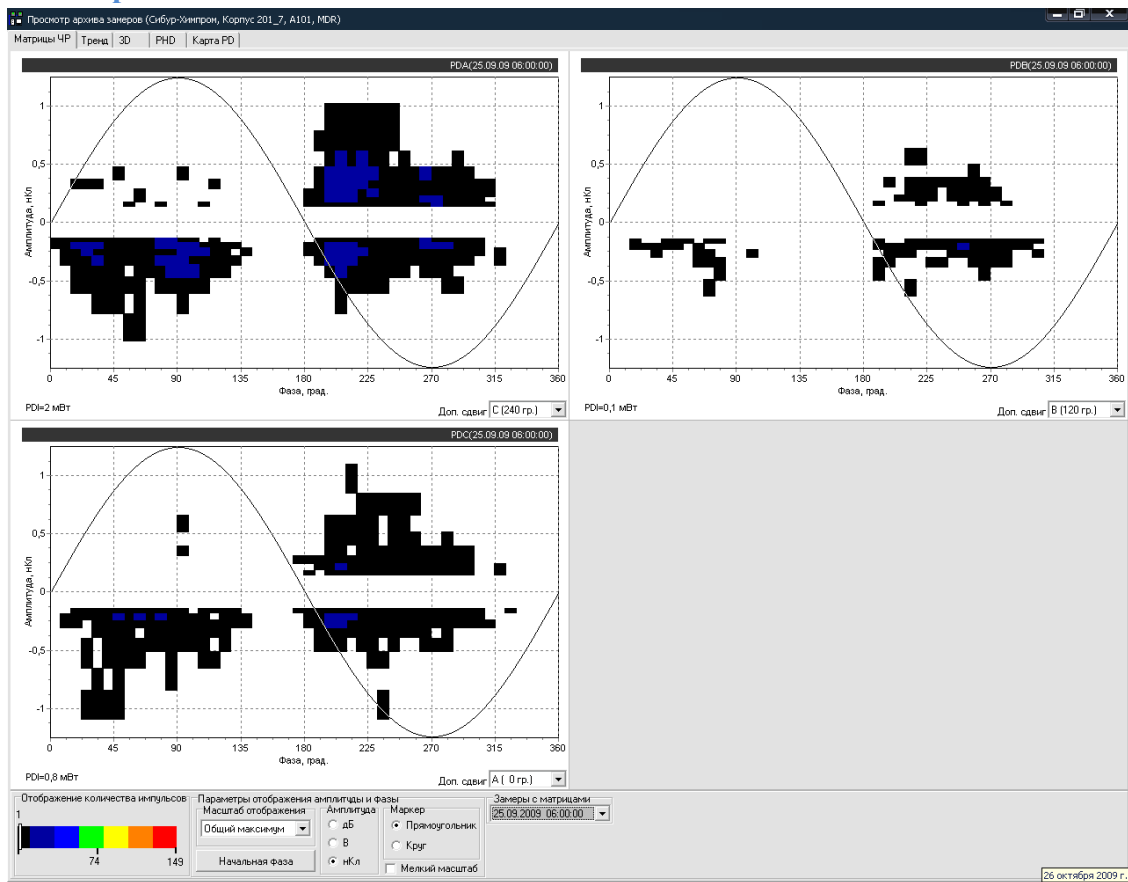


Рисунок 31. Амплитудно-фазовое распределение

Эта вкладка содержит двумерные графики (на каждый включенный канал) распределения количества импульсов в секунду. Количество импульсов определяется цветом маркера.

При наведении курсора мыши на конкретную точку графика появится подсказка с указанием данной точки, и в нижнем левом углу экрана, на цветной линейке, бегунок установится на текущее значение количества импульсов в данной точке.

Графики перемещаются в любом направлении перемещением мыши с удержанием правой кнопки. Увеличить масштаб можно, удерживая левую кнопку мыши и выделяя интересующий прямоугольный участок графика слева направо. При выделении прямоугольника справа налево, график примет первоначальный масштаб.

Каждый график имеет заголовок, в котором указано название канала и время замера. Для отображения графика на все окно просмотра – щелкните на заголовке графика левой кнопкой мыши.

Под каждым графиком имеется надпись со значением интенсивности (PDI) импульсов, рассчитанная по данной матрице.

Каждый график может быть включен в отчет, вызовом всплывающего, по правой кнопке мыши меню. Отчет автоматически создается и может далее редактироваться в программе Microsoft Word, которая должна быть установлена на Вашем компьютере. Из этого же меню можно экспортировать таблицу распределения импульсов в Microsoft Excel.

Ниже графиков расположены следующие группы элементов управления:

«Отображение количества импульсов» – в нее входит:

- цветная линейка. Она может быть включена в отчет путем вызова всплывающего меню нажатием правой кнопкой мыши;
- «Параметры отображения амплитуды и фазы» в нее входит:
 - список переключения единиц измерения амплитуды (дБ-мВ-нКл);
 - список настроек масштаба по оси амплитуд (Полный-Локальный максимум-Общий максимум). Полный масштаб отображает все зоны по оси амплитуд. Локальный максимум – в каждом графике показывается свой максимальный диапазон значений. Общий максимум – выравнивает масштаб всех графиков по максимальному имеющемуся значению одного из графиков;
 - кнопка «Начальная фаза». При нажатии выводит окно настройки начальной фазы.

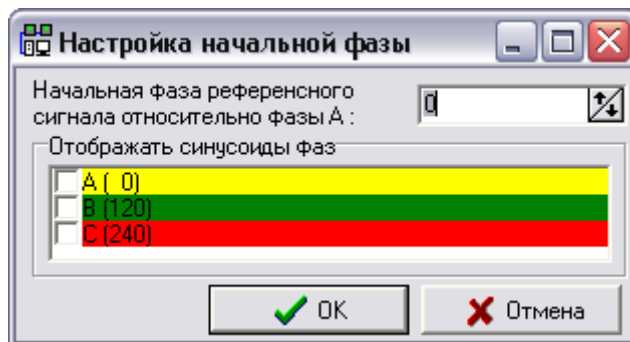


Рисунок 32. Задание начальной фазы амплитудно-фазового распределения

В окне задается: сдвиг опорного сигнала и отображение синусоид разных фаз. Маленькие окошки списков в правом нижнем углу, на графиках каждого канала, устанавливают сдвиг фазы данного канала относительно опорного сигнала. По умолчанию также выставляются из конфигурации модуля.

«Маркер» – тип отображения данных на экране.

«Текущий замер» - содержит список замеров, попавших в выбранный для просмотра временной диапазон и содержащие матрицы ЧР. Выбранный замер показывается на графиках.

При нажатии кнопки «Отчет» – программа формирует отчет в программе Microsoft Word.

4.7.2 Тренд

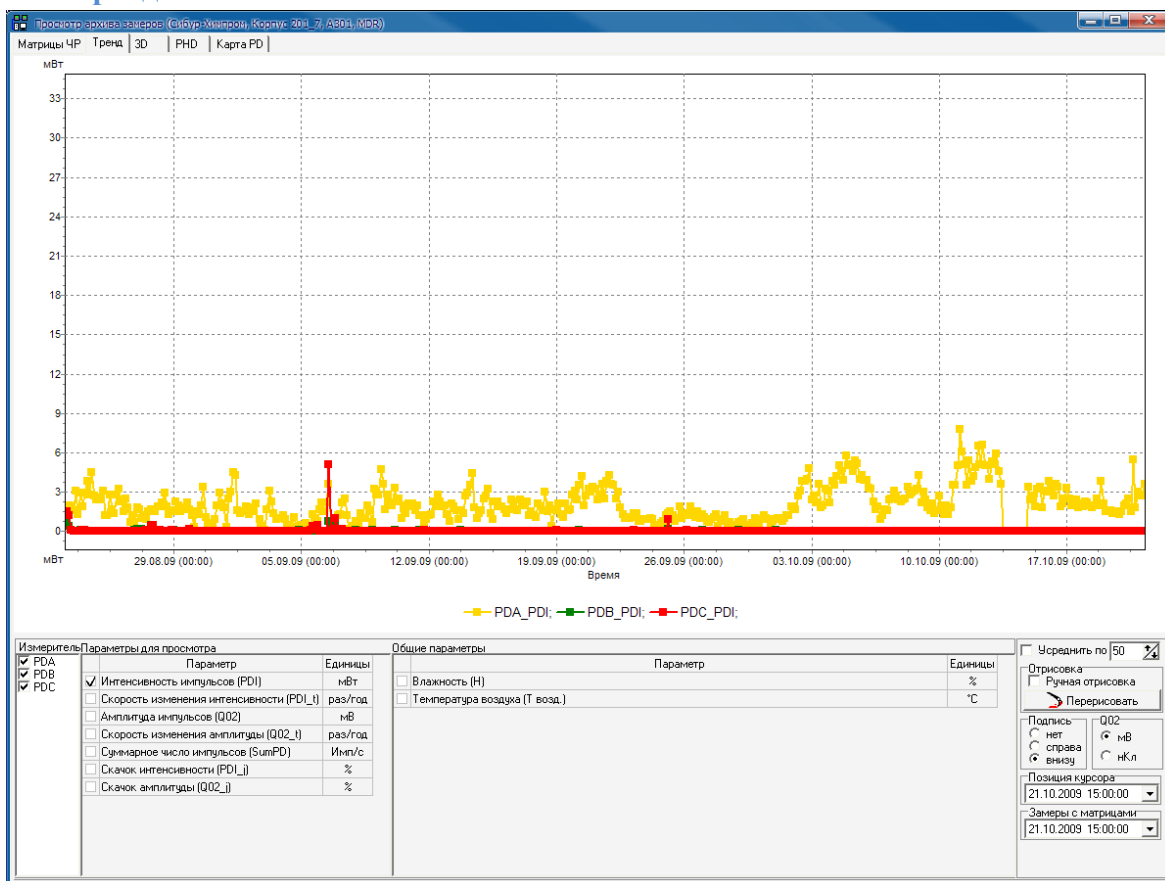


Рисунок 33. Тренд изменения параметров во времени

Эта вкладка содержит двумерные графики зависимости значений измеряемых параметров от времени (Тренд) и распределение параметров по каналам текущего замера (график замера). При просмотре одного замера в окне будет отсутствовать график «Тренд».

Для вывода графика на экран нужно установить галочку напротив интересующего вас канала, и напротив необходимого параметра этого канала.

Необходимый замер выбирается на графике тренда нажатием левой кнопки мыши на интересующей точке.

При наведении курсора мыши на конкретную точку графика появится подсказка с указанием параметров данной точки.

Для перемещения курсора по точкам графика, можно использовать кнопки «←» и «→» на клавиатуре.

Графики перемещаются в любом направлении перемещением мыши с удержанием правой кнопки. Увеличить масштаб можно, удерживая левую кнопку мыши и выделяя интересующий прямоугольный участок графика слева направо. При выделении прямоугольника справа налево, график примет первоначальный масштаб.

Каждый график может быть включен в отчет, вызовом всплывающего, по правой кнопке мыши меню. Отчет автоматически создается и может далее редактироваться в программе Word, которая должна быть установлена на Вашем компьютере.

Ниже графиков расположены следующие элементы управления:

«Измерительные каналы»: список включенных каналов.

«Параметры для просмотра»: список параметров каналов.

«Общие параметры»: список параметров, не относящихся ни к одному из каналов.

«Вывод названий графиков»: выбор местоположения подписей под графиками.

«Позиция курсора»: показывает текущий выбранный замер и предоставляет возможность выбрать замер из всего списка замеров.

«Замеры с матрицами»: показывает список замеров – содержащих матрицы распределения ЧР.

«Усреднение»: включение и выключение вывода усредненных графиков, и выбор числа точек усреднения

«Отрисовка»: при большом количестве просматриваемых замеров, программа начинает очень медленно перерисовывать графики при работе с усреднениями и при каждом включении или выключении каналов, поэтому для ускорения процесса можно перерисовывать графики вручную. При включении режима «Ручная отрисовка», перерисовка графиков будет происходить только по нажатию кнопки «Перерисовать».

«Отчет»: при нажатии на эту кнопку программа создает документ, содержащий данные по текущему замеру, в формате Microsoft Word.

4.7.3 3D

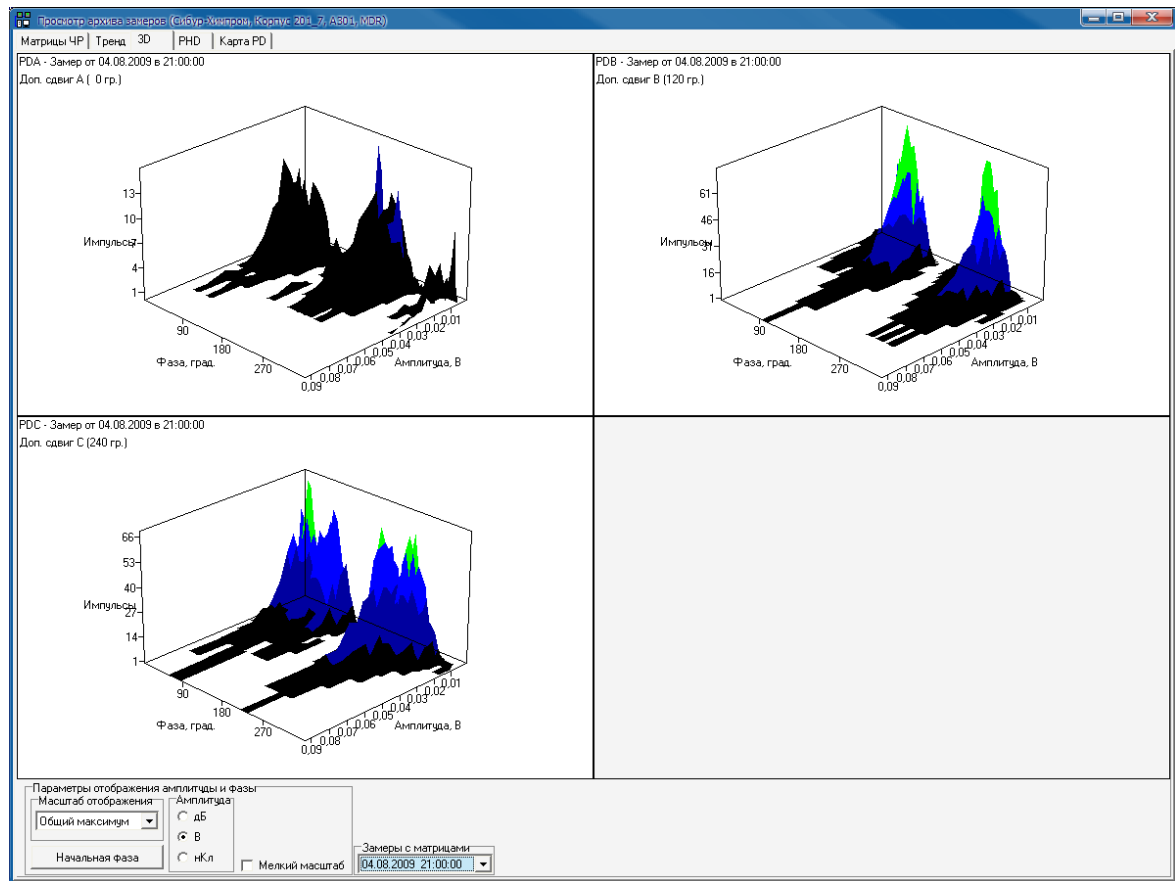


Рисунок 34. Трехмерное представление амплитудно-фазового распределения

Эта вкладка содержит трехмерные графики (на каждый включенный канал) распределения количества импульсов в секунду по амплитудным зонам. По одной горизонтальной оси откладывается фаза в градусах, по другой амплитуда в дБ, В или нКл, а по вертикальной оси – число импульсов в секунду.

Вращение графика в горизонтальной плоскости осуществляется нажатием и удержанием левой кнопки «мыши» в левом секторе графика (для вращения влево) или в правом секторе (для вращения вправо).

Вращение графика в вертикальной плоскости осуществляется нажатием и удержанием левой кнопки «мыши» в верхнем секторе графика (для вращения «от себя») или в нижнем секторе (для вращения «на себя»).

Масштабирование графика осуществляется нажатием и удержанием правой кнопки «мыши» в нижнем секторе графика (для уменьшения изображения) или в верхнем секторе (для увеличения).

Меню включения графика в отчет вызывается правой кнопкой «мыши» в левом или правом секторах графика.

4.7.4 PDH

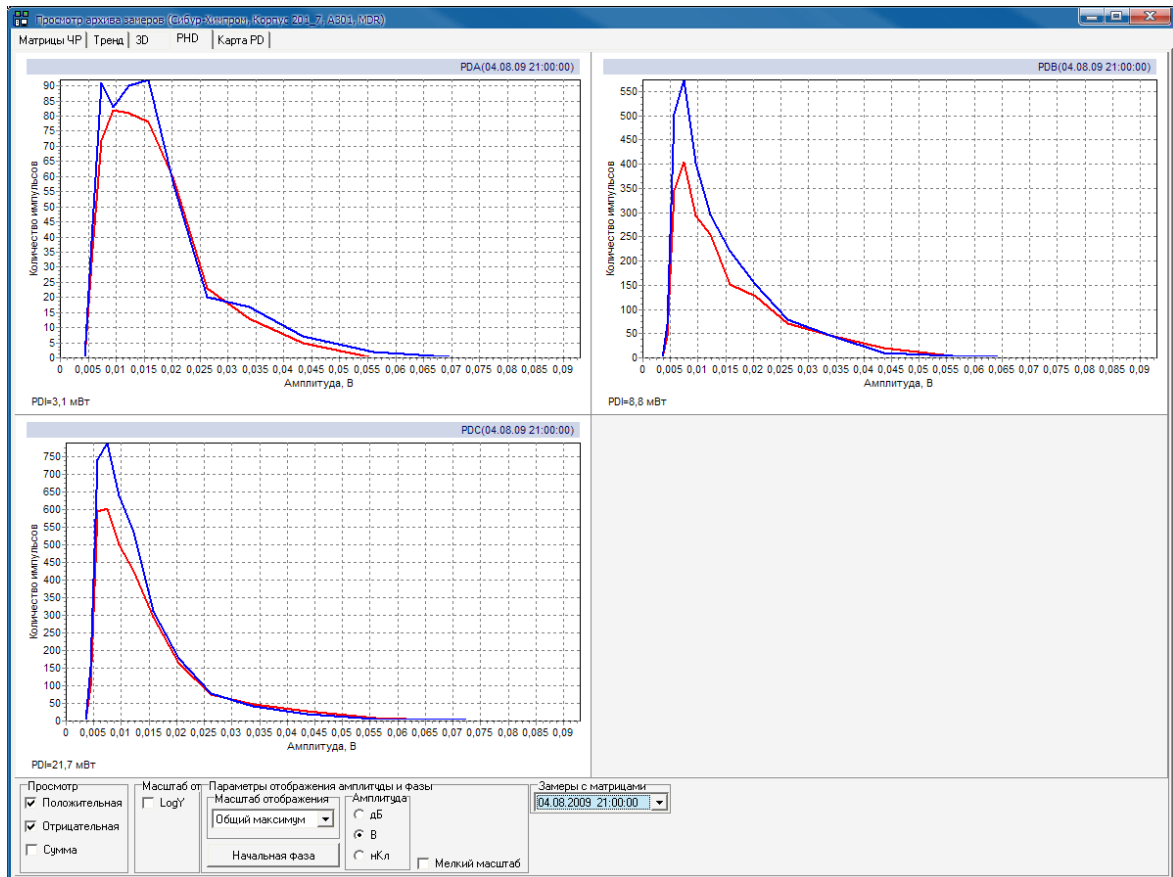


Рисунок 35. Зависимость количества импульсов от их амплитуды

На этой вкладке изображена зависимость количества импульсов от их амплитуды по каждому измерительному каналу.

В левом нижнем углу находятся переключатели отвечающие за включение/отключение изображения кривой зависимости построенной по положительным/отрицательным/всем импульсам.

Правее – переключатель масштаба – обычный или логарифмический.

Остальное управление действует аналогично вкладкам «Матрицы ЧР»/3D.

4.7.5 Карта PD

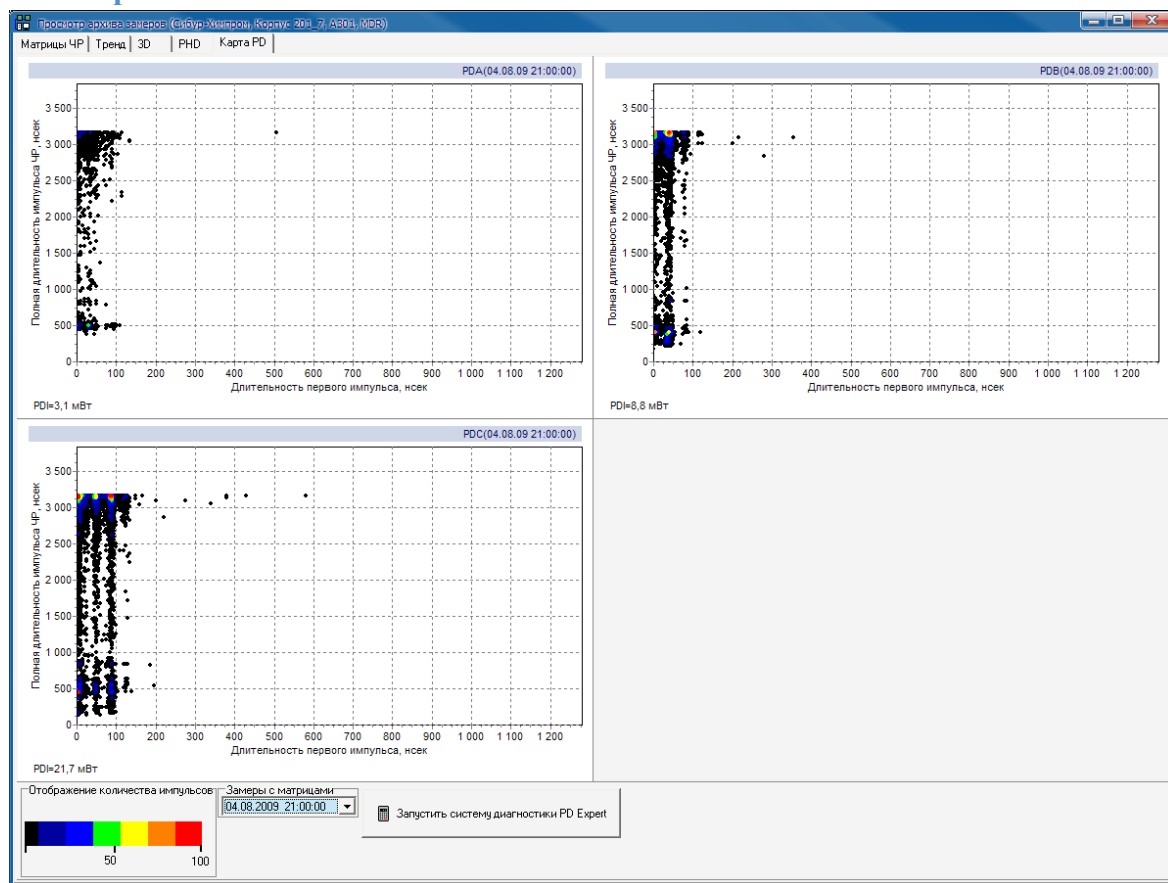


Рисунок 36. TF-плоскость

На этой вкладке изображено распределение «Длительность импульса – Частота импульса» по каждому измерительному каналу.

Импульсы от одного дефекта имеют сходные частотные характеристики, и, выделяя их на этой плоскости, можно разделить несколько дефектов, «сложившихся» на амплитудно-фазовом распределении, а значит определить дефекты более точно.

При нажатии на кнопку «Запустить систему диагностики PDExpert» программа разделяет и определяет дефекты автоматически.

4.8 Входные и выходные данные

Входными данными ПО СКИ являются показания приборов марки "MDR-M", выходными – эти же показания, отображенные на экране компьютера и сохраненные в бинарные файлы в подкаталоге «Base\Enterprises», каталога в который была установлена программа СКИ. Таким образом, для организации хранения резервной копии данных, достаточно хранить копию содержимого подкаталога «Base\Enterprises».

Данные в этом каталоге хранятся в той же иерархии, что и в дереве окна "База данных". Подразделения, агрегаты и модули отличаются файлом-маркером `_id.ini`. В каталоге модуля хранится файл с расширением `DCF` – это конфигурация модуля. Также в каталоге модуля располагаются каталоги с замерами. Эти каталоги имеют формат имени ГГММ. ГГ-год, ММ-месяц когда были сделаны замеры. Сами замеры имеют формат имени `_mГГММддЧЧММСС.NNN`, где `ддЧЧММСС`- день, час, минуты и секунды проведения замера, `NNN`-порядковый номер.

Таким образом, для передачи всех данных по одному прибору, достаточно передать один каталог этого модуля, структура вложенности должна сохраняться.

5 Анализ показаний прибора в ПО «СКИ»

В процессе измерения прибор регистрирует амплитуду каждого возникающего импульса и место его возникновения на синусоиде напряжения. По этим данным прибор строит амплитудно-фазовое распределение, и рассчитывает некоторые интегральные значения:

- Амплитуда наибольшего повторяющегося импульса (Q_{max});
- Интенсивность импульсов (PDI);
- Количество импульсов, возникающих за одну секунду времени.

В настоящее время не существует нормативной базы, четко регламентирующей допустимые и недопустимые уровни для этих величин, поэтому, опираясь на изменение этих величин во времени, пока можно говорить только о наличии или отсутствии изменений в изоляции.

Несмотря на то, что развитие дефекта процесс медленный, необходимо анализировать показания приборов не реже одного раза в неделю. Перед анализом не забывайте импортировать последние данные.

5.1 Анализ трендов

Наиболее информативный параметр для определения наличия или отсутствия изменений в изоляции – это интенсивность импульсов (PDI), так как он является интегральным параметром, объединяющим количество импульсов и их амплитуду, изменение любой из этих величин приведет к изменению интенсивности.

Для просмотра изменения интенсивности частичных разрядов:

- Запустите ПО «СКИ»;
- Выберите в окне «Контролируемое оборудование» элемент «MDR-M» добавленный к интересующей в данный момент ЭМ;
- Нажмите на этом элементе правую кнопку мыши и, в появившемся меню, выберите пункт «Просмотр замеров».
- В появившемся окне выберите вкладку «Тренд».

В этом окне установите переключатель «Интенсивность импульсов (PDI)» и поочередно установите переключатели «Фаза А», «Фаза В», «Фаза С».

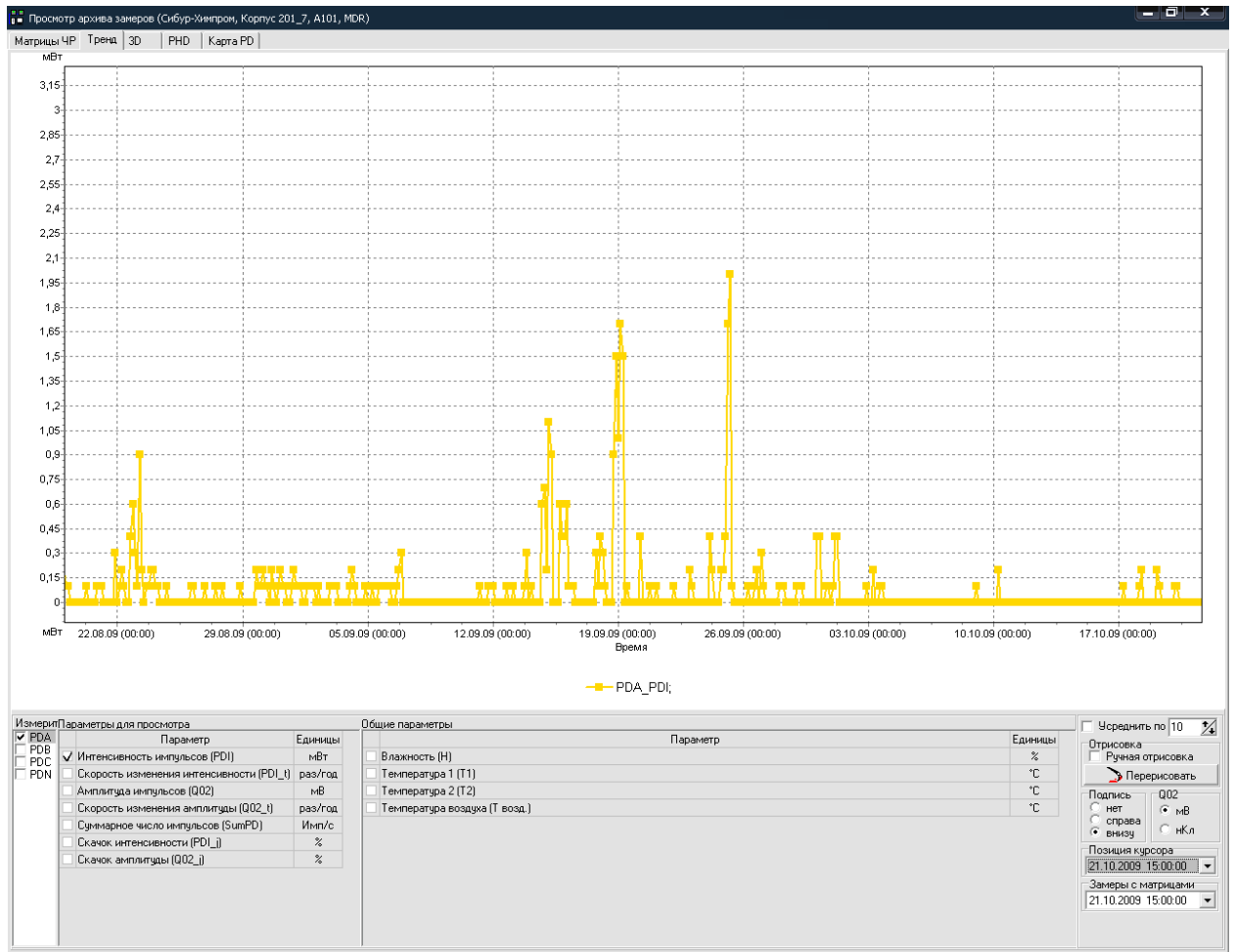


Рисунок 37

Не обращая внимания на отдельные выбросы, определите, есть ли тенденция к росту общего уровня интенсивности в выбранной фазе.

5.2 Анализ амплитудно-фазового распределения

Приборы марки "MDR-M", по сути, являются регистраторами высокочастотных импульсов в диапазоне 1-10 МГц. Следовательно, в случае возникновения в двигателе сигнала аналогичной частоты, он также может быть зарегистрирован. В этом случае общая амплитуда и интенсивность могут быть рассчитаны неверно.

Отличить импульсы частичных разрядов (ЧР) от всех остальных импульсов можно по матрице амплитудно-фазового распределения, так как импульсы ЧР имеют четкую привязку к фазе синусоиды.

В этом виде анализа нужно учитывать и распределение соответствующее мгновенным выбросам на кривой тренда и типовое распределение.

В окне, изображенном на рисунке (см. рис. Рисунок 37) на кривой тренда с помощью левой кнопки мыши выберите интересующий замер, и активируйте вкладку «Матрицы ЧР». В окне отобразится распределение соответствующее этой точке на кривой тренда (см. рис. Рисунок 38).

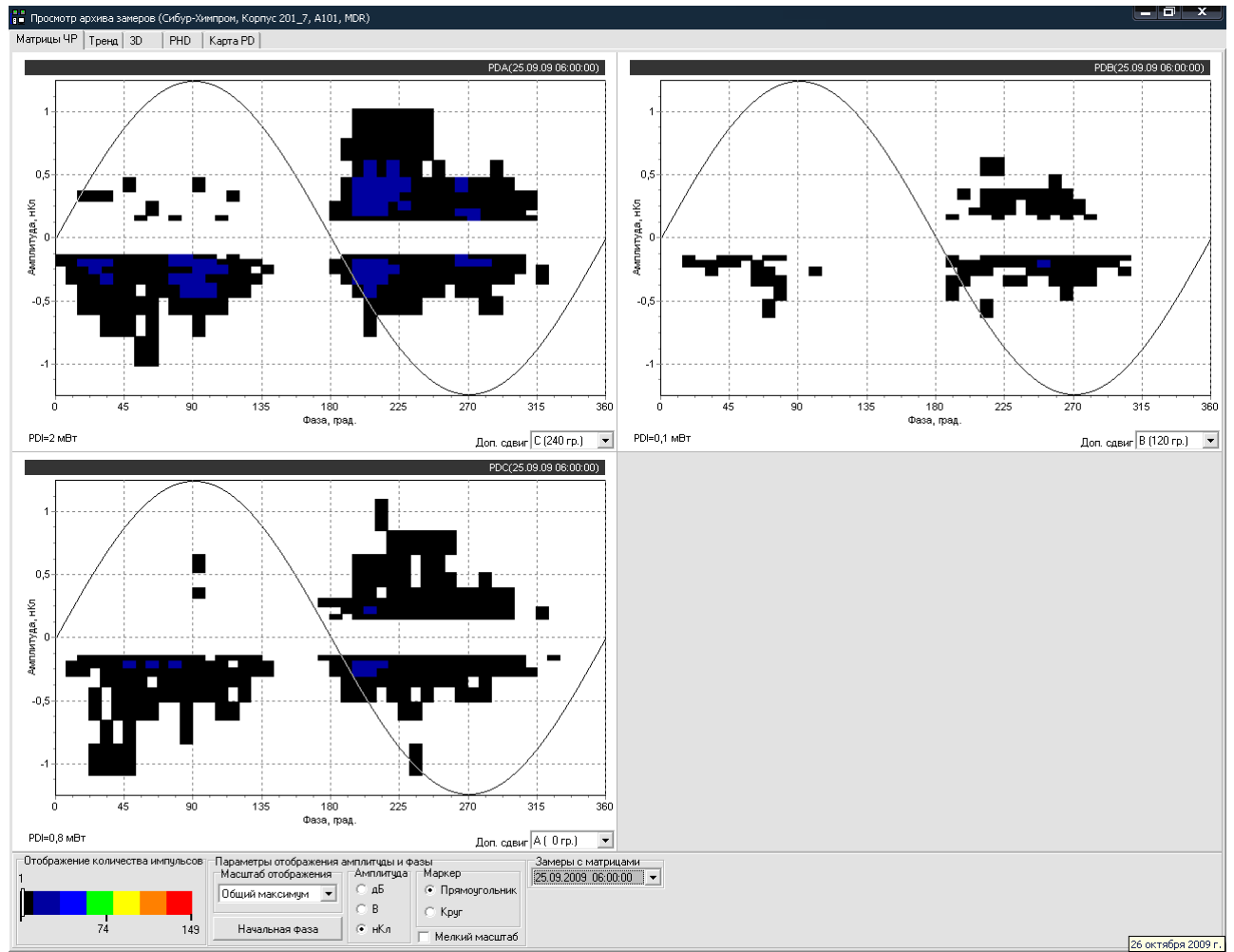


Рисунок 38. ПО "СКИ". Просмотр амплитудно-фазового распределения

На этой вкладке:

- «Фаза А» - распределение, зарегистрированное с датчика, установленного на фазе «А» двигателя;
- «Фаза В» - распределение, зарегистрированное с датчика, установленного на фазе «В» двигателя;
- «Фаза С» - распределение, зарегистрированное с датчика, установленного на фазе «С» двигателя;

Попробовать установить вид дефекта можно при помощи типовых распределений из следующего раздела.

Это же (установку соответствия распределения с типовым распределением) при помощи TF-плоскости пытается сделать функция «PDExpert» - кнопка ее вызова находится на вкладке «Карта PD»

5.3 Результаты измерений частичных разрядов на натуральных моделях дефектов изоляции

В процессе проведения измерений параметров изоляции диагностический персонал набирает практическую информацию о связи амплитудно-фазового распределения импульсов частичных разрядов с типом дефекта. Однако, в силу объективных причин, такой процесс может занять очень длительное время.

Оптимальным вариантом, для обучения диагностического персонала и проведения оперативной диагностики различных дефектов, является сравнение информации, полученной на реальных объектах, с результатами, полученными на моделях различных дефектов.

В данном разделе приведены результаты измерений частичных разрядов в имитаторе марки ИЧР-6, имитирующих 6 наиболее распространенных дефектов изоляции

высоковольтного оборудования. Этот имитатор был создан в нескольких экземплярах. Мы надеемся, что приведенная ниже информация будет достаточна для пользователей наших приборов, которые захотят его повторить.

5.3.1 Устройство имитатора ИЧР-6

Внешний вид имитатора частичных разрядов приведен на рисунке «Рисунок 39».



Рисунок 39. Внешний вид имитатора ИЧР-6

Прибор изготовлен в виде переносного устройства, для удобства проверки работоспособности стационарных и переносных приборов. Такое исполнение имитатора также позволяет более эффективно проводить демонстрацию работы приборов, предназначенных для измерения частичных разрядов.

При транспортировке лицевая панель имитатора закрывается защитной крышкой.

При помощи имитатора можно оценить амплитудно–фазовое распределение импульсов частичных разрядов, возникающих при 6 различных дефектах высоковольтной изоляции. Все дефекты выполнены в виде отдельных моделирующих ячеек, к каждой из которых подключен свой датчик частичных разрядов, разъем которого выведен на лицевую панель прибора.

Имитатор питается от промышленной сети с напряжением 220 вольт, потребляя мощность не более 50 ватт. Ввиду того, что в нем, во время работы, присутствует высокое напряжение, до 8 киловольт, вскрывать имитатор и включать в таком виде категорически запрещается.

Электрическая схема имитатора ИЧР-6 приведена на рисунке «Рисунок 40». В качестве источника повышенного напряжения в схеме используется высоковольтный повышающий трансформатор небольшой мощности, в первичной цепи которого стоит регулируемый автотрансформатор ЛАТР.

Повышенное напряжение подается на 6 ячеек, которые имитируют различные, наиболее распространенные, дефекты высоковольтной изоляции. В цепи ячейки каждого дефекта установлен датчик частичных разрядов. Для контроля величины приложенного к ячейкам высокого напряжения используется делитель напряжения на составных резисторах.

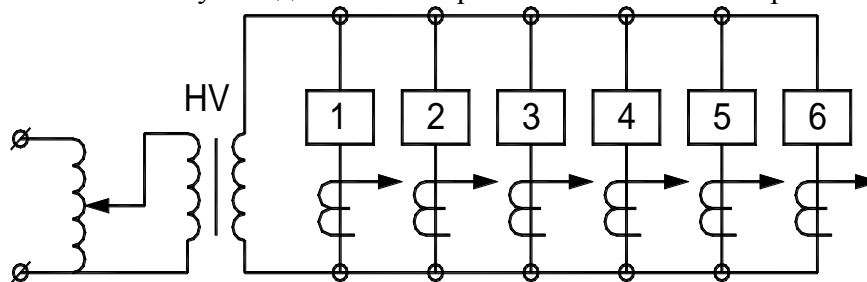


Рисунок 40. Электрическая схема имитатора ИЧР-6

Ниже приведены описания каждой ячейки и приводится вид амплитудно-фазового распределения частичных разрядов. Поскольку дефекты в ячейках смоделированы достаточно условно, в реальных случаях, при возникновении различных дефектов в высоковольтной изоляции, возможны существенные отличия.

Для упрощения, ниже приведены только описания характерных амплитудно-фазовых распределений, без описания способа реализации дефектов.

5.3.2 Дефект № 1. Частичный разряд между двумя слоями высоковольтной изоляции, «внутренний разряд»

На рисунке «Рисунок 41» приведено амплитудно-фазовое распределение частичных разрядов, зарегистрированное на данной ячейке. На основании анализа приведенного распределения частичных разрядов можно отметить следующее:

- при положительной полярности питающего напряжения импульсы частичных разрядов имеют отрицательную полярность, а при отрицательном напряжении питающей сети импульсы частичных разрядов имеют положительную полярность.

- имеет место симметрия амплитуды и количества частичных разрядов в изоляции относительно нулевой линии. Интенсивность частичных разрядов одинакова в двух полупериодах питающей сети. Эта симметрия хорошо прослеживается при анализе положительной и отрицательной полуволн питающего напряжения.

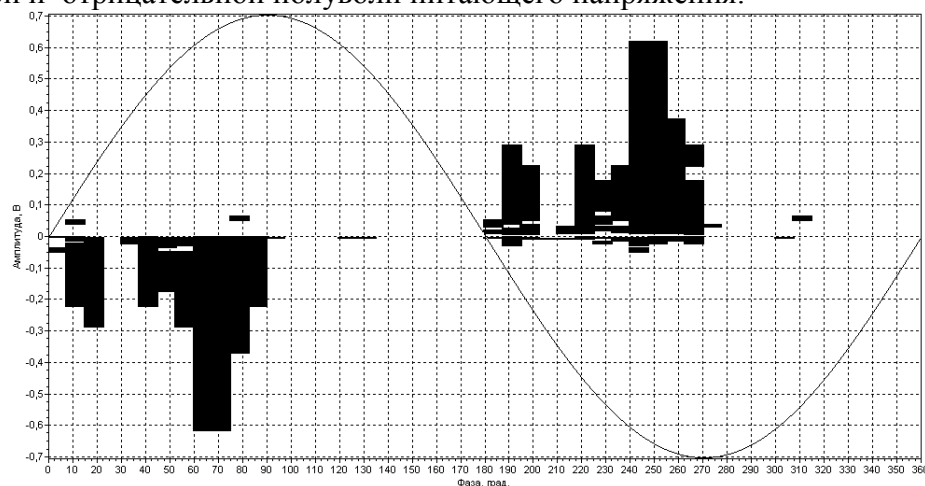


Рисунок 41. Амплитудно-фазовое распределение импульсов частичных разрядов при дефекте типа «ЧР между слоями изоляции»

- Все частичные разряды располагаются в двух (симметричных) угловых зонах напряжения питающей сети – 10 ÷ 20 градусов (190 ÷ 200 градусов для отрицательного напряжения), и 40 ÷ 90 градусов (220 ÷ 270 градусов для отрицательного напряжения), относительно фазы питающего напряжения. Все импульсы сосредоточены в зонах нарастания амплитуды питающего напряжения. В зонах спада амплитуды питающего напряжения импульсы, практически полностью, отсутствуют.

- Максимальную интенсивность частичные разряды имеют в угловых зонах 60 ÷ 75 градусов и 240 ÷ 255 градусов. В этих зонах напряжение еще не достигло максимума, но скорость его нарастания существенно уменьшилась. Очевидно, что можно предположить, что распределение потенциалов в изоляции стабилизировалось с учетом искажения поля вблизи дефектных зон.

5.3.3 Дефект № 2. Частичный разряд между проводником, находящимся под «плавающим потенциалом»

В реальных условиях это может быть проводящее включение, находящееся внутри изоляции оборудования. Это может быть металлический конструктивный элемент, установленный на изолирующем основании, не подключенный ни к земле оборудования, ни к высокому напряжению. Это может быть полупроводящий слой в изоляции, предназначенный для выравнивания потенциалов, но выбранный не совсем корректно.

В зависимости от места возникновения дефекта типа «проводник под плавающим потенциалом» его опасность для состояния изоляции очень различается. В большинстве случаев, даже, несмотря на высокий уровень частичных разрядов, оборудование с таким типом дефекта может работать долго и надежно.

Будем анализировать амплитудно-фазовое распределение импульсов частичных разрядов, зарегистрированное на имитаторе дефекта «проводник под плавающим потенциалом», показанное на рисунке «Рисунок 42».

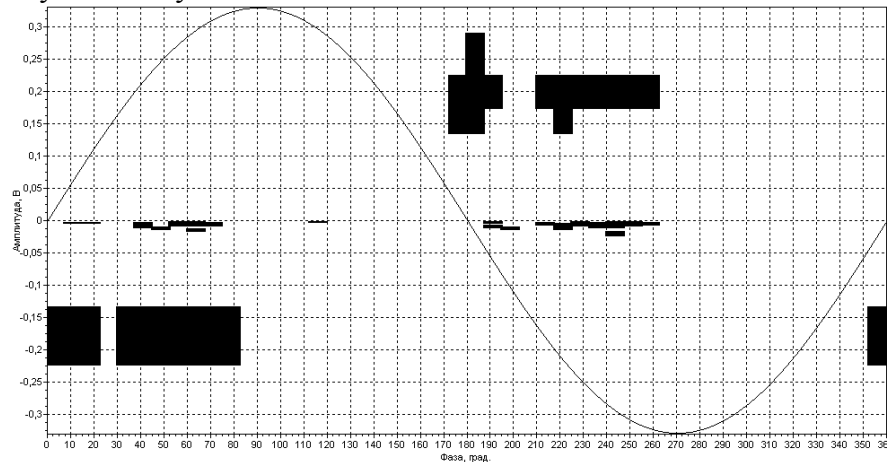


Рисунок 42. Амплитудно-фазовое распределение импульсов частичных разрядов при дефекте типа «проводник под плавающим потенциалом»

- При положительной полярности питающего напряжения импульсы частичных разрядов имеют отрицательную полярность, а при отрицательном напряжении питающей сети импульсы частичных разрядов имеют положительную полярность.

- Имеет место симметрия амплитуды и количества частичных разрядов в изоляции относительно нулевой линии. Интенсивность частичных разрядов примерно одинакова в двух полупериодах питающей сети. В идеальном случае картинка распределения импульсов при двух полярностях напряжения одинаковы, имеющиеся отклонения, в основном, обусловлены типом используемого имитатора дефекта.

- Все частичные разряды располагаются в двух (симметричных) угловых зонах напряжения питающей сети – (-)10 ÷ 20 градусов (170 ÷ 200 градусов для отрицательного напряжения), и 30 ÷ 85 градусов (210 ÷ 265 градусов для отрицательного напряжения), относительно фазы питающего напряжения.

- Все импульсы сосредоточены в зонах нарастания амплитуды питающего напряжения. В зонах спада амплитуды питающего напряжения импульсы. Импульсы частичных разрядов имеют место в зонах перехода питающего напряжения через нулевое значение, что для других дефектов не свойственно.

- Еще одним важным отличительным признаком дефекта «проводник под плавающим потенциалом» является то, что амплитуда импульсов частичных разрядов практически везде одинакова. На большинстве практически зарегистрированных дефектов изоляции такого типа частичные разряды сосредоточены в одной или двух амплитудных зонах, и картина дефекта представляет собой два отрезка прямой линии, в зонах 0 ÷ 90 градусов и 180 ÷ 270 градусов.

Физическая картина возникновения частичных разрядов при таком дефекте изоляции может быть объяснена достаточно просто. Как только напряжение на малом интервале между металлическим элементом и электродом достигает пробивного значения, происходит частичный разряд. Разряды возникают как при положительном, так и при отрицательном напряжении. Амплитуда разряда всегда примерно одинакова, т. к. разряд происходит при приложении к пробивному участку необходимого, но всегда одинакового напряжения.

5.3.4 Дефект № 3. Поверхностный разряд с «земляного электрода»

Дефект такого типа также достаточно часто встречается в практике. Он может иметь место в концевых частях кабельных линий, при неправильной разделке защитного экрана, в соединительных муфтах, в зонах выхода секций обмотки статора из пакета магнитопровода.

Картина распределения импульсов частичных разрядов, зарегистрированная на ячейке имитации данного дефекта, приведена на рисунке «Рисунок 43». В ней можно выделить следующие особенности.

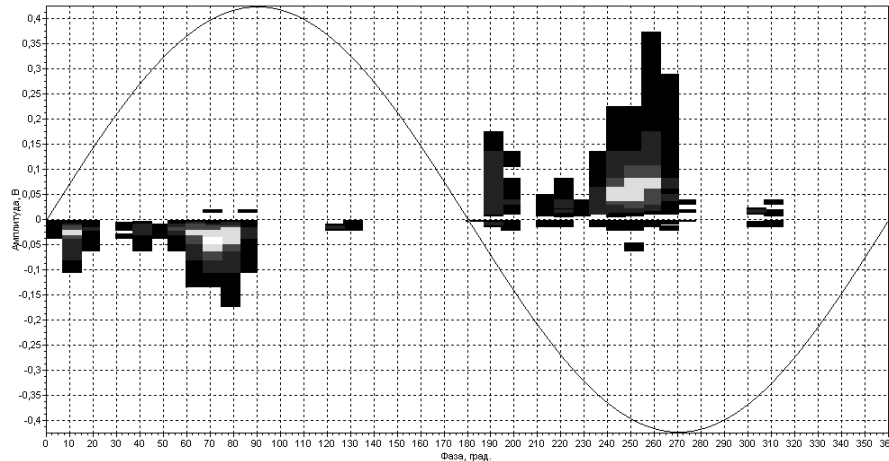


Рисунок 43. Амплитудно-фазовое распределение импульсов частичных разрядов при дефекте типа «поверхностный разряд с земляного электрода»

- При положительной полярности питающего напряжения импульсы частичных разрядов имеют отрицательную полярность, а при отрицательном напряжении питающей сети импульсы частичных разрядов имеют положительную полярность. Имеющиеся на рисунке отклонения можно отнести к погрешности проводимых измерений.

- Фазовое распределение импульсов частичных разрядов имеет аналогичную картину, как в области положительной, так и отрицательной полярности питающего напряжения.

- Амплитудное распределение импульсов, по полупериодам питающей сети, пропорционально несимметрично. Амплитуды всех импульсов, при отрицательном напряжении питания, больше, чем амплитуды при положительном напряжении. При каждом фазовом угле импульсы при отрицательном напряжении превышают импульсы при положительном напряжении, примерно в два раза. Этот коэффициент определен параметрами нашей ячейки имитатора. В реальных условиях он может изменяться в широких пределах, в зависимости от параметров зоны возникновения дефекта. Чем ближе разряд (зона дефекта) к земле, тем выше может быть этот коэффициент.

- Все частичные разряды располагаются в двух (симметричных) угловых зонах напряжения питающей сети – $0 \div 20$ градусов ($185 \div 200$ градусов для отрицательного напряжения), и $30 \div 90$ градусов ($210 \div 270$ градусов для отрицательного напряжения), относительно фазы питающего напряжения. Все импульсы сосредоточены в зонах нарастания амплитуды питающего напряжения. В зонах спадания амплитуды питающего напряжения имеет место возникновения импульсов небольшой амплитуды в зонах $120 \div 135$ градусов, и $300 \div 315$ градусов.

- Максимальную интенсивность частичные разряды имеют в угловых зонах $60 \div 90$ градусов и $235 \div 270$ градусов. В этих зонах питающее напряжение, еще не достигло максимума, но скорость его нарастания существенно уменьшилась.

Основной особенностью наличия такого дефекта является большой уровень частичных разрядов при отрицательном напряжении питающей сети. Кратко, физическую природу этого можно описать следующим образом. При двух возможных полярностях питающего напряжения, приложенного к зоне дефекта, интенсивность частичных разрядов будет больше в том случае, когда потоки электронов будут «стекаться из большого объема, от большей поверхности» к меньшей зоне, в идеале к точечному острию. Это соответствует такому распределению потенциалов, когда острие (меньшая зона) заряжено положительно, а большая поверхность заряжена отрицательно.

Дефект типа «поверхностный разряд с земляного электрода» возникает в том случае, когда на земляном электроде имеют место геометрические дефекты (локальные выступы, острые края, «углы»). Крайней стадией проявления этого дефекта «поверхностный разряд с

земляного электрода, является дефект типа «корона с земляного электрода», описанный в нашем имитаторе под номером 6.

5.3.5 Дефект № 4. «Поверхностный разряд с высоковольтного электрода»

Дефект такого типа чаще всего встречается в оборудовании с очень высоким рабочим напряжением – в силовых трансформаторах, выключателях, измерительных трансформаторах, линиях передачи.

Картина распределения импульсов частичных разрядов, зарегистрированная на ячейке имитации данного дефекта, приведена на рисунке «Рисунок 44». В ней можно выделить следующие особенности.

- При положительной полярности питающего напряжения импульсы частичных разрядов имеют отрицательную полярность, а при отрицательном напряжении питающей сети импульсы частичных разрядов имеют положительную полярность. Имеющиеся на рисунке отклонения можно отнести к погрешности проводимых измерений.

- Фазовое распределение импульсов частичных разрядов имеет примерно одинаковую картину, как в области положительной, так и отрицательной полярности питающего напряжения.

- Амплитудное распределение импульсов, по полупериодам питающей сети, имеет ярко выраженную не симметрию. Амплитуды всех импульсов, при положительном напряжении питания, больше, чем амплитуды при отрицательном напряжении. По сравнению с предыдущим дефектом все выглядит наоборот. При отрицательном напряжении импульсы значительно, примерно в три раза, меньше, чем при положительном напряжении. Этот коэффициент также определен параметрами нашей ячейки имитатора. В реальных условиях, чем ближе зона дефекта будет приближена к высоковольтному электроду, тем выше может быть этот коэффициент.

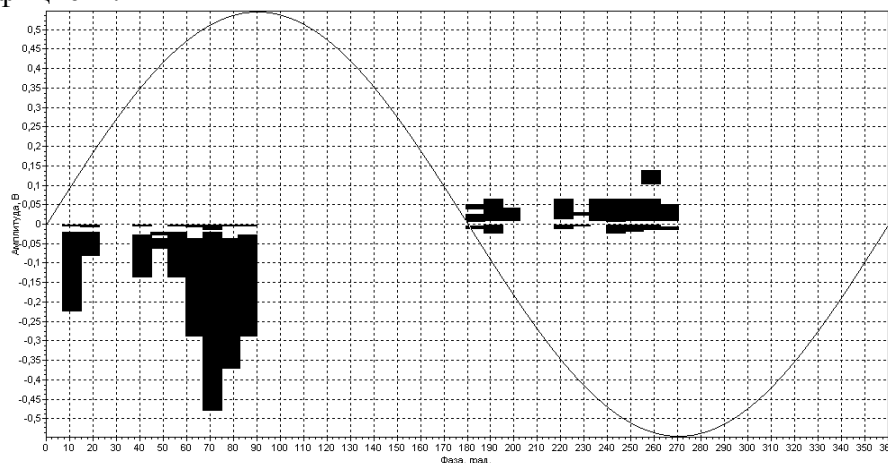


Рисунок 44. Амплитудно-фазовое распределение импульсов частичных разрядов при дефекте типа «поверхностный разряд с высоковольтного электрода»

- Все импульсы частичных разрядов сосредоточены в зонах нарастания амплитуды питающего напряжения. В зонах спадания напряжения импульсов частичных разрядов практически нет. Максимальную интенсивность частичные разряды имеют в угловых зонах 60 ÷ 90 градусов и 235 ÷ 270 градусов. В этих зонах мгновенное значение питающего напряжения еще не достигло максимума, но скорость его нарастания уже существенно уменьшилась.

Основной особенностью наличия такого дефекта является большой уровень частичных разрядов при положительном напряжении питающей сети. Этот дефект типа «поверхностный разряд с высоковольтного электрода», по картине своего проявления противоположен предыдущему дефекту «поверхностный разряд с земляного электрода».

Не повторяясь в общих описаниях, можно сказать следующее. Дефект типа «поверхностный разряд с высоковольтного электрода» возникает в том случае, когда на высоковольтном электроде имеют место геометрические дефекты (большая поверхность, локальные выступы, острые края, «углы»). Крайней стадией проявления этого дефекта является дефект типа «корона», описанный в нашем имитаторе под номером 5.

5.3.6 Дефект № 5. «Корона с высоковольтного электрода»

Дефект такого типа чаще всего встречается в оборудовании с очень высоким напряжением – в силовых трансформаторах, выключателях, измерительных трансформаторах. Чем выше рабочее напряжение контролируемого оборудования, тем в большей степени на его работу влияют коронные разряды.

Сами по себе коронные разряды, чаще всего, не опасны для изоляции контролируемого оборудования. Их отрицательное влияние заключается в том, что они, являясь шумовыми, мешают диагностике других дефектов изоляции, влияние которых на остаточный ресурс оборудования велико.

Картина распределения импульсов частичных разрядов, зарегистрированная на ячейке имитации данного дефекта, приведена на рисунке «Рисунок 45». Эта картина не совсем характерна для обычной высоковольтной короны, но определенное сходство имеется. Реальное распределение импульсов частичных разрядов от короны, чаще всего встречаемое на практике, отличается от приведенного на рисунке «Рисунок 45». Основное отличие состоит в том, что имеющееся в имитаторе напряжение не достаточно для полной имитации разрядов короны.

На рисунке можно выделить следующие особенности амплитудно-фазового распределения импульсов частичных разрядов.

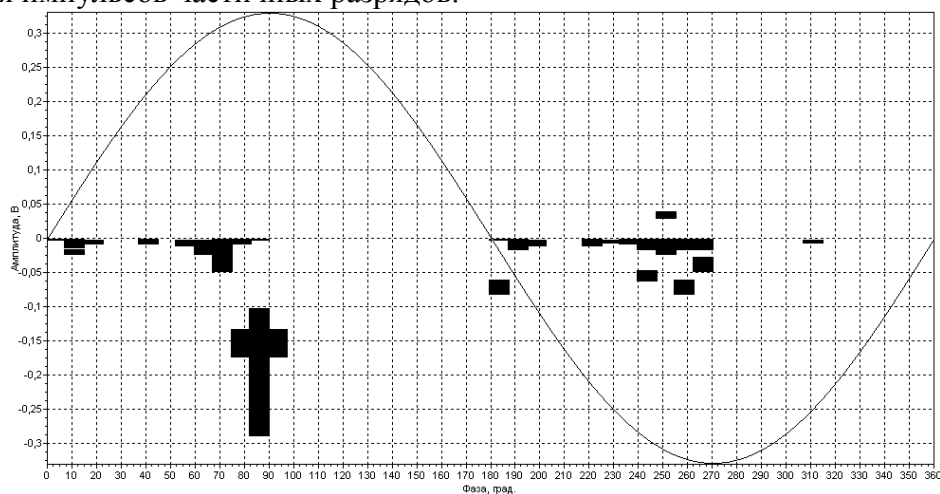


Рисунок 45. Амплитудно-фазовое распределение импульсов частичных разрядов при дефекте типа «корона с высоковольтного электрода»

- При положительной полярности питающего напряжения, зарегистрированные импульсы частичных разрядов имеют отрицательную полярность, как и при отрицательном напряжении питающей сети.

- Фазовое распределение импульсов частичных разрядов имеет примерно одинаковую картину, как в области положительной, так и отрицательной полярности питающего напряжения.

- Амплитудное распределение импульсов, по полупериодам питающей сети, имеет ярко выраженную не симметрию. Амплитуды всех импульсов, при положительном напряжении питания, многократно больше, чем амплитуды при отрицательном напряжении. В реальных условиях, чем ближе зона возникновения коронных разрядов будет приближена к высоковольтному электроду, тем выше будут импульсы при положительном напряжении.

- Все импульсы частичных разрядов сосредоточены в зонах максимальных значений амплитуды питающего напряжения. (На нашем имитаторе это проявилось не совсем корректно.) Максимальную интенсивность частичные разряды обычно имеют в угловых зонах $60 \div 120$ градусов и $150 \div 300$ градусов. В этих зонах мгновенное значение питающего напряжения равно, или приближено к максимальному значению.

Основной особенностью наличия в контролируемом оборудовании дефекта типа «корона» является большой уровень отрицательных частичных разрядов при положительном напряжении питающей сети. Основные частичные разряды сосредоточены в области максимального значения питающего напряжения. При отрицательном напряжении питающей сети импульсов частичных разрядов много меньше и они имеют отрицательную полярность (!).

Дефект типа «корона с высоковольтного электрода» возникает в том случае, когда на высоковольтном электроде имеет место геометрический дефект типа «игла». При приложении к «игле» положительного потенциала потоки электронов устремляются от «земли» к «игле», по мере приближения эти потоки сливаются, набирают большую мощность, и проявляются в виде разрядов с высокой энергией. При противоположной полярности приложенного напряжения имеет место растекание электродов от «иглы». В процессе растекания потоки электронов делятся на все более мелкие «ручейки», энергия их падает, интенсивность уменьшается.

5.3.7 Дефект № 6. «Корона с земляного электрода»

Картина распределения импульсов частичных разрядов, зарегистрированная на ячейке имитации данного дефекта, приведена на рисунке «Рисунок 46». В ней можно выделить следующие особенности.

- При положительной полярности питающего напряжения импульсы частичных разрядов имеют отрицательную полярность, а при отрицательном напряжении питающей сети импульсы частичных разрядов имеют положительную полярность. Имеющиеся на рисунке отклонения можно отнести к погрешности проводимых измерений.

- Фазовое распределение импульсов частичных разрядов имеет примерно одинаковую картину, как в области положительной, так и отрицательной полярности питающего напряжения.

- Амплитудное распределение импульсов, по полупериодам питающей сети, имеет ярко выраженную не симметрию. Амплитуды всех импульсов, при положительном напряжении питания, меньше, чем амплитуды при отрицательном напряжении.

- Все импульсы частичных разрядов сосредоточены в зонах нарастания амплитуды питающего напряжения. В зонах спадания напряжения импульсов частичных разрядов практически нет. Максимальную интенсивность частичные разряды имеют в угловых зонах $40 \div 90$ градусов и $220 \div 270$ градусов. В этих зонах мгновенное значение питающего напряжения еще не достигло максимума, но скорость его нарастания уже существенно уменьшилась.

Основной особенностью наличия такого дефекта является больший уровень частичных разрядов при отрицательном напряжении питающей сети.

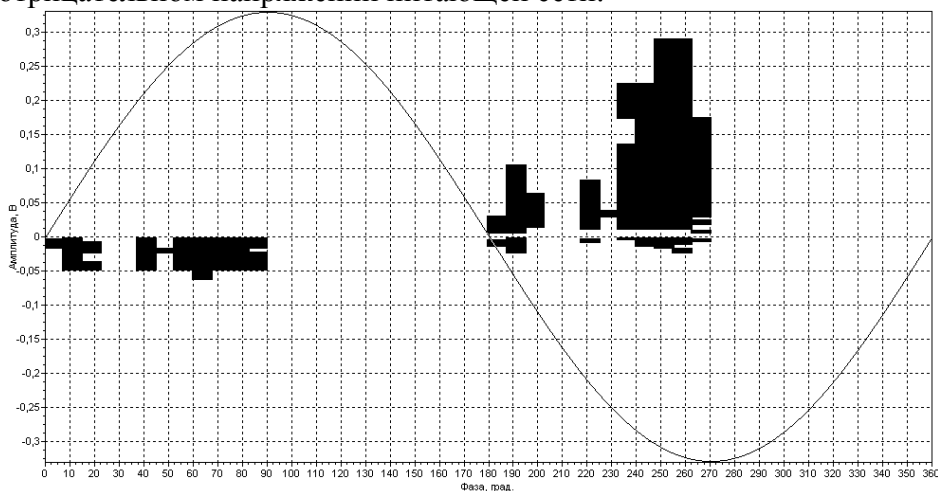


Рисунок 46. Амплитудно-фазовое распределение импульсов частичных разрядов при дефекте типа «корона с земляного электрода»

Не повторяясь в общих описаниях, можно сказать следующее. Дефект типа «коронный разряд с земляного электрода» возникает в том случае, когда на земляном электроде имеют место геометрические дефекты (большая поверхность, локальные выступы, острые края, «углы»).

6 Техническое обслуживание

Эксплуатационный надзор за работой прибора производится лицами, за которыми закреплено данное оборудование.

Техническое обслуживание прибора заключается в систематическом наблюдении за правильностью работы, регулярном техническом осмотре и устранении возникающих неисправностей.

Возможные неисправности и способы их устранения при работе приведены в следующей таблице.

Таблица 4

Неисправность	Причина	Методы проверки и устранения
После включения прибора не загорается индикатор питания	Нет напряжения в сети	Проверить наличие питания
	Поврежден сетевой шнур	Заменить шнур питания
	Перегорел предохранитель	Заменить предохранитель
Нет обмена между прибором и ПК	Обрыв кабеля связи	Заменить кабель

Во всех остальных случаях следует обратиться на предприятие-изготовитель.

Ремонт прибора рекомендуется осуществлять на предприятии-изготовителе.

7 Транспортирование и хранение

Транспортирование прибора «MDR-M» должно осуществляться в крытых транспортных средствах любого вида транспорта при температуре окружающего воздуха от минус 50°С до плюс 50°С.

Транспортирование производится в соответствии с правилами, действующими на соответствующем виде транспорта.

После транспортирования при отрицательных температурах необходимо выдерживать прибор «MDR-M» не менее 24 ч при температуре помещения, в котором она будет эксплуатироваться.

Условия хранения прибора «MDR-M» в части воздействия климатических факторов внешней среды должны соответствовать группе условий хранения Л ГОСТ 15150-69.

В местах хранения не допускается наличие паров ртути, щелочей и других химических веществ, вызывающих коррозию.

8 Гарантии изготовителя

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие качества прибора требованиям технических условий.

Гарантийный срок – 12 месяцев со дня ввода в эксплуатацию.

В течение гарантийного срока предприятие-изготовитель производит безвозмездный ремонт или замену неисправного оборудования.

Гарантии не распространяются в случаях:

- нарушения правил транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации, установленных в ТУ и эксплуатационной документации;
- наличия механических повреждений и перепаяк, не предусмотренных эксплуатационной документацией;
- монтажа и эксплуатации прибора необученным и неаттестованным персоналом;
- использования прибора не по назначению.

По истечении гарантийного срока предприятие-изготовитель обеспечивает оплачиваемый ремонт и поставку запасных частей и принадлежностей.

Краткая информация о фирме:**ООО «ДИМРУС» (г. Пермь)**

Разработка и поставка приборов и программного обеспечения по диагностике для различных отраслей промышленности.

Россия, 614000, г.Пермь, ул. Кирова 70, офис 403.

Тел./факс: (342) 212-84-74

Адреса в интернете: <http://www.dimrus.ru>

<http://www.dimrus.com>

e-mail: dimrus@dimrus.ru

e-mail: dimrus@dimrus.com