



«R2200»

Измеритель частичных разрядов в изоляции

Руководство по эксплуатации



г. Пермь

Содержание

1	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРИБОРА R2200	4
1.1	НАЗНАЧЕНИЕ	4
1.2	ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИБОРА	5
1.3	НАЛИЧИЕ СЕРТИФИКАТОВ И НОРМАТИВНЫХ ЗАКЛЮЧЕНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ФИРМОЙ «DIMRUS», НА ИЗМЕРИТЕЛЬ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ В ИЗОЛЯЦИИ «R2200»	6
1.4	РАСПОЛОЖЕНИЕ ВНЕШНИХ РАЗЪЕМОВ НА ПРИБОРЕ	6
2	R2200 – ПРИБОР РЕГИСТРАЦИИ И АНАЛИЗА ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ В ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ ИЗОЛЯЦИИ	8
2.1	ПАРАМЕТРЫ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ	8
2.2	ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ ПРИБОРА	11
2.2.1	ОПИСАНИЕ ОСНОВНЫХ АЛГОРИТМОВ РАБОТЫ ВХОДНЫХ ЦЕПЕЙ ПРИБОРА R2200	13
2.2.2	ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ АЛГОРИТМОВ «РАЗБОРКИ» ВХОДНЫХ ИМПУЛЬСОВ ОТ ДАТЧИКОВ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ	14
2.2.3	ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ В ПРИБОРЕ	18
2.2.3.1	Амплитудно – фазо – частотное распределение импульсов - PRPD	18
2.2.3.2	Время – частотное распределение импульсов частичных разрядов в изоляции - ТТИ	20
2.2.3.3	Регистрация формы импульсов и рефлектограмм	22
2.2.4	СОХРАНЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ В ПРИБОРЕ	23
2.3	КАЛИБРОВКА ВХОДНЫХ ЦЕПЕЙ	24
2.3.1	ИМПУЛЬСНЫЙ ГЕНЕРАТОР GKI-2	25
2.3.2	РАСЧЕТ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ КАНАЛА	27
2.3.3	НОРМИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ	28
2.4	ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИБОРА R2200 ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ В ВЫСОКОВОЛЬТНОМ ОБОРУДОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ	29
2.4.1	ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ В ВЫСОКОВОЛЬТНОМ СИЛОВОМ ТРАНСФОРМАТОРЕ ПРИ ПОМОЩИ ПРИБОРА R2200	29
2.4.2	ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ В ОБМОТКЕ СТАТОРА ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ГЕНЕРАТОРА, ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ	30
2.4.3	ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ В ГРУППЕ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ ПРИ ПОМОЩИ ПРИБОРА R2200	31
2.4.4	ЛОКАЦИЯ МЕСТА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДЕФЕКТА В КАБЕЛЬНОЙ ЛИНИИ ПРИ ПОМОЩИ ПРИБОРА R2200	31
2.4.5	ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ НА ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СТЕНДАХ ПРИ ПОМОЩИ ПРИБОРА R2200	32
2.5	НАЗНАЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ЭКСПЕРТНОЙ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ PD-EXPERT, ПОСТАВЛЯЕМОЙ С ПРИБОРОМ R2200	32
3	РАБОТА С ПРИБОРОМ R2200	36
3.1	ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ ВВОДА, РЕДАКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ	36
3.1.1	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КЛАВИШ	36
3.1.2	ВЫБОР НУЖНОГО ПАРАМЕТРА ДЛЯ РЕДАКТИРОВАНИЯ	36
3.1.3	ВВОД ЗНАЧЕНИЯ	36
3.1.4	ВВОД ТЕКСТА	36
3.1.5	ВЫБОР ЗНАЧЕНИЯ	37
3.2	ВКЛЮЧЕНИЕ ПРИБОРА	37
3.2.1	НАСТРОЙКА ФУНКЦИЙ ПРИБОРА R2200 ПРИ ПОМОЩИ ВСТРОЕННОГО МЕНЮ	38
3.3	НАЧАЛО РАБОТЫ С ПРИБОРОМ	40
3.3.1	УСТАНОВКА ПАРАМЕТРОВ ИЗМЕРЕНИЯ	40
3.3.1.1	Настройка схемы измерения	41
3.3.1.1.1	Выбор каналов регистрации	42
3.3.1.1.2	Ввод параметров основного (измерительного) канала I	43
3.3.1.1.3	Ввод параметров референсных каналов II и III	44
3.3.1.1.4	Ввод параметров шумовых каналов IV и V	46
3.3.1.1.5	Просмотр и редактирование матрицы перенаводок и чувствительностей каналов	47
3.3.1.1.6	Выбор типа синхронизации	50
3.3.1.1.7	Ввод наименования схемы	51
3.3.1.1.8	Работа с готовыми шаблонами схем регистрации	51
3.3.1.1.9	Копирование параметров каналов	58
3.3.1.2	Общие параметры измерения	59
3.3.1.3	Дополнительные параметры регистрации	60
3.3.1.4	Калибровка прибора	61
3.3.2	РЕГИСТРАЦИЯ ЧР	62
3.3.2.1	Просмотр замера	64
3.3.2.2	Отображение исходного сигнала	66
3.3.2.3	Использование экспертной системы PD-Expert в приборе R2200 при проведении измерений	67

3.3.2.4	Параметры фильтрации группы ЧР	69
3.3.2.5	Настройки отображения замера	70
3.3.3	РЕФЛЕКТОМЕТР	72
3.3.3.1	Просмотр рефлектограммы.....	76
3.3.3.2	Настройки отображения рефлектограммы	79
3.3.4	АРХИВ ДАННЫХ	79
3.3.4.1	Работа с архивом данных	79
3.3.4.1.1	Перемещение по дереву замеров	79
3.3.4.1.2	Работа с каталогами	80
3.3.4.1.3	Работа с замерами	82
3.3.4.2	Установка параметров по умолчанию	83
3.3.4.3	Обновление внутреннего программного обеспечения прибора	84
3.3.5	ОБЩИЕ НАСТРОЙКИ ПРИБОРА	84
4	ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИБОРА R2200	86
4.1	КОНФИГУРАЦИЯ ПРИБОРА ИЗ ПРОГРАММЫ СКИ	86
4.1.1	Окно НАСТРОЙКИ КОНФИГУРАЦИИ ПРИБОРА R2200	86
4.1.2	Вкладка «СХЕМА ИЗМЕРЕНИЯ»	87
4.1.3	Вкладка «ОБЩИЕ ПАРАМЕТРЫ ИЗМЕРЕНИЯ»	88
4.2	ПРОСМОТР ЗАМЕРОВ В ПРОГРАММЕ СКИ.....	89
4.2.1	ПРОСМОТР ЗАМЕРОВ	89
4.3	ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ «PD-EXPERT»	95
4.3.1	ПОНЯТИЕ ЧР И ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ	95
4.3.2	ТИПОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧР НА АМПЛИТУДНО-ФАЗОВОЙ ПЛОСКОСТИ ДЛЯ РАЗЛИЧНОГО ТИПА ДЕФЕКТОВ	97
4.3.3	РАЗДЕЛЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЧР ПРИ ПОМОЩИ «ТТИ ПЛОСКОСТИ»	99
4.3.4	ПОНЯТИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ПРАВИЛА.....	102
4.3.5	«ЦЕНТР МОЩНОСТИ» ИМПУЛЬСОВ ЧР	102
4.3.6	СОСТАВЛЕНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ПРАВИЛА	104
4.3.7	ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ОБЪЕКТА	112
4.3.8	ПРОВЕДЕНИЕ ДИАГНОСТИКИ НА ОСНОВАНИИ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ПАСПОРТА И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ.....	118
4.3.9	ОТЧЕТ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ДИАГНОСТИКИ	124
4.3.9.1	Пример отчета системы «PD-Expert»	125

1 Техническое описание прибора R2200

1.1 Назначение

Измеритель частичных разрядов в изоляции «R2200» (далее по тексту - прибор) предназначен для регистрации и анализа распределения частичных разрядов в изоляции различного высоковольтного оборудования.

Наличие в приборе максимального возможного комплекта аппаратных и программных средств отстройки от импульсных помех, делают данный прибор одним из самых эффективных, из имеющихся в настоящее время на рынке.



Рисунок 1.1 Внешний вид прибора R2200

Пользователь может самостоятельно конфигурировать измерительную часть прибора, для работы в режиме реального времени, используя:

- анализ формы каждого импульса;
- матрицы перенаводки с фазы на фазу, с одного измерительного канала на другой канал;
- разницу во времени прихода импульсов по каналам (анализ времени прибытия – «time of arrival» - ToAr), с разрешением в 2 нс;
- контроль полярности импульсов по нескольким каналам одновременно,
- встроенные каналы контроля шумовых сигналов.

Уникальной отличительной особенностью прибора «R2200», отсутствующей в приборах производства других фирм, является наличие встроенной экспертной системы «PD-Expert». Использование в «PD-Expert» набора различных способов представления и анализа распределения частичных разрядов, включая «ГТИ-распределение», а также наличие встроенной базы образов дефектов, позволяет выявлять и дифференцировать различные типы и места возникновения дефектов в изоляции.

Прибор марки R2200 предназначен для использования подготовленным персоналом в условиях научных центров и лабораторий, производственных цехов и в полевых условиях.

Прибор может применяться в условиях воздействия повышенных электромагнитных полей промышленной частоты - на распределительных подстанциях.

Питание прибора универсальное – от питающей сети и встроенного аккумулятора большой емкости, что также расширяет сферу его применения.

Прибор имеет металлический защитный корпус, обеспечивающий защиту от пыли и брызг. Управление прибором осуществляется при помощи пленочной герметизированной клавиатуры.

1.2 Технические характеристики прибора

Основные технические параметры прибора R2200 приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

№	Параметр	Значение
1	Количество каналов измерения ЧР	до 9
2	Канал синхронизации	1
3	Время полного цикла контроля по 9 каналам	2-30 мин
4	Частотный диапазон регистрируемых импульсов ЧР	0,5 ÷ 10,0 МГц
5	Динамический диапазон регистрируемых импульсов ЧР	70 дБ
6	Фазовая точность определения момента возникновения импульса, относительно синусоиды промышленной частоты	7,5 град
7	Погрешность определения места возникновения ЧР в кабеле при помощи встроенного рефлектометра	±2 м
8	Объем памяти для хранения архива выполненных измерений ЧР в кабелях	256 МВ
9	Время работы от внутреннего аккумулятора	5 часов
10	Напряжение питания внешнего блока питания	~220 В
11	Диапазон допустимых внешних рабочих температур, при работе без термостата	-20 ÷ +45 градусов
12	Гарантийный срок на прибор и датчики	18 мес.
13	Срок службы прибора	не менее 10 лет
14	Габаритные размеры прибора	260×250×80
15	Масса прибора	3,5

Внимание!

- 1) Канал 1 не изолирован от корпуса прибора.
- 2) На канал синхронизации можно подавать напряжение от 0.5 до 48 Вольт. Для синхронизации от сети нужно использовать любой трансформатор напряжения или датчик AR-1.

Для повышения достоверности получаемых результатов в приборе реализован набор уникальных диагностических алгоритмов анализа входных импульсов. Наиболее важным является то, что все эти алгоритмы работают в режиме реального времени, что позволяет

максимально облегчить процедуру диагностики состояния изоляции по уровню частичных разрядов.

Основными, и наиболее значимыми, являются алгоритмы:

- Анализ частотных свойств и формы каждого входного импульса.

- Использование матриц перекрестной наводки импульсов с одного канала на другой.

Практически это выглядит как синхронное сравнение амплитуд импульсов ЧР в контролируемом канале с амплитудой импульсов ЧР в других каналах.

- Анализ времени запаздывания, или времени опережения, прихода импульса с контролируемого канала, относительно импульсов, регистрируемых с других каналов. Технические средства прибора позволяют различать импульсы от ЧР, разделенные в пространстве участком кабеля или шины длиной от 1 метра.

- Анализ и сравнение полярности импульсов, пришедших с соседних измерительных каналов. В силу особенностей применяемых датчиков ЧР и схем их включения полярность импульса, зарегистрированного в кабеле, в котором возник импульс, противоположна полярности импульса ЧР в другом кабеле, для которого этот же импульс является внешним.

Использование этих алгоритмов анализа и «разборки» входных импульсов ЧР от датчиков ЧР позволяет разделять место возникновения частичного разряда, максимально учитывая конструктивные и эксплуатационные особенности высоковольтного оборудования различного типа. Диагностические работы могут быть выполнены в трансформаторах, электрических машинах, кабельных линиях, КРУ, высоковольтных выключателях.

1.3 Наличие сертификатов и нормативных заключений, полученных фирмой «DIMRUS», на измеритель частичных разрядов в изоляции «R2200»

Переносной прибор прошел все экспертные испытания, и имеет необходимую разрешительную документацию:

1. Декларацию о соответствии требованиям российских стандартов по безопасности и электромагнитной совместимости.

2. Прибор прошел метрологические испытания в ФГУП «ВНИИМС» на утверждение типа и имеет «Свидетельство об утверждении типа средств измерения». Данное свидетельство определяет его как измеритель частичных разрядов в изоляции.

3. Проведение достоверных измерений частичных разрядов в изоляции высоковольтного оборудования прибором возможно только при использовании сертифицированного калибратора кажущихся зарядов, предназначенного для калибровки измерительных цепей прибора, проводимой на месте, совместно с объектом контроля. В состав поставки прибора включен калибратор кажущихся зарядов «ГКИ-2» («GKI-2»), сертифицированный в ФГУП «ВНИИМС».

1.4 Расположение внешних разъемов на приборе

Прибор R2200 может быть использован в двух основных режимах работы – проведении периодических измерений уровня частичных разрядов в высоковольтном оборудовании, и в режиме «временного» мониторинга, когда он устанавливается на оборудовании, для проведения стационарных измерений. Для решения этих задач, в приборе предусмотрены разъемы, обеспечивающие оперативное подключение и отключение первичных датчиков, смонтированных на оборудовании.



Рисунок 1.2 Верхняя панель прибора

Подключение кабельных линий от измерительных датчиков в приборе R2200 производится при помощи стандартных коаксиальных разъемов марки BNC. С верхнего торца прибора, как это показано на рисунке 1.2., расположены, в один ряд, разъемы для подключения датчиков ЧР, разъем для подключения внешней синхронизации (Sync), разъем для подключения стандартного кабеля USB и сетевого кабеля - для работы в стационарном режиме, и подзарядки аккумулятора.

Корпуса датчиков, производства фирмы «Димрус» изолированы от внутренних измерительных цепей благодаря использованию изолирующего корпуса из АВС с дополнением стекловолокна. Датчики подключаются к прибору при помощи коаксиальных кабелей RG-58U, экраны которого соединены с корпусом разъема, и, следовательно, с корпусом прибора. По этой причине экраны всех коаксиальных кабелей соединены между собой, но изолированы от мест установки датчиков. Это позволяет максимально снизить вероятность появления потенциала на корпусе прибора.

В целях безопасности с прибором могут быть использованы только датчики, имеющиеся в комплекте поставки прибора! При использовании измерительных датчиков производства других фирм, или собственного изготовления, необходимо убедиться, что отсутствует прямой контакт между измерительными цепями датчика (прибора) и контролируемым объектом!

2 R2200 – прибор регистрации и анализа частичных разрядов в высоковольтной изоляции

2.1 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. В Европе используется стандарт IEC-270. Расчетные параметры, получаемые в приборе R2200, ориентированы на американский стандарт, потому, что прибор создавался для совместной продажи на рынках России и Америки. В России тоже ведутся разработки своего стандарта по ЧР, однако в настоящее время он еще не завершен.

Все стандарты по ЧР базируются на понятии «кажущийся заряд». Под «кажущимся» зарядом понимают такой заряд, который необходимо дополнительно и мгновенно «впрыснуть» в контролируемое оборудование, чтобы 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}^1 . Для удобства пользования будем делать это одинаково для любой частоты сети, 50 и 60 герц.

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

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

Формула:

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

где:

P – мощность разрядов, W,

T – время наблюдения, сек,

m – число наблюдаемых импульсов за время T , и

$Q_i V_i$ – энергия i -го импульса

Вполне очевидно, что, базирясь 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, чтобы корректно оценить уровень и строить тренд. Параметр PDI является одним из основных, используемых для оценки интенсивности ЧР в контролируемом объекте.

¹ Обозначения Q_{\max} и Q_{02} в данном руководстве и приборе эквивалентно

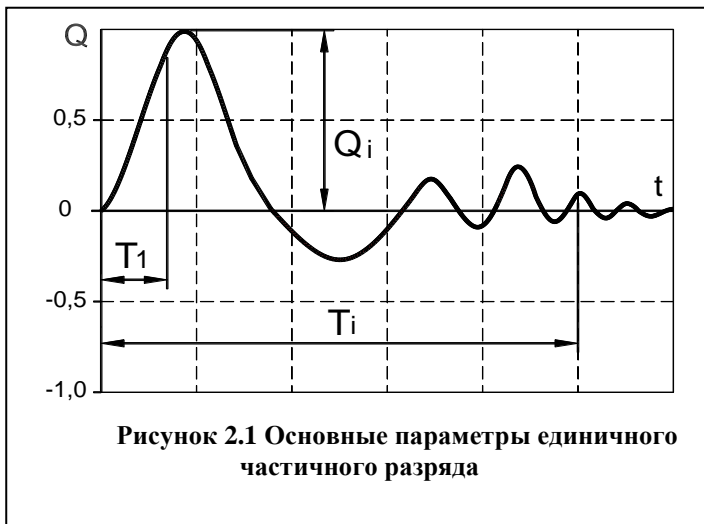


Рисунок 2.1 Основные параметры единичного частичного разряда

Очень важными являются еще два параметра единичного частичного разряда, которыми оперируют практически все разработчики диагностического оборудования, и практические пользователи этого оборудования. Это частота и длительность импульса частичного разряда. Определим смысл этих параметров при помощи рисунка 2.1.

Во-первых, частота импульса частичного разряда. Несмотря на кажущуюся физическую простоту этого параметра, применительно к теории частичных разрядов он может

иметь вариации. На рисунке 2.1. хорошо видно, что первый фронт импульса зарегистрированного импульса достаточно крутой, но уже после первого максимума сигнал «спадает» по более пологой кривой, которая постоянно меняет свою форму. В самом же конце импульса мы имеем затухающие колебания с более высокой частотой.

Что принять в данном случае за частоту импульса частичного разряда, начало, середину, или окончание импульса? Очевидно, что эти параметры могут различаться в практических случаях многократно, в несколько раз, что хорошо иллюстрирует приведенный рисунок.

Необходимо попытаться кратко пояснить физическую картину данного процесса. Очевидно, что первоначально импульс частичного разряда возникает непосредственно в зоне дефекта. Далее импульс распространяется, электромагнитным или электрическим способом, в окружающий объем, который также имеет свои электромагнитные свойства, отличные от свойств зоны дефекта. Различие свойств этой окружающей зоны приводит к появлению в регистрируемом сигнале колебаний с другой резонансной частотой. В конечном итоге импульс может затухнуть на еще большем удалении от места возникновения, от зоны дефекта, например, это может произойти уже в элементах конструкции оборудования. Нет необходимости подробно описывать, что частотные свойства этих сред также имеют свои резонансные свойства, причем, что самое важное, с частотными свойствами зоны дефекта они никак не связаны.

Мы автоматически приходим к выводу, что непосредственно к частоте импульса частичного разряда в зоне дефекта имеет отношение только его передний фронт, который в наибольшей мере соответствует частотным свойствам разряда. Все остальное в сигнале относится к электромагнитным свойствам среды вокруг зоны дефекта, и чем больше времени прошло с момента возникновения импульса, тем больший объем вокруг дефекта вовлечен в процесс колебаний, тем больше частот может быть «замешено» в сигнале.

Если это так, то истинная частота импульса частичного разряда, максимально достоверно, может быть определена только параметрами переднего фронта импульса, что полностью соответствует использованию математического выражения:

Формула:

$$F = \frac{1}{4 * T1}$$

Согласно этому выражению, величину «длительности одного периода импульса частичного разряда» можно определить как длительность переднего фронта импульса, умноженная на четыре. Данное определение не нужно путать с другим, более общим параметром, тоже часто используемым, называемым «длительностью импульса частичного разряда». Этот параметр мы определим иначе.

Во-вторых, общая «длительность импульса частичного разряда». С расчетом этого параметра импульса частичного разряда дело обстоит существенно проще. Для этого необходимо только принять решение о моменте времени, который следует считать окончанием импульса частичного разряда. Дело в том, при медленном затухании импульса в определении этого параметра может быть большой произвол.

Проще всего принять решение, что импульс частичного разряда можно считать окончательным, завершившимся, в тот момент времени, когда его амплитуда станет меньше значения в 10% от максимальной амплитуды данного сигнала. Ограничение в 10% является условным, это может быть и 5%, но именно 10% наиболее просто использовать на практике. При меньших значениях этого параметра окончание процесса труднее определить, в большей степени сказывается шум.

Таким образом, можно сказать, что каждый импульс частичного разряда характеризуется тремя параметрами. Это:

- «Q» - величина кажущегося заряда, количественно пропорциональная максимальной амплитуде импульса.

- «F» - частота импульса частичного разряда, количественно обратно пропорциональная длительности первого фронта импульса, умноженной на четыре.

- «T» - длительность импульса частичного разряда, определенная по уровню 10% от максимального значения импульса.

Причины возникновения частичных разрядов в изоляции высоковольтного оборудования

Появление частичных разрядов – начальная стадия развития большинства дефектов в высоковольтной изоляции. Возникшие частичные разряды со временем перерастают в искровые, и дуговые разряды, приводящие к авариям.

Обычно частичные разряды возникают в полостях и зонах изоляции, имеющих дефекты – посторонние вкрапления, газовые пузырьки, зоны увлажнения.

На участке роста приложенного к зоне дефекта напряжения возникает один или несколько частичных разрядов, приводящих к перераспределению потенциалов внутри объема изоляции.

Если дефект располагается ближе к внешней поверхности изоляции, к более высокому потенциалу, то частичных разрядов будет больше на положительной полуволне питающего напряжения, и меньше на отрицательной.

Если дефект располагается ближе к «земляному» потенциалу, то наоборот, разрядов будет больше на отрицательной полуволне питающего напряжения.

2.2 Описание принципа действия прибора

Отстройка от помех является задачей номер 1 при регистрации частичных разрядов в изоляции высоковольтного оборудования. Это необходимо делать потому, что параметры информативных импульсов частичных разрядов очень близки к параметрам импульсов помех, которых в высоковольтных сетях всегда очень много, и разделить их иногда просто невозможно.

Выполнить отстройку от помех можно двумя способами – на аппаратном и на программном уровне, при регистрации и при программной обработке импульсов зарегистрированных импульсов. В первом приближении эти два способа кажутся равноценными, но на самом деле каждый из них имеет свои особенности, достоинства и недостатки.

В приборе R2200 используется оптимальная комбинация этих двух способов борьбы с помехами. Максимально используются технические средства блокирования регистрации помеховых импульсов, что существенно облегчает задачу алгоритмической фильтрации и анализа уже зарегистрированных прибором импульсов.

Очень важным является то, что пользователь может сам формировать особенности технической разбраковки высокочастотных импульсов, и подбирать необходимый набор специализированных алгоритмов борьбы с помехами.

Возникновение импульсов от частичных разрядов в изоляции происходит за очень короткое время, а распространение их внутри изоляции, а затем и внутри самого высоковольтного оборудования, происходит со скоростями, близкими к скорости света.

Расстояние в один метр внутри кабеля или другого оборудования импульс частичного разряда «пролетает» за 4 – 5 наносекунд. По этой причине, приходится сравнивать между собой сигналы от разных датчиков с временным разрешением до единиц наносекунд. При использовании стандартных технических средств (АЦП) такая точность проведения измерений недостижима.

Очень высокое временное разрешение, необходимое при сравнении параметров нескольких импульсов между собой, в приборе R2200 получено за счет использования синхронной регистрации высокочастотных импульсов по нескольким каналам, и за счет использования высокоскоростных технических решений.

В результате использования такого технического решения получено временное разрешение измерительной схемы в 2 наносекунды.

Прибор марки R2200 имеет 9 входных разъемов для подключения до 9 датчиков частичных разрядов, предназначенных для регистрации электрических ЧР. Все входные каналы прибора равноценны и независимы друг от друга, имеют идентичное входное сопротивление 50 Ом. Канал 1 не изолирован от корпуса прибора его также можно использовать для синхронизации. Для повышения надежности прибора все входные каналы имеют встроенную защиту от паразитных импульсных помех и фильтры, выделяющие сигналы ЧР в диапазоне от 1 до 10 МГц.

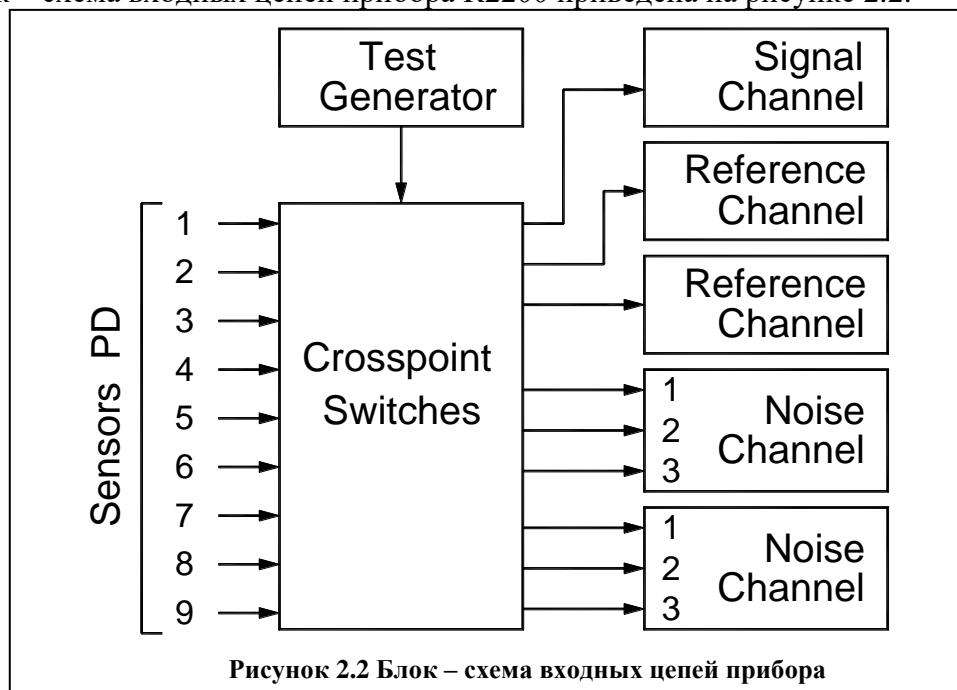
Принцип действия прибора R2200 существенно отличается от работы стандартных осциллографов, которые также используются в практике исследования частичных разрядов. Основное различие состоит в том, что в приборе R2200, сразу же, на аппаратном уровне, в режиме реального времени, решается вопрос о том, является ли данный импульс следствием возникновения частичных разрядов в контролируемом оборудовании, или он имеет другую природу возникновения. Для этого используются специальные алгоритмы, оценивающие параметры входных импульсов. Благодаря этому пользователь принимает участие только в процедуре анализа распределения импульсов, что оптимизирует процесс диагностики.

Второй особенностью работы прибора является то, что импульсы, которые возникают в контролируемом высоковольтном оборудовании по другим причинам, или «пришедшие» в оборудование из внешней среды по соединительной линии, из рассмотрения автоматически исключаются. Такая функция существенно повышает оперативность работы диагностического персонала, исключая рутинную работу анализа места возникновения каждого импульса. В конечном итоге, это дает возможность уменьшить время на проведение диагностических работ, повысить достоверность проводимых исследований.

Прибор предназначен для проведения измерения частичных разрядов в различном высоковольтном оборудовании. Наличие комбинированного питания, сетевого и аккумуляторного, сравнительно небольшие габариты и удобная конструкция, позволяют использовать его для проведения измерений в лабораторных и полевых условиях.

2.2.1 Описание основных алгоритмов работы входных цепей прибора R2200

Блок – схема входных цепей прибора R2200 приведена на рисунке 2.2.



На входной высокочастотный коммутатор прибора «Crosspoint Switches» поступает до 9 сигналов от первичных датчиков и один тестовый сигнал от встроенного генератора калибровочных частичных разрядов. Количество используемых первичных каналов определяется пользователем, в каждом конкретном случае в зависимости от типа контролируемого оборудования и решаемой диагностической задачи. При помощи программно управляемого входного коммутатора первичные сигналы от датчиков, в любом порядке, могут быть поданы на 9 выходных линий.

При помощи сигнала от тестового генератора, который при помощи внутреннего коммутатора может быть подан в любой измерительный канал, производится проверка и тестирование входных цепей и измерительных каналов прибора перед каждым измерением.

Регистрация частичных разрядов по каналам всегда производится последовательно, по выбору пользователя. Сигнал с этого канала подается на измерительный канал «Signal Channel», показанный на блок – схеме прибора. Внутри измерительного канала, в режиме реального времени, анализируются временные и амплитудные параметры каждого импульса, и принимается решение, можно ли считать пришедший импульс результатом возникновения в контролируемом оборудовании частичного разряда в изоляции, или это результат воздействия помех.

Важную роль в борьбе с помехами играет использование «референсных» каналов «Reference Channel». Существует много измерительных схем, в которых выявление «истинности» импульса ЧР производится сравнением параметров импульса по измеряемому каналу, с параметрами сигнала, проходящего по дополнительному, опорному, референсному каналу. При этом обычно, датчик, подключаемый к референсному каналу, располагается, на контролируемом объекте, рядом с основным измерительным датчиком, или на фиксированном удалении от него, или имеет отличия во внутреннем устройстве.

Канал «Noise Channel» предназначен для реализации в приборе принципа «амплитудной разборки». При «синхронном» появлении на «шумовом канале» импульса, амплитуда которого равна или превышает амплитуду импульса по «измерительному каналу», на выходе шумового канала появляется импульс, который блокирует регистрацию данного импульса.

Особенностью работы прибора R2200 является то, что измерение параметров частичных разрядов по любому выбранному каналу всегда производится с учетом работы референсных и шумовых каналов. Работа всех измерительных каналов происходит синхронно, в режиме реального времени. Только такой подход дает возможность максимально отстроиться от помех различного типа, количество которых в высоковольтном оборудовании очень велико.

Пользователь сам выбирает, сигналы от каких датчиков подключаются к этим «помеховым» каналам. Для правильного выбора комбинаций каналов (сигнальный, референсные и шумовые каналы) необходимо представлять внутреннее устройство контролируемого оборудования, понимая особенности возникновения, распространения и затухания в нем импульсов частичных разрядов.

2.2.2 Принцип действия алгоритмов «разборки» входных импульсов от датчиков частичных разрядов

Как уже указывалось выше, достоверность диагностики состояния изоляции высоковольтного оборудования во многом определяется тем, насколько эффективно в измерительном приборе работает система отстройки от помех.

Следует также очень хорошо понимать, что качественно отстроится от помех можно только в режиме реального времени, непосредственно в процессе измерения. В дальнейшем, на основании анализа уже зарегистрированных данных, выполнить эту процедуру столь же эффективно невозможно. Это связано с тем, что импульсы частичных разрядов имеют высокую частоту и скорость распространения внутри оборудования. Разность времени прихода импульсов, пришедшим от нескольких датчиков, в несколько наносекунд, может явиться основанием для отбраковки зарегистрированного импульса. Все это предъявляет жесткие требования к частотным свойствам измерительной аппаратуры, к возможностям автоматизированной диагностики параметров импульсов в процессе регистрации.

Сложной проблемой при регистрации и «разборке» импульсов частичных разрядов является то, что амплитуды импульсов могут различаться по своей величине в сотни, и даже в тысячи раз. При этом импульс частичного разряда даже самой малой амплитуды должен быть гарантированно выше уровня шума измерительного оборудования. По этой причине динамический диапазон измерительного канала прибора регистрации частичных разрядов должен быть не менее $60 \div 70$ db (диапазон амплитуд входных сигналов не менее $5000 : 1$), при низком уровне шума. При несоблюдении этого условия точность получаемых результатов резко снижается.

Прибор R2200 является современным микропроцессорным устройством, в котором реализован целый набор алгоритмов отстройки от помех, которые можно объединить в три основные группы:

1 - синхронное сравнение знаков сигналов от двух датчиков частичных разрядов, регистрируемых по основному, измерительному, и референсному каналам;

2 - определение разновременности прихода импульсов от двух датчиков частичных разрядов, регистрируемых по измерительному, и референсному каналам;

3 - синхронное сравнение амплитуды импульса по измерительному каналу и всем другим каналам.

Первые два способа отстройки от помех реализованы в приборе R2200 благодаря применению референсного канала «Reference Channel», см. рисунок 1.3., который определяет параметры опорного импульса, и сравнивает их с параметрами импульса, регистрируемого по основному каналу измерения частичных разрядов. Для реализации отстройки помех при помощи сравнения амплитуд основного и опорного импульсов в приборе R2200 используется шумовой канал «Noise Channel», а также референсный канал.

2.2.2.1. Рассмотрим особенности применения алгоритма «разборки» импульсов частичных разрядов при помощи сравнения полярности.

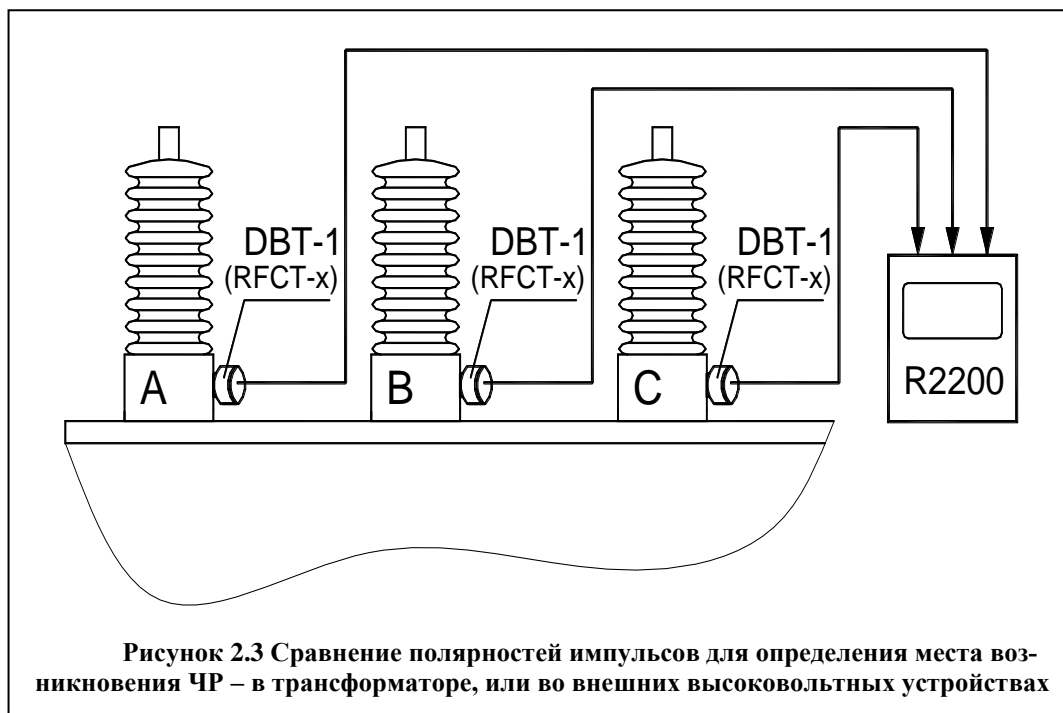


Рисунок 2.3 Сравнение полярностей импульсов для определения места возникновения ЧР – в трансформаторе, или во внешних высоковольтных устройствах

В приборе запрограммирован специальный логический алгоритм отбраковки импульсов на основе сравнения полярностей с использованием матрицы перенаводок с канала на канал, управляемый пользователем. Он позволяет, при сравнении полярностей импульсов, по измерительному каналу, и по референсному, блокировать счет импульсов. Блокировка «счета импульса» может происходить при несовпадении полярностей двух импульсов. Естественно, что при таком сравнении на референсный канал прибора должен подаваться (по выбору пользователя) сигнал от датчика частичных разрядов, который установлен на контролируемом оборудовании должным образом. При неправильном выборе сигнала, подаваемого на референсный канал, эффект от использования данного метода может быть отрицательным.

Пример практического применения алгоритма сравнения полярностей двух импульсов для определения места возникновения дефектов в изоляции крупных генераторов показан на рисунке 2.3. Для реализации метода на вводе трансформатора устанавливаются три датчика. Все датчик марки «DBT-1» монтируется на ПИНЫ вводов трансформатора.

Если частичный разряд возникает в основной изоляции обмотки трансформатора, импульс от частичного разряда «выходит из трансформатора» через ввода с одинаковым знаком. Вне зависимости от направления движения импульса, полярность сигнала на выходе датчика «DBT-1» будет совпадать с полярностью импульса от частичного разряда, т. к. ввод является, практически идеальным, конденсатором связи.

Если возникает импульс коронного разряда на одной из фаз, то он перенаводится на соседние фазы с другим знаком.

В соответствии с этим можно утверждать, что при несовпадении полярностей сигналов на выходе датчиков «DBT-1», сигнал от ЧР «входит в трансформатор», т. е. является результатом воздействия помех. При совпадении полярностей импульсов сигнал «выходит из трансформатора», т. е. является результатом возникновения частичных разрядов в изоляции трансформатора.

Правило отстройки от внутренних помех простое – если в этот момент в других фазах будет иметь место с большей амплитудой, то частичный разряд возник не в анализируемой фазе.

Для устранения влияния таких «внутренних» помех в приборе R2200 предусмотрены специальные технические и программные средства.

\	U _A	U _B	U _C
U _A	-	82	64
U _B	85	-	83
U _C	65	84	-

Рисунок 2.4 Примерный вид матрицы перенаводки для схемы измерения частичных разрядов с тремя датчиками в трансформаторе

Перед проведением измерений частичных разрядов, при калибровке измерительной схемы, можно «заполнить» ячейки матрицы перенаводки, показывающей степень взаимного влияния фаз трансформатора друг на друга. На отключенном оборудовании, в различные точки контролируемого оборудования, подаются тестовые сигналы от генератора – имитатора частичных разрядов, и фиксируются амплитуды на выходе всех установленных датчиков.

Значения ячеек матрицы перенаводки рассчитываются автоматически.

Полученные значения степени взаимного влияния фаз трансформатора теперь могут быть использованы при проведении регистрации частичных разрядов, как относительные значения амплитуд сигналов по каналам.

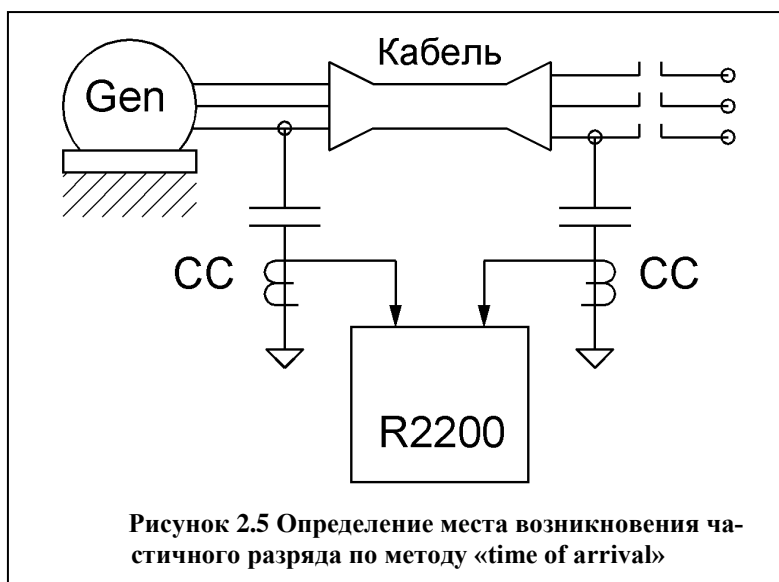
Пример матрицы перенаводки приведен на рисунке 2.4. Она получена для схемы измерения частичных разрядов в трансформаторе, на котором установлены 3 датчика. Три датчика марки RFCT-1 смонтированы на вводах со стороны ВН трансформатора.

2.2.2.2. Алгоритм отстройки от помех по времени прихода импульсов от разных датчиков (в зарубежных источниках этот алгоритм называется «time of arrival» - разница во времени прихода импульсов), с использование матрицы перенаводок с канала на канал, находит широкое применение при анализе пространственно распределенных объектов, например, электрических генераторов и двигателей, кабельных линий, КРУ.

Скорость движения электромагнитной волны поля, в кабельных линиях, немного больше половины скорости света. Приблизительно можно считать, что один метр кабельной линии импульс ЧР преодолет за 6 – 7 наносекунд. Это очень малый отрезок времени, но благодаря применению современной элементной базы в приборе можно, достаточно уверенно, контролировать такие сдвиги времени.

Таким образом, можно утверждать, что если расстояние между местами установки датчиков достаточно значительно, реально не менее 1 – 2 метров, то при помощи прибора R2200 можно определить направление движение импульса ЧР по контролируемой линии. При этом обязательно нужно помнить о том, что длины соединительных кабелей от датчиков до прибора R2200 должны быть одинаковыми. В противном случае, в соединительных кабелях возникнут свои задержки импульсов по времени прихода, в них тоже скорость движения импульса ЧР имеет такое же значение.

Для иллюстрации работы алгоритма «разборки» импульсов по времени прихода «time of arrival», на рисунке 2.5. показано возможное расположение датчиков при поиске места возникновения частичных разрядов или в генераторе, или во внешних цепях.



При появлении «на внешних зажимах контролируемого генератора» сигналов (от) частичных разрядов всегда встает главный вопрос, возникли ли эти ЧР внутри генератора, или же они «пришли» извне, от выключателя, от другого оборудования, может быть и от входного трансформатора предприятия.

Неправильный ответ на этот вопрос может привести к значительным проблемам для службы эксплуатации высоковольтного оборудования. Оптимальным решением этой про-

блемы, определения места возникновения частичного разряда, является использование возможностей метода «разборки импульсов» по времени прихода.

Контролируемый генератор (электродвигатель) подключен к питающей сети, например, через кабель небольшой длины, при помощи высоковольтного выключателя. С двух сторон соединительного кабеля, на каждой фазе, монтируются конденсаторы связи марки «СС». Таким же образом конденсаторы могут быть установлены при использовании в генераторе шинпровода. Минимальное расстояние между конденсаторами связи (разница во времени пролета импульса от частичного разряда к разным конденсаторам связи) составляет 1 метр,

Если импульс от частичного разряда возник в генераторе, то он сначала будет зарегистрирован на конденсаторе связи, установленном на зажимах генератора. На втором конденсаторе связи, установленном на противоположном конце кабеля, импульс от частичного разряда появится с задержкой времени, обусловленной «пролетом» импульса по кабелю. Например, если длина кабеля равняется 20 метров, то задержка времени составит $6 \cdot 20 = 120$ наносекунд.

При возникновении частичных разрядов в выключателе (например), сигнал сначала будет зарегистрирован на близко расположенном конденсаторе, и только через 120 наносекунд он появится на конденсаторе связи, установленном на генераторе.

В первом случае импульс ЧР является «полезным» (информативным) для проведения диагностики, во втором случае импульс является «шумовым», и из процедуры оценки состояния изоляции исключается.

Напомним, что при использовании такой схемы «разборки» импульсов соединительные кабели от датчиков к прибору должны иметь одинаковую длину. Это необходимо для того, чтобы не внести погрешность в определение времени прихода импульсов, т. к. и в соединительных кабелях сигнал от датчиков «задерживается». Задержка времени составляет ту же величину, 6 – 7 наносекунд на метр коаксиального кабеля.

2.2.2.3. Алгоритм отстройки от помех с использованием чувствительностей каналов.

Этот способ отстройки схемы измерения от помех, как уже говорилось выше, основан на сравнении амплитуд сигналов по измерительному, и всем другим каналам. Он реализован на основе использования каналов, включенных для отстройки по амплитуде, которые показаны на блок – схеме входных цепей прибора на рисунке 2.2. Этот способ отстройки от помех является, сравнительно, более простым, чем два предыдущих способа, т. к. позволяет использовать более простые схемные решения в приборе.

Принцип работы «разборки» импульсов при помощи сравнения амплитуд прост. Если амплитуда сигнала, контролируемого по основному измерительному каналу, меньше, чем синхронно измеряемая амплитуда по любому, или определенному, каналу, то это сигнал не относится к данному контролируемому объекту (части объекта). Данный импульс от частичного разряда возник в другом месте (контролируемого объекта), и «перенавелся» внутри объекта на другую часть.

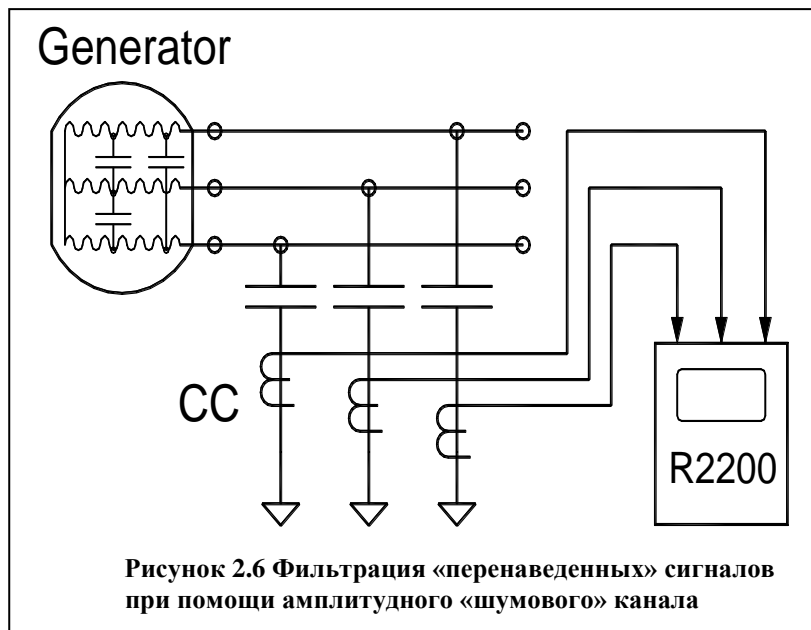


Рисунок 2.6 Фильтрация «перенаведенных» сигналов при помощи амплитудного «шумового» канала

Для корректной работы алгоритма «разборки» импульсов по амплитуде необходимо сравниваемые каналы подавать на «Reference Channel» и «Noise Channel». На входы этих каналов подключаются от 1 до 8-ми сигналов.

В качестве примера можно говорить о том, что импульс тока от частичного разряда, возникающий в фазе «А» генератора, показанного на рисунке 2.6., по внутренним емкостным связям между обмотками, «перенаведется» на обмотки фазы «В» и «С».

Естественно, что амплитуда сигнала ЧР на фазе «В» будет меньше, а на фазе «С» еще меньше, следовательно, для корректной работы метода, необходимо сравнивать сигналы с учетом коэффициента чувствительности канала.

2.2.3 Представление информации в приборе

В памяти прибора R2200 представление (и сохранение) информации о зарегистрированных импульсах частичных разрядах в каждом измерительном канале производится в виде амплитудно – фазо – частотное распределение импульсов - PRPD и TF-распределения. Дополнительно к регистрации матриц распределения импульсов в приборе имеется возможность регистрации формы импульсов частичных разрядов, что расширяет возможности диагностики изоляции высоковольтного оборудования.

2.2.3.1 Амплитудно – фазо – частотное распределение импульсов - PRPD

Амплитудно – фазо – частотное распределение импульсов частичных разрядов, так такой график иногда называют в отечественной литературе, в англоязычной литературе принято обозначать аббревиатурой PRPD (Phase Resolved Partial Discharge), что соответствует, в достаточно свободном переводе, понятию «Фазовое Распределение импульсов Частичных Разрядов». Мы будем везде придерживаться такого обозначения, как общепринятого.

Это распределение является наиболее мощным диагностическим средством для определения типа дефекта в изоляции. Можно сказать более конкретно, только использование PRPD распределения импульсов частичных разрядов позволяет максимально точно диагностировать тип дефекта в изоляции.

Поскольку это распределение импульсов синхронизировано с синусоидой питающей сети, то форма этого распределения частичных разрядов практически однозначно связана с

типом дефекта, возникшего в изоляции. Поэтому распределение PRPD даже часто называют «графическим образом» типа дефекта в изоляции оборудования.

В измерительном приборе R2200 распределение PRPD всегда строится на экране, после каждой регистрации импульсов частичных разрядов.

Опытный диагност, имеющий большой практический опыт, легко определит по PRPD распределению импульсов частичных разрядов тип дефекта в изоляции, причем с очень высокой точностью.

Фоном для построения PRPD распределения служит условная синусоида питающей сети, при помощи которой производится привязка момента возникновения каждого импульса частичного разряда к фазе питающего напряжения.

Амплитуда всех зарегистрированных в оборудовании импульсов частичных разрядов откладывается по вертикальной оси графика. Полярность импульсов отображается расположением точки в положительной, или отрицательной зоне амплитуд. Каждый импульс частичного разряда, возникший в данную (угловую) фазу синусоиды питающего напряжения, отображается на PRPD графике точкой, в координатах фаза - амплитуда. Если импульсов частичных разрядов с такими параметрами «фаза – амплитуда – полярность» много, то их количество в данной точке графика отображается цветом точки, или оттенками серого.

Каждая ячейка амплитудно-фазо-частотного распределения имеет следующие параметры: фаза питающего напряжения, амплитуда импульса, количество импульсов данной амплитуды в данной фазовой зоне. В матрице распределения импульсов частичных разрядов один период синусоиды питающего напряжения подразделяется на 48 зон, шириной по 7,5 градуса каждая ($360^{\circ} / 48 = 7,5^{\circ}$). Для удобства регистрации и анализа распределения импульсов в приборе R2200, импульсы, имеющие близкие амплитуды, считаются одинаковыми. При различии менее чем на 20%, импульсы «складываются» в общую ячейку матрицы. По амплитуде регистрируемых импульсов в приборе имеется 32 градации. Ширина каждой амплитудной зоны 2,2 dB. Соотношение амплитуд максимального и минимального сигналов, регистрируемых прибором, составляет 5000:1. Общее количество амплитудных зон в приборе R2200 составляет 64, с учетом зон для учета импульсов положительной и отрицательной полярности.

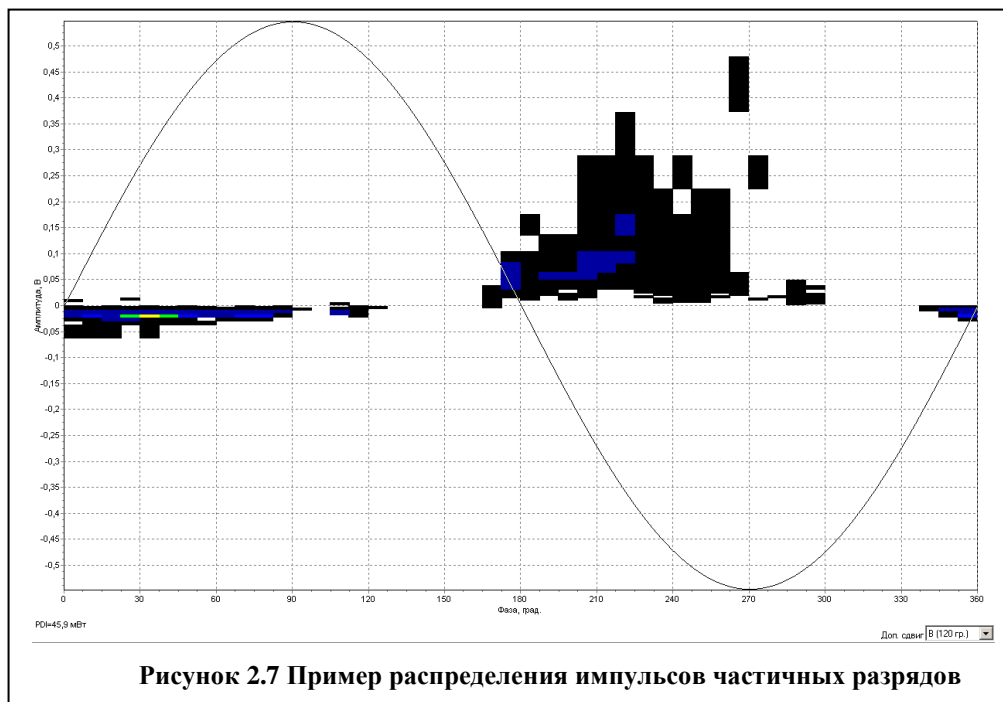


Рисунок 2.7 Пример распределения импульсов частичных разрядов

В каждой ячейке матрицы распределения импульсов частичных разрядов находится число, от 0 до 65535, которое соответствует количеству зарегистрированных импульсов с такими параметрами, приведенное к секунде.

На рисунке 2.7. показан пример распределения импульсов частичных разрядов, зарегистрированных в кабельной линии 110 кВ. Из рисунка хорошо видно, что максимальная амплитуда и интенсивность частичных разрядов имеет место перед достижением напряжением питающей сети максимума. Полярность импульсов противоположна полярности питающего напряжения. Интенсивность импульсов частичных разрядов повышена в моменты перехода питающего напряжения через ноль.

2.2.3.2 Время – частотное распределение импульсов частичных разрядов в изоляции - ТТИ

Основными частотными свойствами импульсов можно считать два параметра (см. рис. 2.1.):

1. **Время (частота) первого импульса (T1).** Частоту импульса можно определять, следуя классической теории, по полному периоду колебания, а можно только по первой волне импульса, используя удвоенное значение длительности этой полуволны. При этом легко можно получить частоту импульса, различающуюся на 50%. Это объясняется тем, что частотные свойства импульса, на первой полуволне, а особенно на переднем фронте, существенно изменяются. Данное обстоятельство вносит в анализ частотных свойств импульсов частичных разрядов определенный субъективизм, но не оказывает существенного влияния на диагностические возможности этого метода. Основное – применять одинаковые правила к определению частотных свойств импульсов частичных разрядов.
2. **Время затухания импульса ЧР (T2).** Этот параметр показывает, как долго длится реакция контролируемого объекта на возникший в изоляции импульс частичного разряда. Временной интервал от начала, и до завершения импульса, также может определяться несколькими методами. Чаще всего используется некоторое значение коэффициента затухания, например, 0,1 или 0,05. При колебательном уменьшении контролируется амплитуды импульсов. При снижении амплитуды до такого уровня, относительно амплитуды первого импульса, сигнал частичного разряда считается затухшим.

На этапе регистрации импульсов практическая ценность этих параметров не столь значительна. Необходимо «набрать» некоторое количество статистической информации, объем которой будет достаточен для обобщения свойств импульсов. Максимально эффективно частотные свойства импульсов можно использовать на этапе анализа распределения импульсов. Данные параметры связаны с типом дефекта, местом его возникновения, средой и путем распространения импульса.

Для обобщения свойств импульса, вне зависимости от их амплитуды, удобнее всего разместить на условной плоскости. Осями координат этой плоскости будут: по оси Y – полную длительность (T2), для каждого импульса, а по оси X будем откладывать длительность первого импульса (T1). Для удобства анализа и практического применения данного диагностического метода назовем это условную плоскость «ТТИ плоскостью» (Time-Time-Intencity).

При рассмотрении ТТИ распределения очень важно понимать, что, в конечном итоге, мы рассматриваем не свойства самого частичного разряда (в зоне дефекта), а реакцию контролируемого объекта (вокруг зоны дефекта) на возникший разряд.

Один и тот же импульс, имеющий одинаковые параметры, но возникший в разных точках объекта, при регистрации будет иметь различные частотные параметры. Отсюда следует важное следствие, что импульсы, возникшие в одной зоне, будут иметь одни частотные свойства, а возникшие в другой зоне – другие частотные свойства. Именно это может

позволить диагностам создавать диагностические правила, разделяющие импульсы по природе возникновения и локации места дефекта.

Импульсы одной природы и места возникновения, будут сосредоточены на ТФ плоскости в одной локальной зоне. Импульсы другой природы и места возникновения, как и импульсы помех, будут сосредотачиваться в других зонах. Анализ распределения импульсов на плоскости позволит локализовать их параметры.

Каждая ячейка ТТІ-распределения имеет следующие параметры: время (частота) первого импульса - Т1, длительность дребезга импульса (время затухания импульса ЧР -Т2), количество импульсов данной ячейки. Количество импульсов с определенными параметрами импульсов выделяется цветовой схемой. «ТТІ-плоскость» важна для разделения различных типов дефекта, шума.

После выделения характерных зон на «ТТІ-плоскости» возможно определения типа дефекта на основе анализа характерного для каждого дефекта амплитудно-фазового распределения импульсов ЧР. Импульсы одной природы и места возникновения, будут сосредоточены на ТТІ плоскости в одной локальной зоне. Импульсы другой природы и места возникновения, как и импульсы помех, будут сосредотачиваться в других зонах.



Рисунок 2.8 Пример распределения импульсов частичных разрядов. ТТІ – плоскость

Если в результате использования ТТІ распределения мы получим две (или более) группы импульсов, то это означает одно из двух. Или это два (или более) дефекта одинакового типа, расположенные на различном удалении от первичного датчика, или это два (или более) дефекта различного типа, локализация которых может быть любой.

На PRPD распределении, последовательно и отдельно, мы должны отображать те группы импульсов частичных разрядов, которые были при помощи ТТІ распределения, в некоторые группы. Это позволит нам определить тип каждого дефекта в изоляции контролируемого оборудования. Если все зарегистрированные импульсы имеют одинаковую природу, принадлежат одному дефекту, то ТТІ распределение можно не использовать.

Признаки отличия групп:

- Импульсы, возникшие от разных типов дефектов в изоляции.
- Импульсы, от одинаковых типов дефектов, но возникших в разных зонах изоляции контролируемого оборудования.

Выделение отдельных групп импульсов с близкими параметрами и анализ каждой группы в отдельности на амплитудно-фазовом распределении позволяет:

- эффективно отделять различные виды дефекта и шум;
- проводить анализ каждой группы импульсов;

- рассчитывать мощность каждой группы и вклад каждого дефекта;
- проводить «ранжирование» дефектов по степени опасности.

2.2.3.3 Регистрация формы импульсов и рефлектограмм

Метод рефлектографии достаточно широко применяется в практике для поиска мест возникновения дефектов в кабельных линиях. Метод достаточно прост и эффективен, но и не лишен некоторых недостатков. Основными недостатками являются два. Во-первых, диагностика может производиться только на отключенной кабельной линии. Во-вторых, диагностируемый дефект в изоляции кабельной линии должен быть «развит» до такой степени, что в его зоне волновые свойства кабельной линии были изменены, только в этом случае возможно отражение (от зоны диагностируемого дефекта) части энергии тестового импульса.

При помощи прибора R2200, имеющего в своем составе модуль регистрации формы импульсов частичных разрядов, также возможно проведение локализации места возникновения дефектов в изоляции. Используемый при этом метод «модифицированной» рефлектографии приобретает новые свойства. Отличие данного метода рефлектографии от «стандартного» заключается в том, что в качестве тестирующего импульса используется не импульс от встроенного в прибор генератора, а импульс частичного разряда, возникающего в зоне возникшего дефекта изоляции.

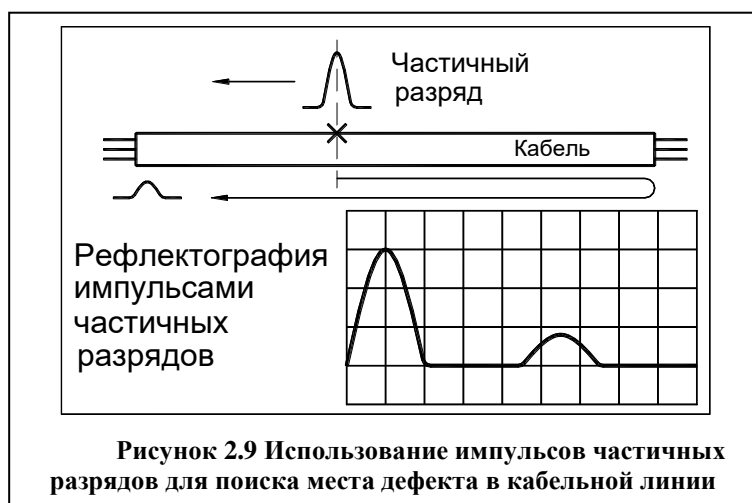


Рисунок 2.9 Использование импульсов частичных разрядов для поиска места дефекта в кабельной линии

На рисунке 2.9. приведен рисунок, поясняющий использование в методе рефлектографии импульсов частичных разрядов. В месте наличия дефекта кабельной линии возникает частичный разряд, и, соответственно, электромагнитный импульс. Из зоны возникновения он начнет, по кабельной линии, распространяться в обе стороны, в направлении концевых разделок кабельной линии. С одной стороны, на рисунке это слева, когда импульс достигнет датчика, то он

будет зарегистрирован прибором R2200. Приблизившись к правому концу кабеля, в месте изменения волнового сопротивления, часть энергии импульса частичного разряда отразится, и отраженный импульс, меньшей амплитуды, будет двигаться в обратном направлении. В тот момент, когда импульс придет к левому концу кабеля, он также будет зарегистрирован прибором R2200.

Если, в момент прихода первого, «прямого» импульса, начнется регистрация временной формы сигналов, то временная диаграмма по этому каналу будет иметь примерно такой вид, как это показано на рисунке 2.9. Основным интерес, для диагностики места возникновения дефекта, на этой диаграмме имеет временное запаздывание второго, отраженного импульса, от первичного импульса. Количественно, это время было затрачено «отраженным» импульсом на движение, от места возникновения, к правому концу кабеля, и возвращению обратно до зоны возникшего дефекта. Движение от зоны дефекта к левому концу кабеля у каждого импульса занимает одинаковое время, т. е. не изменяет время запаздывания.

Точная диагностика места возникновения дефекта в кабельной линии, при практическом применении метода, затрудняется по нескольким причинам.

Во-первых, скорость движения электромагнитной волны в кабельной линии различна у кабелей различной марки. Основная причина такого различия – различные свойства диэлектриков и конструктивные отличия кабельных линий, т.е. разные коэффициенты укорочения. Из-за этого при одинаковом времени запаздывания прихода «второго импульса», место расположения дефекта в кабельных линиях может изменяться, в зависимости от скорости движения импульса.

Во-вторых, реальная рефлектограмма может по форме отличаться от идеальной, приведенной на рисунке 2.9. На «полезные» сигналы от дефекта накладываются отражения от соединений, муфт.

В-третьих, измерение временного распределения импульсов в кабельной линии, под рабочим напряжением, обычно, усложняется наличием большого количества помех. Для подавления случайных помех прибор R2200 делает несколько измерений, количество которых может достигать нескольких сотен, усредняя полученную картину. После такой процедуры на временной диаграмме останутся только стабильные, повторяющиеся импульсы.

В связи с тем, что регистрация производится с очень высокой частотой, она ведется выборочно, в течение коротких интервалов времени, только в момент прохождения импульса частичного разряда. Непрерывная регистрация импульсов частичных разрядов не может происходить длительно. Кроме того, потребуются очень большие ресурсы оперативной памяти, просмотр и анализ которой занимает много времени.

Запуск прибора на регистрацию формы импульса частичного разряда производится непосредственно в момент прихода в прибор переднего фронта импульса частичного разряда. Окончание регистрации одного импульса производится по выбранной длительности регистрации. Время «одной» регистрации может составлять от 2.5 до 80 микросекунд.

Полное время регистрации зависит от выбранного количества синусоид. Внутренняя память прибора, выделенная для хранения формы импульсов частичных разрядов, позволяет сохранять до 64 тыс. рефлектограмм отдельных импульсов. После регистрации выбранного количества синусоид пользователь может на экране просмотреть все зарегистрированные рефлектограммы.

Локация работает на принципе определения разницы во времени прихода к прибору «прямого» и «отраженного» импульсов от ЧР. Это время однозначно определяет место нахождения зоны дефекта в кабельной линии.

В приборе R2200 реализована автоматизированная функция регистрации и анализа рефлектограмм. Если прибором в кабеле выявляются частичные разряды, то для них может быть зарегистрирован и записан в память график прихода всех импульсов в течение времени, достаточного для преодоления этими импульсами двукратной длины контролируемого кабеля.

В самом общем случае, коэффициент укорочения равен 1.7. При длительности регистрации формы импульса равной 80 микросекунд, импульс от частичного разряда «пробежит» в кабельной линии расстояние, превышающее 14 километров. Таким образом, учитывая двукратный пробег импульсом кабельной линии, прибором R2200 может диагностироваться кабель общей длиной до 7 километров.

Достоинством данного метода является:

- Возможность диагностика кабельных линий, находящихся под рабочим напряжением.
- Выявление возникающих дефектов изоляции кабельной линии на начальных этапах их развития.

2.2.4 Сохранение информации в приборе

Зарегистрированные данные могут храниться во внутренней памяти прибора в виде распределений и рефлектограмм.

Сохранение замеров в приборе осуществляется структурировано, по каталогам, каждый каталог соответствует какому-либо предприятию и объекту измерения.

Наибольшее число каталогов в памяти прибора – 32, один каталог существует всегда, прибор не разрешает удалить последний каталог.

2.3 Калибровка входных цепей

Важной проблемой, которую приходится решать при практическом применении приборов контроля частичных разрядов, является вопрос калибровки (поверки) приборов.

В отличие от стандартных измерений параметров электрических цепей, например, токов, напряжений, необходимо четко понимать, что прибор контроля частичных разрядов не может быть откалиброван, а тем более поверен, в условиях предприятия изготовителя, или в какой – либо метрологической службе.

Это обусловлено тем, что, как уже говорилось выше, измеряются не сами параметры импульса частичного разряда, а вторичные признаки импульса - реакция контролируемого объекта на перераспределение потенциалов. При этом получается так, что один и тот же разряд в изоляции будет измеряться нашим прибором в разных объектах по-разному. Например, разряд, возникший внутри разного оборудования, с одинаковой величиной в 100 рК, будет наводить в одинаковом датчике сигнал, отличающийся по амплитуде в десятки, и даже в сотни раз. Так будет, например, при измерении ЧР в трансформаторе и в небольшой электрической машине. Во втором случае, обычно, амплитуда импульса частичного разряда будет много больше.

Реальная чувствительность прибора, а это и есть потенциальный метрологический параметр, который влияет на измеряемые параметры, не является величиной постоянной. Она в значительной степени зависит от условий проведения измерений.

На чувствительность прибора оказывает влияние:

- тип и марка контролируемого высоковольтного оборудования, трансформаторы, генераторы, кабельные линии;
- типа и места установки датчика, предназначенного для измерения параметров частичных разрядов;
- места возникновения дефекта в изоляции оборудования, разряды, возникшие на разном удалении от датчика, наведут в датчике сигналы разной амплитуды;
- длины соединительного кабеля от датчика и т. д.

Каким – то образом заранее учесть «набор» этих возмущающих факторов, влияющих на чувствительность измерительной схемы, не удастся никогда. Вполне очевидным является то, что единственно возможным способом проведения достоверных измерений частичных разрядов в высоковольтном оборудовании является проведение калибровки измерительной схемы прямо на месте. Любое изменение параметров схемы измерения, перемещение датчиков по контролируемому оборудованию и т. д. требует проведения повторной процедуры калибровки измерительной схемы.

Процедура калибровки измерительных цепей перед измерением частичных разрядов предполагает следующее:

- Собирается конкретная измерительная схема на отключенном высоковольтном объекте, состояние изоляции которого предполагается контролировать.
- В конкретную зону объекта, которую предполагается контролировать, необходимо ввести, «инжектировать», искусственные частичные разряды, амплитуда которых известна.
- Проводится измерение выходных сигналов со всех датчиков, установленных на оборудовании.

- На основании известного уровня тестового импульса, инжестируемого в оборудование, рассчитывается реальный коэффициент чувствительности каждого измерительного канала собранной измерительной схемы.

- Полученные расчетные коэффициенты чувствительности каналов используются во всех последующих измерениях частичных разрядов, проводимых под рабочим, или испытательным, напряжением.

Вполне очевидно, что единственным способом обеспечения необходимой метрологической достоверности измерения частичных разрядов является обязательное наличие в составе оборудования тестового генератора. Это генератор должен выдавать на выходе импульсы, соответствующие импульсам частичных разрядов, иметь небольшие габариты и аккумуляторное питание.

В соответствии с этим в состав всех приборов производства фирмы «Димрус» включается генератор GKI-2, имитирующий импульсы ЧР. Благодаря этому пользователи приборов могут самостоятельно проводить калибровку измерительных цепей в полевых и лабораторных условиях.

2.3.1 Импульсный генератор GKI-2

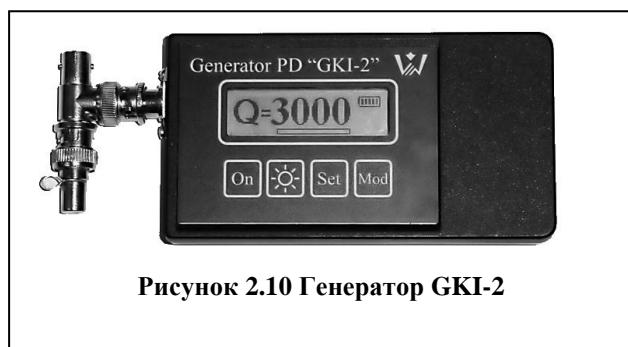


Рисунок 2.10 Генератор GKI-2

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 «АА», 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.

Генератор GKI-2, обычно, инжестирует в контролируемый объект, и в измерительные цепи, заряд 3000 пКл. Это позволяет проводить калибровку измерительных цепей, с учетом затухания в объекте, перед проведением измерений. Выпускаются версии генератора с регулировкой инжестируемого заряда, величина которого может, по выбору пользователя, составлять 2000 и 5000 пКл.

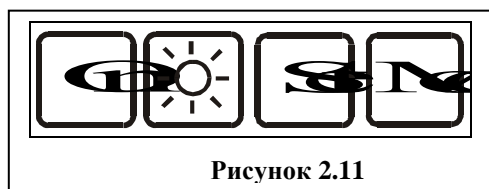


Рисунок 2.11

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

Внешний вид клавиатуры генератора показан на рисунке 2.11. 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 3000 пКл (на 50 Ом) с частотой 24 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:

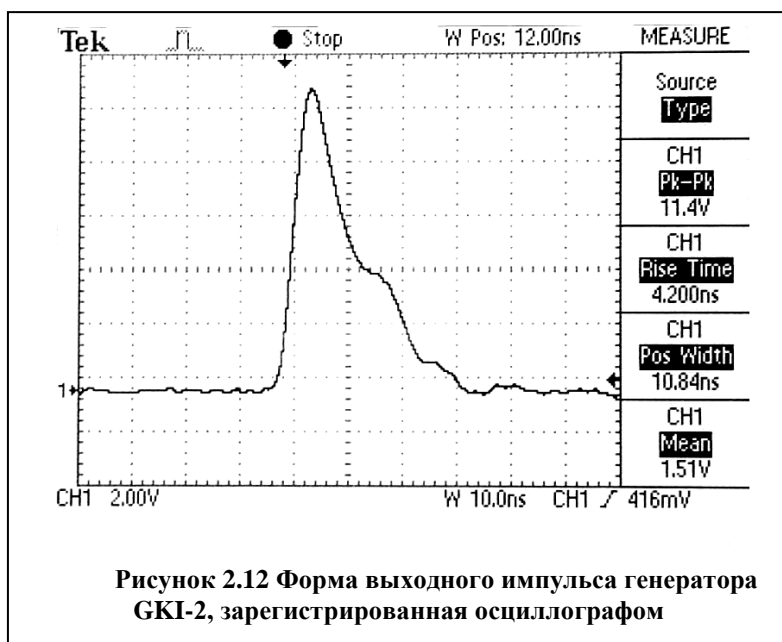
- Время работы прибора до автоматического отключения после последнего нажатия клавиш. Оно может равняться 1, 10, 20 и 60 минут или этот режим отключается. На экране показывается надпись «ВЫКЛ. ПРИБОР – 10 мин». Данная функция предназначена для сохранения заряда аккумуляторов.

- 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, в процессе инжектирования импульсов, когда пользователь работает с прибором, это не нужно.

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

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 (3000 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.



Форма тестового импульса частичного разряда, генерируемого на выходе GKI-2, показана на рисунке 2.12. 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.

2.3.2 Расчет чувствительности канала

Расчет чувствительности канала прибора может производиться автоматически, при помощи встроенной в прибор R2200 функции «калибровка», описанной в пункте 3.3.3.3 данной инструкции, или в ручном режиме.

Для ручного расчета коэффициентов чувствительности, после регистрации замера с инжестрированным зарядом с генератора, необходимо определить уровень сигнала (мВ) который зарегистрировал прибор на калибруемом канале. Это возможно в приборе при помощи функции просмотра замера, или после перекачки данных калибровочного замера в компьютер, и анализа его при помощи программы «СКИ», поставляемой вместе с прибором.

Порядок расчета коэффициентов чувствительности следующий. Необходимо загрузить замер из архива прибора в компьютер, и посмотрите уровень сигнала (Q02) по калибруемому каналу.

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

Далее чувствительность каждого измерительного канала прибора можно легко рассчитать по простой формуле:

$$K_{\text{ЧК}} = \frac{Q_{\text{ГЕН}}}{U_{\text{ВХ.КАН}}}$$

где:

$K_{\text{ЧК}}$ - коэффициент чувствительности измерительного канала, в условиях данной схемы измерения частичных разрядов, рассчитываемый в размерности (нКл / В);

$Q_{\text{ГЕН}}$ - амплитуда импульса на выходе калибровочного генератора, измеренная в размерности «нанокulon» (нКл), считываемая с экрана генератора, или контролируемая осциллографом;

$U_{\text{ВХ.КАН}}$ - амплитуда напряжения от датчика, измеренная на входе измерительного канала, в размерности «вольт» (В).

Пример. При подаче в контролируемый объект тестового импульса с амплитудой 3 нКл на входе измерительного канала прибора был зарегистрирован импульс с амплитудой 300 милливольт, или 0,3 вольта. Итоговая расчетная чувствительность измерительного канала прибора, в данной измерительной схеме, равняется 10 «нанокulon/вольт» (нКл / В).

Внимание! Чувствительность в прибор вносится в размерности наноКулон/Вольт, поэтому в формуле стоит 3 нКл, инжектируемые генератором и уровень сигнала приводится к Вольтам.

2.3.3 Нормирование параметров частичных разрядов

Это, наверное, самый сложный и неоднозначный вопрос, всегда возникающий при практическом использовании метода оценки состояния изоляции по частичным разрядам. Какое же количественное значение интенсивности частичных разрядов соответствует хорошему состоянию изоляции? Какова величина тревожного порога, а какое значение соответствует критическому состоянию изоляции?

Точного и всегда однозначного ответа о допустимых количественных значениях параметров частичных разрядов не существует. Точно можно ответить на этот вопрос только при регистрации очень больших уровней высокочастотных импульсов, когда уже на самом деле состояние изоляции очень плохое. Причем даже это значение у различных типов изоляции (т. е. у различных типов оборудования) может различаться в десятки раз.

Причина неоднозначного соответствия регистрируемого уровня частичных разрядов реальному состоянию изоляции контролируемого объекта заключается в том, что все высоковольтное оборудование имеет очень много всевозможных различий и особенностей. Основными из них являются:

- Одно и то же значение сигнала на выходе датчика может соответствовать амплитуде разряда, отличающейся многократно, все зависит от удаления зоны разряда от датчика. Чем больше это расстояние, тем больше ослабляется импульс. Величина ослабления внутри одного контролируемого объекта может быть в десятки раз.

- Рабочее напряжение контролируемого высоковольтного оборудования может существенно различаться.

- Оборудование даже одного рабочего напряжения имеет очень много типов, марок, часто имеющих большие конструктивные отличия.

- Даже однотипное оборудование может иметь различный срок эксплуатации, что также сказывается на нормировании интенсивности частичных разрядов. Парадоксально, но даже год выпуска оборудования может влиять на это. Малейшие отличия в технологии производства оборудования, которых всегда бесконечно много, сказываются на величине

допустимого уровня частичных разрядов в абсолютно одинаковом оборудовании, но выпущенном в разные годы.

Чаще всего в литературе существуют только рекомендации о предельных уровнях частичных разрядов, часто очень больших. Это максимум, на что можно ориентироваться при практической, если можно так сказать мгновенной экспертизе, проводимой по результатам одного измерения, в оценке технического состояния изоляции.

Лучше дело обстоит в том случае, когда осуществляется мониторинг состояния изоляции по уровню и распределению частичных разрядов. Под мониторингом здесь понимается не только использование стационарных систем контроля ЧР, но и проведение периодических измерений параметров частичных разрядов переносными приборами – периодический мониторинг. При этом важно только одно - необходимо получить максимально достоверную информацию о том, меняется ли интенсивность частичных разрядов с течением времени, или не меняется. В процессе проведения мониторинга ЧР необходимо также контролировать дополнительные технологические параметры, которые могут влиять на интенсивность частичных разрядов в изоляции контролируемого высоковольтного оборудования.

Наибольший интерес представляет мониторинг интегральных параметров частичных разрядов – «PDI» и «Q₀₂». Наличие временного тренда в изменении этих параметров ЧР практически однозначно говорит о наличии проблем в изоляции. Изменение интенсивности частичных разрядов в три - четыре раза за один год наблюдения, или скачок в два раза, обозначает, что в изоляции оборудования имеет место развивающийся дефект.

2.4 Практические примеры использования прибора R2200 для регистрации частичных разрядов в высоковольтном оборудовании различных типов

2.4.1 Измерение частичных разрядов в высоковольтном силовом трансформаторе при помощи прибора R2200

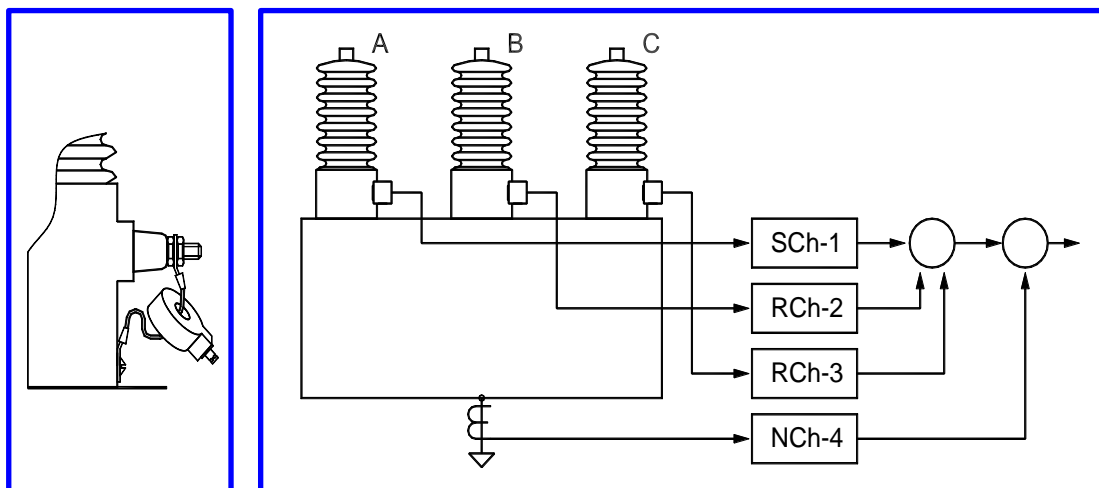


Рисунок 2.13

На рисунке показан способ временной установки датчиков марки RFCT-1 на измерительном выводе ввода трансформатора. Вывод надежно заземляется, на проводнике заземления монтируется датчик частичных разрядов.

На контролируемом трансформаторе монтируются четыре датчика – три на измерительных выводах, и еще один или в нейтрали высоковольтной обмотки, или на проводнике заземления магнитопровода, или же на общем заземлении бака трансформатора.

В процессе регистрации частичных разрядов в каждой фазе трансформатора используются 4 измерительных канала прибора R2200 – основной сигнальный канал, два референсных, и один шумовой канал.

Измерительная конфигурация прибора в таком режиме показана на рисунке. Использование 4 каналов позволяет избавиться от помех, передающихся от фазы к фазе внутри бака, и от внешних импульсов коронных разрядов.

Отстройка от импульсов коронных разрядов производится по полярности сигналов, зарегистрированных с измерительных ПИН вводов фаз трансформатора.

При измерении частичных разрядов в любой фазе трансформатора синхронно сравнивается полярность импульсов, регистрируемых со всех трех датчиков, установленных на вводах.

Если все три импульса с датчиков фаз имеют одинаковую полярность, то это импульс ЧР.

Если при регистрации мы получаем сигналы, различающиеся по полярности первых «пиков», то это соответствует случаю регистрации импульса от коронного разряда, т. е. это есть внешняя помеха, которую прибор R2200 самостоятельно «бракует».

Так, еще на аппаратном уровне, в приборе R2200 работает очень эффективная разборка импульсов, возникших внутри трансформатора, от импульсов пришедших в него снаружи, из окружающей среды. Благодаря этому пользователь может даже не знать, сколько было импульсов коронных разрядов, которые не включены в итоговую регистрацию.

2.4.2 Измерение частичных разрядов в обмотке статора высоковольтного генератора, электродвигателя

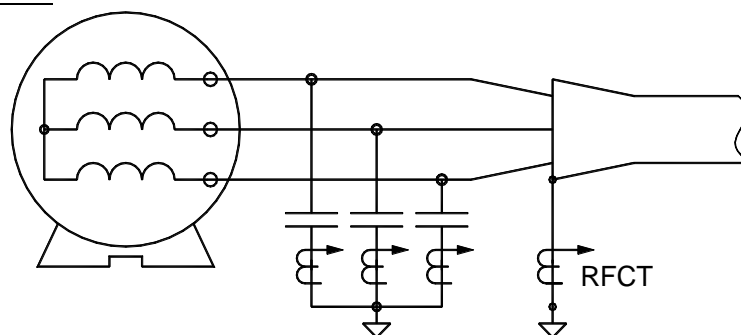


Рисунок 2.14 Установка датчиков ЧР в ЭМ

Наиболее часто в высоковольтных электрических машинах, по уровню и распределению частичных разрядов, контролируют состояние изоляции обмотки статора. Один из используемых вариантов установки первичных датчиков приведен на рисунке.

Здесь также используются четыре датчика частичных разрядов, но общая конфигурация измерительной схемы другая. Между фазами обмотки статора используется только амплитудная разборка импульсов.

Датчик, смонтированный на поводке заземления экрана питающего электродвигатель кабеля, используется в приборе для реализации разборки импульсов типа «time of arrival». Благодаря ее применению удастся эффективно отстраиваться от любых внешних помех, которые могут попасть в обмотку статора извне, по соединительному кабелю.

Конденсаторы связи являются эффективным решением для создания систем мониторинга состояния изоляции обмотки статора по частичным разрядам, и проведения периодических измерений, когда конденсаторы монтируются стационарно. Для проведения разовых измерений ЧР монтировать их сложно.

2.4.3 Измерение частичных разрядов в группе силовых кабелей при помощи прибора R2200

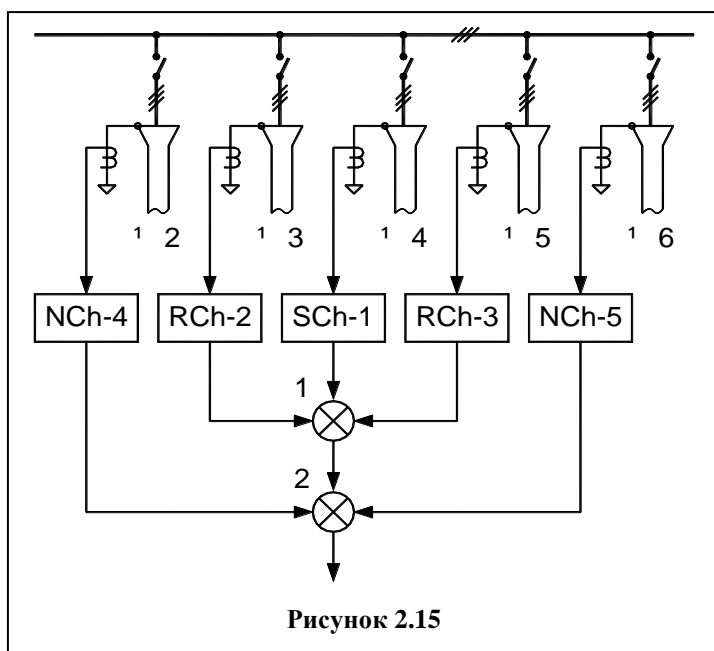


Рисунок 2.15

Достаточно сложно измерять частичные разряды в кабельных линиях, когда к одним шинам подключено несколько линий. В этом случае взаимная наводка импульсов между ними настолько велика, что очень трудно выявить линию с дефектом.

Применение прибора R2200 в этом случае является очень эффективным, поскольку в нем, еще на аппаратном уровне, реализованы нужные средства разделения высокочастотных импульсов от рядом расположенных объектов.

На приведенной конфигурации измерительной схемы прибора хорошо видно, что для измерения частичных разрядов в кабельной ли-

нии 4 задействованы все пять измерительных каналов прибора R2200.

В конфигурации прибора используются средства отстройки от помех:

- Метод «time of arrival» от кабельных линий 3 и 5.
- Метод амплитудной отстройки от сигналов в линиях 2, 3, 5 и 6.

Дополнение результатов алгоритмическими методами отстройки от помех позволяет практически полностью устранить влияние наведенных импульсов.

2.4.4 Локация места возникновения дефекта в кабельной линии при помощи прибора R2200

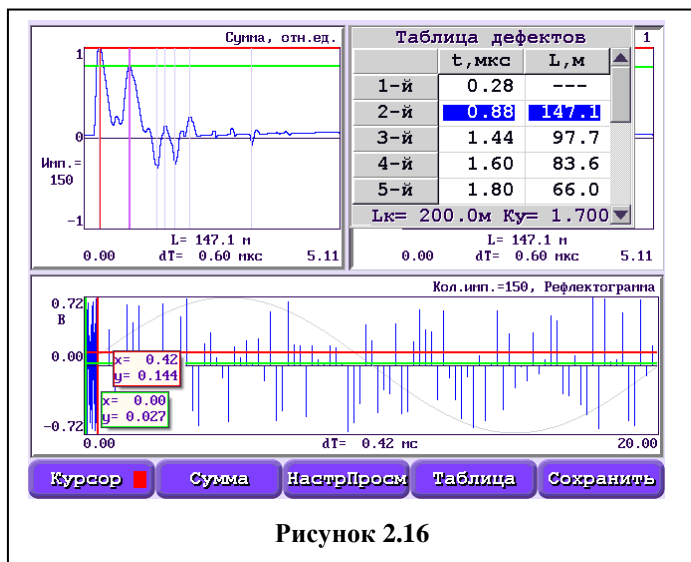


Рисунок 2.16

Одновременно с регистрацией частичных разрядов в изоляции кабельной сборки, при помощи прибора R2200 может проводиться локация места возникновения дефекта в изоляции кабельной линии. На копии экрана прибора показаны его возможности в этом режиме.

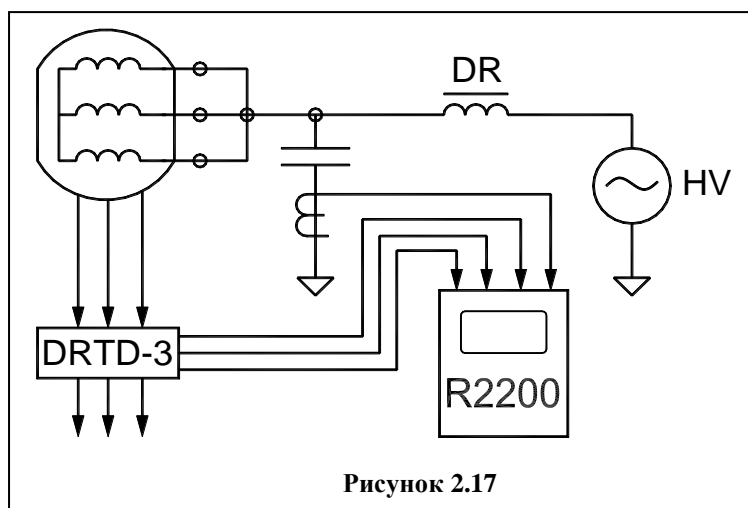
В нижней части экрана показано распределение всех зарегистрированных импульсов во времени, относящихся к конкретной кабельной линии.

Из всего многообразия зарегистрированных импульсов пользователь может выбрать похожие, относящиеся к одному дефекту. По этим вы-

бранным импульсам может быть построена усредненная рефлектограмма, по которой производится локация места возникновения данного дефекта.

Справа вверху приведена расчетная таблица дефектов, соответствующая полученной рефлектограмме. Координаты дефекта приведены в функции двух параметров, времени задержки в приходе импульсов, и в расстоянии от противоположного конца контролируемой кабельной линии.

2.4.5 Измерение частичных разрядов на испытательных стендах при помощи прибора R2200



Прибор марки R2200 может быть использован в составе испытательных стендов, на которых производится определение состояния высоковольтной изоляции после изготовления оборудования или его ремонта.

На рисунке показан пример измерения на стенде ЧР в статоре электрических машинах.

Основное отличие от измерений в работающем оборудовании заключается в подаче на все три обмотки статора одного напряжения от высоковольтного

источника. В качестве датчиков частичных разрядов на схеме показан один датчик марки DRTD-3, и один конденсатор связи.

Минимальный уровень измеряемых частичных разрядов определяется уровнем внешних шумов, от которых уже не удастся отстроиться средствами и функциями измерительного прибора. Для измерения частичных разрядов самого минимального уровня, в единицы рК, необходимо тщательно экранировать объект измерения, например, помещать его в клетку Фарадея, а также использовать «PD-Free» источник испытательного напряжения.

2.5 Назначение и основные свойства экспертной диагностической системы PD-Expert, поставляемой с прибором R2200

Автоматизированная экспертная диагностическая система PD-Expert, поставляемая с прибором R2200, предназначена для оперативной диагностики дефектов в изоляции контролируемого оборудования.

При помощи системы PD-Expert решаются две важные задачи:

- Для опытного, подготовленного диагноста, экспертная система позволяет уменьшить трудоемкость проведения диагностических работ и формирование отчетных документов.

- Для начинающих специалистов в области анализа частичных разрядов, еще не имеющих большого опыта, система PD-Expert выполняет функции обучающей программы, снижая количество ошибок начального уровня.

Уникальными достоинствами экспертной системы PD-Expert являются:

- Реализация системы на двух уровнях – непосредственно в программном обеспечении прибора R2200, что дает возможность оперативной диагностики, и в компьютере, в котором хранится общая база данных замеров.

- Открытость и адаптивность встроенных алгоритмов диагностики дефектов в изоляции. Опытный специалист всегда имеет возможность модернизировать поставляемые диагностические правила к особенностям конкретного оборудования. При необходимости, он может создавать свои диагностические правила, наиболее эффективные в практических условиях.

Программа PD-Expert все зарегистрированные в одном замере импульсы частичных разрядов «раскладывает» на ТТИ плоскости, автоматически выделяя группы одинаковых импульсов, соответствующие разным дефектам.

При помощи такой раскладки сразу же производится фильтрация случайных импульсов, имеющих нетипичные значения своих частотных параметров.

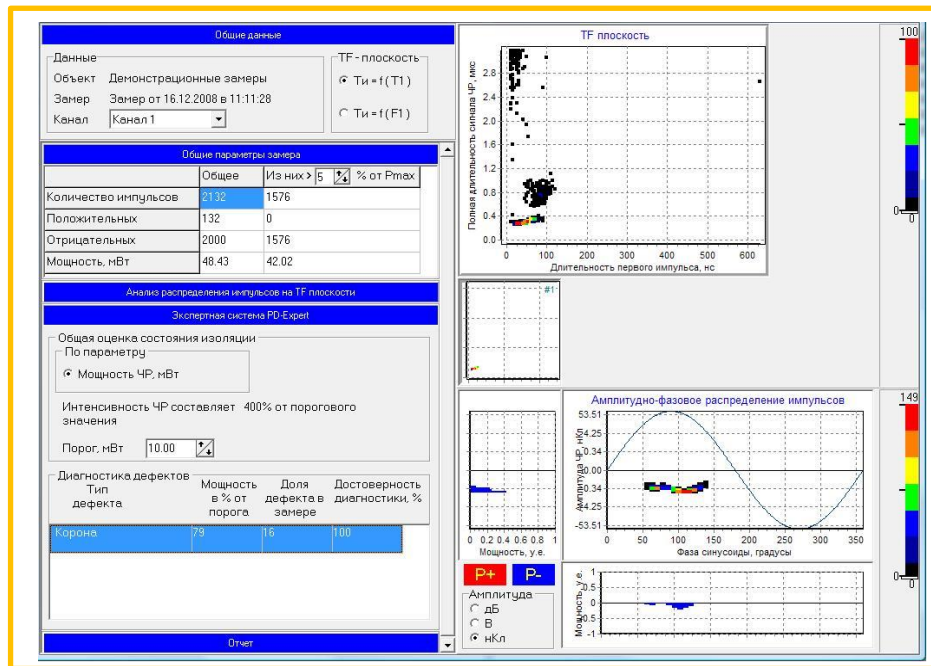


Рисунок 2.18

Для каждой группы импульсов, выделенных из замера на TFM плоскости, отдельно анализируется PRPD распределение, которое сравнивается с имеющимися в памяти программы «графическими образами» дефектов в изоляции. В случае совпадения импульсы этой группы относятся к данному типу дефекта, с оценкой достоверности.

По итогам работы программы PD-Expert автоматически формируется диагностическое заключение о всех выявленных дефектах в изоляции.

На приведенном примере хорошо видно, что все импульсы частичных разрядов сосредоточены на TFM плоскости в трех группах.

Заданным в памяти программы образом дефектов соответствует только нижняя, самая большая группа импульсов частичных разрядов. Графических аналогов для двух других групп импульсов найдено не было, это два типа внешних помех.

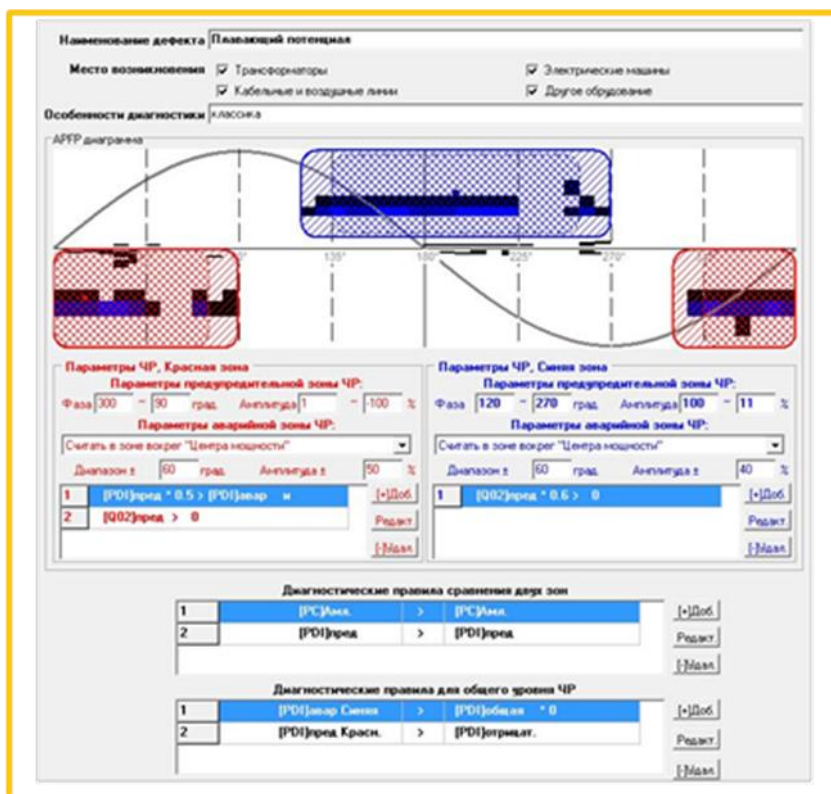


Рисунок 2.19

На PRPD распределении импульсов информативной группы, показанном внизу справа, видно, что эти импульсы являются обычными коронными разрядами.

Таким образом мы получаем, что все высокочастотные импульсы, зарегистрированные в нашем замере, являются импульсами помех. Они не имеют никакого отношения к дефектам, которые мы хотим выявить в изоляции контролируемого оборудования, состояние которой является хорошим.

Пользователь может создавать и корректировать свои диагностические правила.

Правило может быть создано пользователем «с нуля», или на основании коррекции уже имеющегося, или же на основе реального замера частичных разрядов в изоляции оборудования.

В каждой фазовой зоне можно выделить две зоны импульсов, соответствующие разным уровням достоверности работы правила. Открытая возможность корректировки диагностических правил оказывает большую помощь подготовленному пользователю, дает возможность проводить обучение других пользователей, передавать свои знания другим.

При необходимости диагностические правила могут пересылаться по сети другим пользователям приборов марки R2200.

Библиотека диагностических правил в программе PD-Expert является универсальной. Для того, чтобы задействовать какое-либо правило, необходимо включить его в диагностический паспорт контролируемого оборудования.

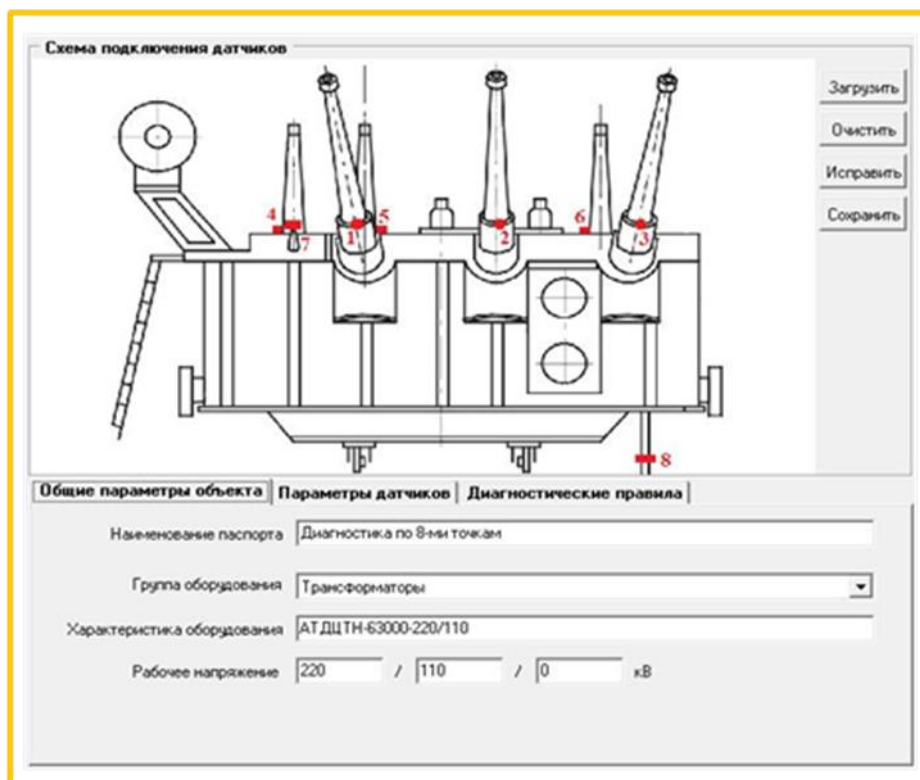


Рисунок 2.20

В диагностическом паспорте оборудования описываются:

- Места установки датчиков.
- Тип и чувствительность датчиков.
- Диагностические правила, которые необходимо использовать.

Диагностический паспорт составляется пользователем, сохраняется в памяти, и является алгоритмической программой, по которой будет работать система PD-Expert, применительно к диагностике состояния изоляции контролируемого оборудования.

Достоверность получения диагностических заключений полностью зависит от того, насколько правильно составлен диагностический паспорт.

3 Работа с прибором R2200

Прибор «R2200» заключен в металлический корпус, имеет жидкокристаллический цветной экран с разрешением 640x480 точек и утопленную в корпус клавиатуру. Управление функциями прибора осуществляется при помощи клавиатуры. На ней имеются клавиши управления перемещением курсора «▲», «▼», «◀», «▶», ввод – «Ent», отмена – «Esc», «Mem», «Shift», «Help» функциональные клавиши «F1»-«F5», клавиши включения/отключения прибора «⏻».

3.1 Основные функции ввода, редактирования информации

3.1.1 Использование функциональных клавиш

В окнах настройки, просмотра архива или замеров, нижняя часть экрана разделена на пять частей, на которых нарисованы кнопки, и написана краткая подсказка о действии, совершаемом при нажатии соответствующей кнопке функциональной клавиши.

3.1.2 Выбор нужного параметра для редактирования

В окнах настройки прибора, для изменения параметра нужно установить напротив него курсор (стрелка вправо «▶») с помощью клавиш «▲», «▼», «◀», «▶».

3.1.3 Ввод значения

Для редактирования значения нажмите клавишу "Ent" на соответствующем параметре. Если числовые параметры имеют фиксированный набор значений (данные значения с подчеркиванием, после активизации функции ввода), то с помощью клавиш «▲» и «▼» осуществляется перебор возможных значений. Во всех других случаях с помощью клавиш «◀» и «▶» осуществляется перемещение по строке ввода, а клавиши «▲» и «▼» изменяется значение текущего символа циклическим перебором (символы принимают значения от 0 до 9). В строке ввода нажмите «Ent» для окончания ввода или «Esc» для отмены - значение числа не изменится

3.1.4 Ввод текста

Для редактирования текста нажмите клавишу «Ent» на соответствующей строке. Появляется окно с вводом текста.



Рисунок 3.1 Окно ввода текста

С помощью клавиш «◀» и «▶» осуществляется перемещение по строке ввода, а клавиши «▲» и «▼» изменяется значение текущего символа циклическим перебором.

Если в окне ввода наименования нажать кнопку «Shift» или «F1», то появится окно с клавиатурой для быстрого ввода строки.

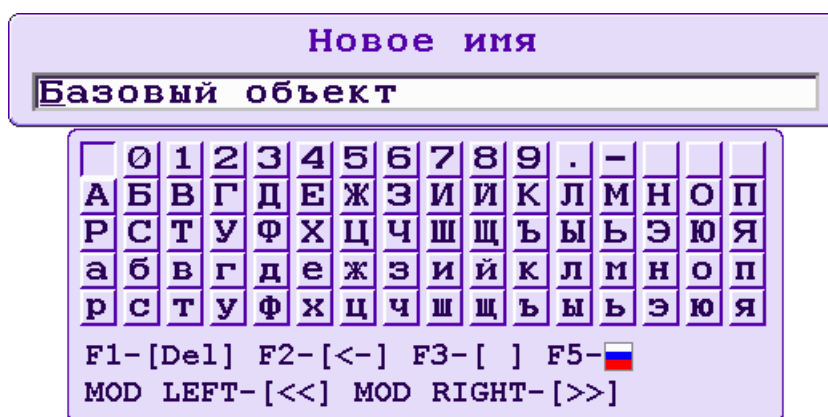



Рисунок 3.2 Клавиатура для быстрого ввода строки

В этом окне доступны следующие операции:

- Кнопки управления курсором «◀», «▶», «▲», «▼» изменяют выбранный символ в окне ввода;
- «Ent» - заменяет редактируемый в строке ввода символ на выбранный в окне с переходом к редактированию следующего символа строки;
- «F1» - удаляет текущий символ в строке ввода, и сдвигает строку;
- «F2» - удаляет предыдущий символ строки, и сдвигает ее;
- «F3» - заменяет текущий символ строки ввода на «пробел»;
- «Shift+Left» и «Shift+Right» - обеспечивает циклический переход к редактированию следующего символа строки ввода;
- «F5» – переключение между английским и русским языком.
- «Esc» - закрывает из окна быстрого ввода и переводит прибор к режиму обычного ввода строки.

В строке ввода нажмите «Ent» для окончания ввода или «Esc» для отмены - значение строки не изменится

3.1.5 Выбор значения

Параметры помеченные  изменяются с помощью клавиш управления курсором «◀» и «▶».

3.2 Включение прибора



При включении прибора (осуществляется удержанием нажатой кнопки питания «» в течение пяти секунд) появится окно являющееся визитной карточкой прибора:



Рисунок 3.3 Визитная карточка прибора «R2200»

В данном окне отображена информация о фирме-изготовителе и версии программного обеспечения. Одновременно с включением прибора начинается его тестирование. После тестирования прибор загружает данные последнего замера и переходит в режим ожидания команд от пользователя и интерфейсов связи – основной режим работы прибора.

Пользователем подаются команды прибору с помощью нажатий клавиш клавиатуры, используя меню прибора. Для входа в меню прибора нажмите любую клавишу кроме «».

3.2.1 Настройка функций прибора R2200 при помощи встроенного меню

Основные функции прибора расположены в соответствующих пунктах меню прибора.



Рисунок 3.4 Структура меню прибора

На рисунке 3.5. изображено главное меню прибора – «Режим прибора»:

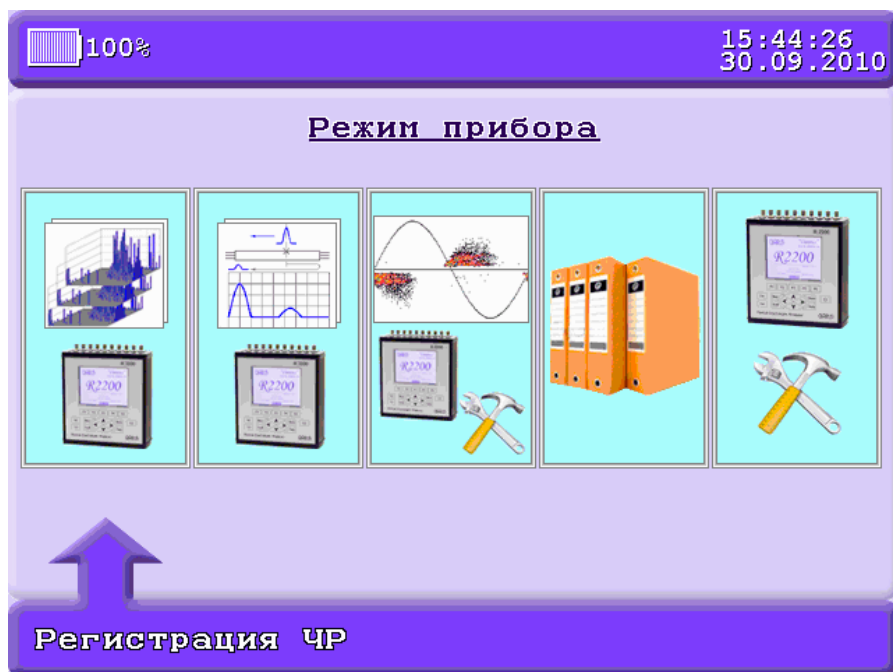


Рисунок 3.5 Меню прибора «R2200»

В верхней части экрана слева направо изображены уровень заряда аккумуляторной батареи прибора, текущие время и дата.

В основной – центральной – части экрана прибора написано название выбранного меню, изображены иконки вложенных пунктов.

Перемещение между пунктами осуществляется с помощью кнопок «◀» и «▶», выбор того или иного пункта – клавишей «Ent», отмена выбора – «Esc». При перемещении между пунктами кнопками «◀» и «▶», также перемещается стрелка курсора (↕) указывающая на пункт, который будет выбран при нажатии кнопки «Ent».

При нажатии функциональной клавиши «F1»-«F5» будет выбран пункт меню, соответствующий иконке расположена над этой кнопкой.

Структурно меню прибора выглядит следующим образом:

- «Регистрации ЧР» – меню запуска измерения ЧР ([см. п. 3.3.2](#));
- «Рефлектометр» – вызывает осциллограф ЧР ([см. п. 3.3.3](#));
- «Установки параметров измерения»:
 - «Настройка схемы измерения» – установка параметров измерения, различных для каждого канала (разборки, чувствительность) ([см. п. 3.3.1.1](#));
 - «Общие параметры регистрации» – установка параметров измерения, общих для всех каналов (тип синхронизации, количество синусоид) ([см. п. 3.3.1.2](#));
 - «Калибровка измерительной схемы» – калибровка цепей измерения ЧР ([см. п. 3.3.1.4](#));
- «Работа с архивом»:
 - «Работа с архивом данных» – создание и удаление каталогов, просмотр и удаление замеров ([см. п. 3.3.4.1](#));
 - «Установить параметры по умолчанию» – сброс параметров в значение по умолчанию с очисткой архива ([см. п. 3.3.4.2](#));
 - «Обновление прошивки» – загрузка программы в прибор ([см. п. 3.3.4.3](#)).

- «Общие настройки прибора» - временные параметры прибора: установка времени и даты прибора, времени отключения прибора, время отключения подсветки ([см. п. 3.3.5](#));

3.3 Начало работы с прибором

В приборе реализованы 2 режима измерения:

- Измерение частичных разрядов
- Рефлектометр

Порядок проведения измерения частичных разрядов

1. Создание в архиве активного каталога (в выбранный каталог производится сохранение замеров), [см.п. 3.3.4.1.1](#).
2. Настройка измерительной схемы прибора (привязана к активному каталогу), [см.п. 3.3.1](#).
3. Установка измерительных датчиков на контролируемом оборудовании.
4. Калибровка объекта измерения, [см.п. 3.3.1.4](#).
5. Запуск измерения с помощью соответствующей функции прибора или программы СКИ, [см.п. 3.3.2](#).
6. Анализ полученных результатов

Порядок измерения рефлектограммы

1. Создание в архиве активного каталога (в выбранный каталог производится сохранение замеров), [см.п. 3.3.4.1.1](#).
2. Настройка параметров рефлектометра
3. Установка измерительного датчика на контролируемом оборудовании
7. Запуск измерения с помощью соответствующей функции прибора, [см.п. 3.3.3](#).
4. Анализ полученных результатов

3.3.1 Установка параметров измерения

Установка параметров измерения можно условно разделить на 3 части: настройка параметров каналов (схемы измерения), общие параметры регистрации и калибровка прибора.

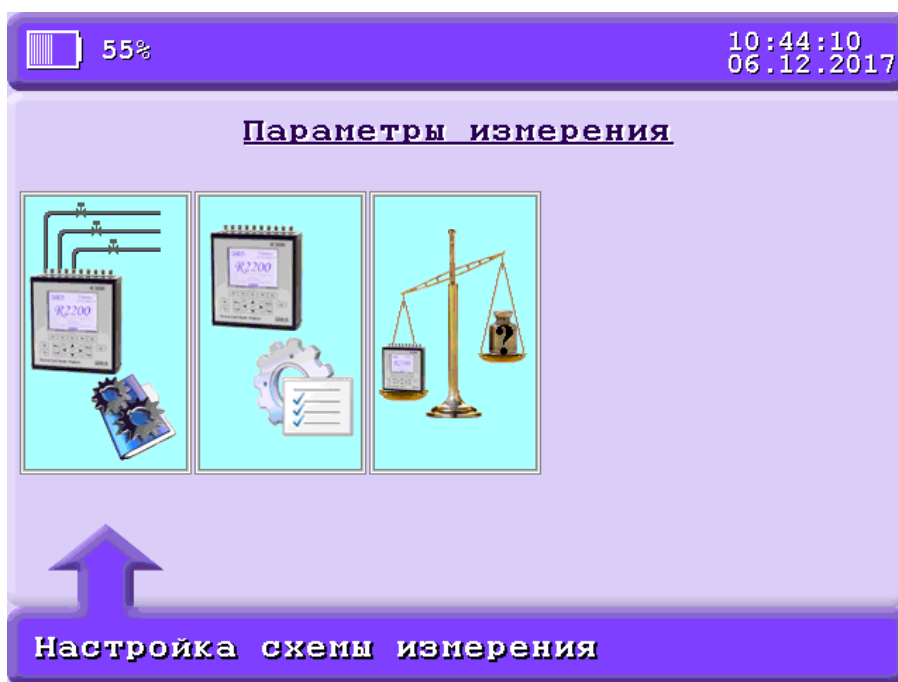


Рисунок 3.6 Меню «Параметры измерения»

Настройка параметров каналов – это настройка схемы измерения, выбор каналов фильтрации и их настройка, выбор датчиков и фаз, выбор типа синхронизации [см. п. 3.3.1.1](#)).

Общие параметры регистрации – параметры одинаковые для всех каналов регистрации. К ним относятся: уровень шума в канале, максимальную длительность ЧР и пауза после ЧР, количество периодов синусоид, тип расписания для регистрации сигналов ([см. п. 3.3.1.2](#)).

Калибровка прибора включает в себя процедуру калибровки измерительных цепей перед измерением частичных разрядов. В процессе калибровки производится расчет чувствительностей каналов и строится матрица перенаводок с каналов в зависимости от настроенной схемы измерения ([см. п. 3.3.1.4](#)).

3.3.1.1 Настройка схемы измерения

Для установки параметров каналов выберите соответствующий пункт меню – «Параметры канала».

Пользователь прибора может на месте оперативно сформировать, и сохранить необходимую конфигурацию измерений для всех входных измерительных каналов.

Последовательно выбираются:

- Номер входного сигнала, для которого формируется конфигурация.
- Способ синхронизации измерения по данному измерительному каналу с синусоидой питающей сети.
- Номер входного сигнала, по которому будет производиться основная регистрация частичных разрядов в контролируемом оборудовании.
- Номер референсного (опорного) канала, с которым будет происходить сравнение основного канала по полярности и времени прихода импульса.
- Шумовой канал для амплитудного сравнения. К сумматору шумового канала может быть подключено до трех сигналов от разных датчиков.

В одной конфигурации может быть задействованы все 9 входных сигналов, это максимально возможная конфигурация прибора.

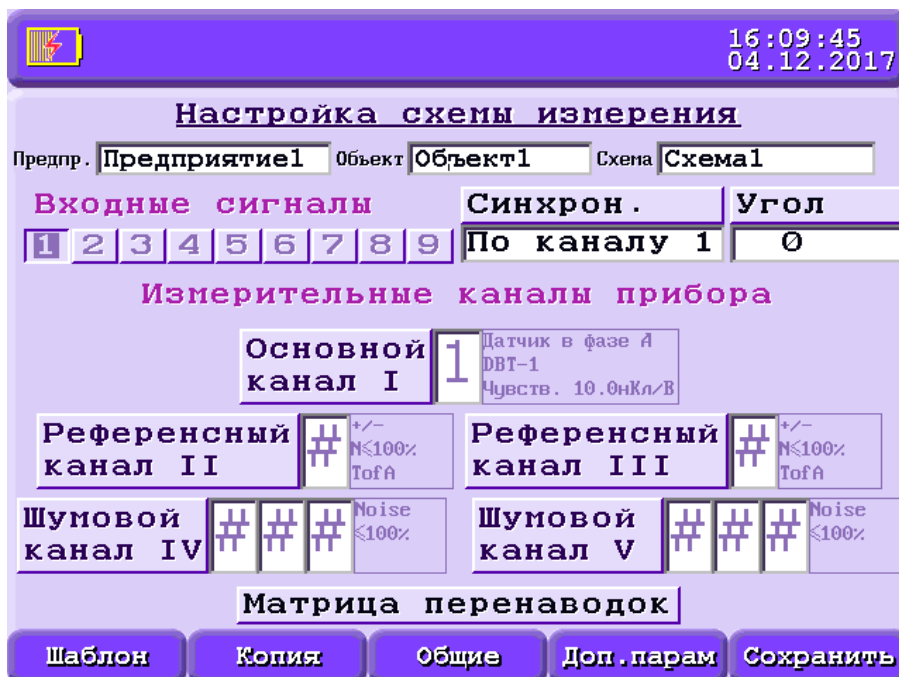


Рисунок 3.7 Настройка схемы измерения

Чтение данных с каналов прибора происходит последовательно, входные каналы поочередно подключаются к измерительному каналу. Остальные 8 каналов в это время могут быть использованы для отстройки от помех, с помощью 2-х референсных или 2-х шумовых каналов. К референсному каналу можно подключить один канал для отстройки от помех с разборками по амплитуде, полярности и времени прибытия. К шумовому каналу можно подключить до трех каналов фильтрации с разборками только по амплитуде. Для удобства редактирования схемы измерения можно использовать функциональные клавиши.

- «F1» – «Шаблон» - выбор готовых схем измерения ([см. п. 3.3.1.1.8.](#));
- «F2» – «Копия» - копирование параметров каналов для более быстрой настройки схемы измерения ([см.п. 3.3.1.1.9.](#));
- «F3» – «Общие». При нажатии на данную кнопку появится окно с общими параметрами регистрации (подробнее см. «Общие параметры регистрации», [см. п.3.3.1.2.](#));
- «F4» – «Доп.парам» -дополнительные параметры измерения, которые носят справочный характер (температура, влажность и т.д., [см. п. 3.3.1.3.](#));
- «F5» – «Сохранить» -сохранение внесенных изменений в конфигурацию;
- «Esc» - выход в предыдущее окно.

Окно «Настройка схемы измерения» можно разделить на уровни:

- Уровень выбора каналов регистрации ([см. п. 3.3.1.1.1.](#))
- Уровень выбора типа синхронизации ([см. п. 3.3.1.1.6.](#))
- Уровень ввода угла
- Уровень основного (измерительного) канала I ([см. п. 3.3.1.1.2.](#))
- Уровень референсных каналов II, III ([см. п. 3.3.1.1.3.](#))
- Уровень шумовых каналов IV, V ([см. п. 3.3.1.1.4.](#))
- Уровень матрицы перенаводок ([см. п. 3.3.1.1.5.](#))
- Уровень ввода наименования схемы ([см. п. 3.3.1.1.7.](#))

Первоначально активен уровень выбора каналов регистрации (см. Рис. 3.8.). Для перемещения по уровням используются клавиши «▲» и «▼».

3.3.1.1.1 Выбор каналов регистрации

Для выбора каналов регистрации необходимо переместится на уровень «выбора каналов регистрации» и произвести выбор канала клавишами «◀», «▶». Можно произвести перебор каналов с любого другого уровня нажатием комбинации клавиш «Shift+◀», «Shift+▶». Номер активного канал будет выделяться цветом. Каналы, выключенные из регистрации, выделяются бледным цветом (см. Рис. 3.8.).

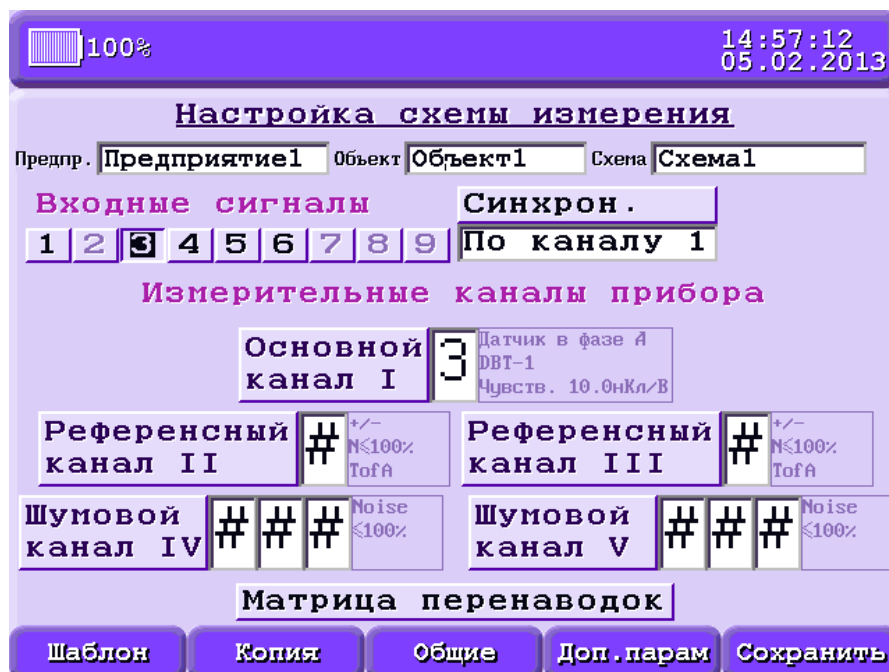


Рисунок 3.8 Уровень выбора каналов регистрации

3.3.1.1.2 Ввод параметров основного (измерительного) канала I

К основному (измерительному) каналу автоматически подключается канал, выбранный на уровне «выбора каналов регистрации». Выводится также краткая информация о текущих параметрах этого канала: фаза напряжения сети, тип датчика, чувствительность канала (см. Рис. 3.9.).

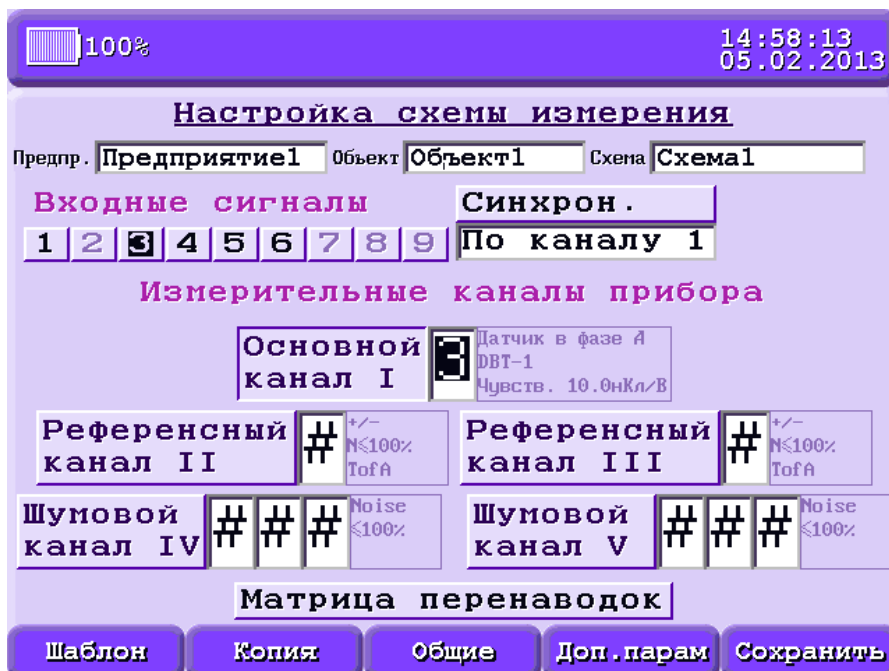


Рисунок 3.9 Уровень основного (измерительного) канала I

На уровень «измерительного канала» можно попасть клавишами «▲» и «▼» или нажав «Ent» с уровня «выбора каналов регистрации». Для редактирования параметров измерительного канала нажмите клавишу «Ent» – появится всплывающее меню редактирования параметров измерительного канала (см. Рис. 3.10.).

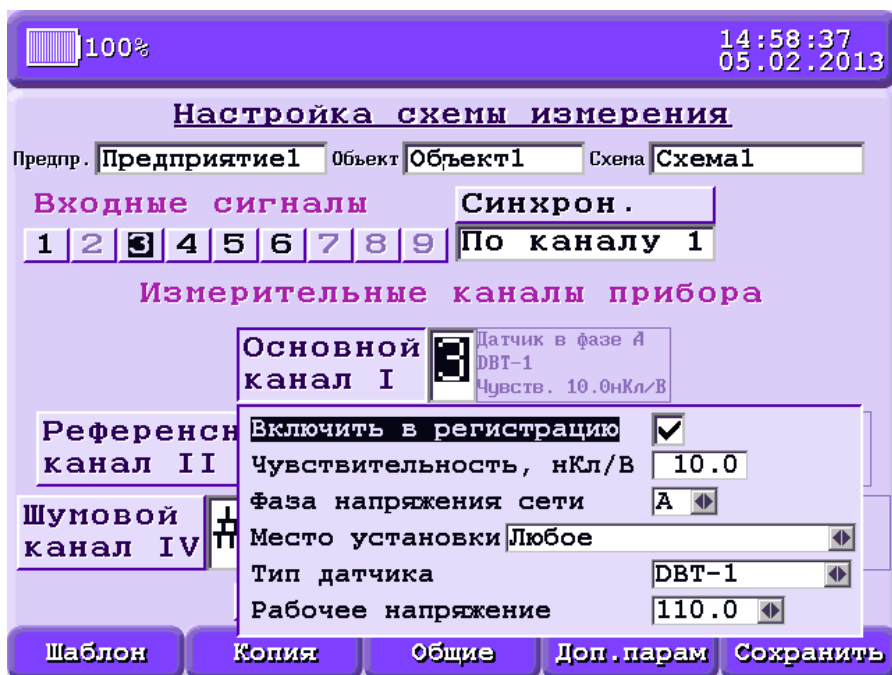


Рисунок 3.10 Меню редактирования параметров измерительного канала

В данном меню можно изменить следующие параметры:

- Включить/выключить канал из регистрации.
- Чувствительность канала (нКл/В), определяется при калибровке прибора, влияет на перевод амплитуды из мВ в пКл, и расчет значения PDI.
- Фаза напряжения сети – влияет на сколько градусов сдвигать матрицы по всем каналам прибора. Значение А – соответствует 0°, В – 120°, С – 240°, АВ - 60°, ВС - 180°, СА - 300°. Сдвиг делается при отображении, сохраняются матрицы не сдвинутыми. Таким образом, даже если на момент регистрации сдвиг был установлен неверно, то, установив правильное значение, можно восстановить правильный вид данных.
- Место установки датчика – (справочная информация) зависит от имеющегося диагностического оборудования.
- Тип датчика – (справочная информация) зависит от имеющегося диагностического оборудования.
- Рабочее напряжение – выбор рабочего напряжения и 3-х заданных в общих параметрах регистрации (высокое, среднее, низкое).

Перебор пунктов данного меню производится клавишами «▲» и «▼», выбор значения «Ent» и «◀», «▶», в зависимости от параметра (подробнее см. п. 3.1). Для сохранения измененных параметров нажмите клавишу «Mem» или «F5», для отмены «Esc».

3.3.1.1.3 Ввод параметров референсных каналов II и III

Для выбора нужного референсного канала, необходимо перейти на уровень «референсных каналов» клавишами «▲» и «▼». Переход между референсными каналами осуществляется клавишами «◀», «▶». Для каждого референсного канала отображается номер канала, подключенного на данный (символ «#» означает, что нет подключенного канала, т.е. данный фильтр выключен), выводится также краткая информация о текущих параметрах этого канала: включенные фильтры и сдвиг относительно измерительного канала в процентах (см. Рис. 3.11.).

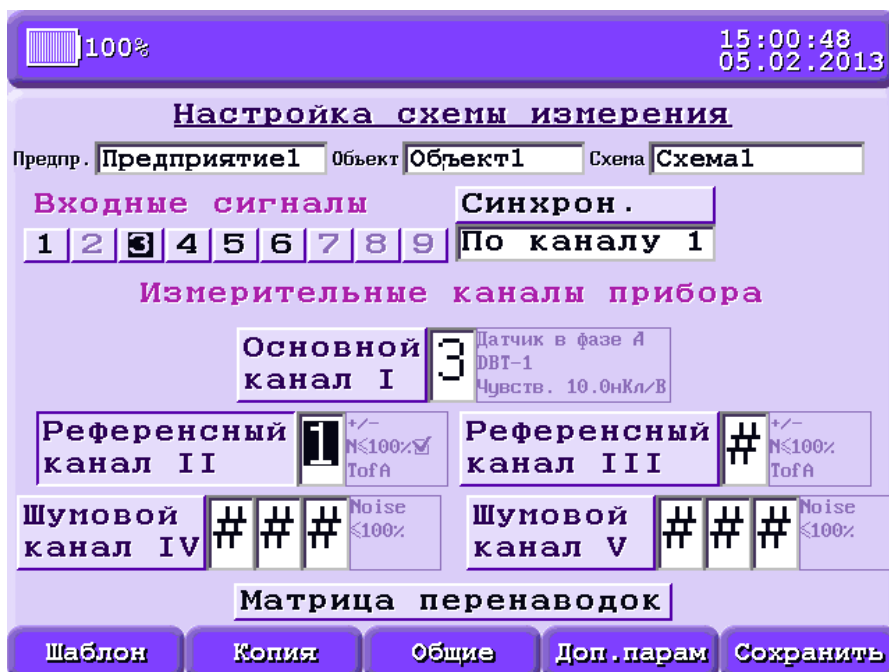


Рисунок 3.11 Уровень референсных каналов

Для редактирования параметров референсного канала нажмите клавишу «Ent» – появится всплывающее меню редактирования параметров референсного канала (см. Рис. 3.12.).

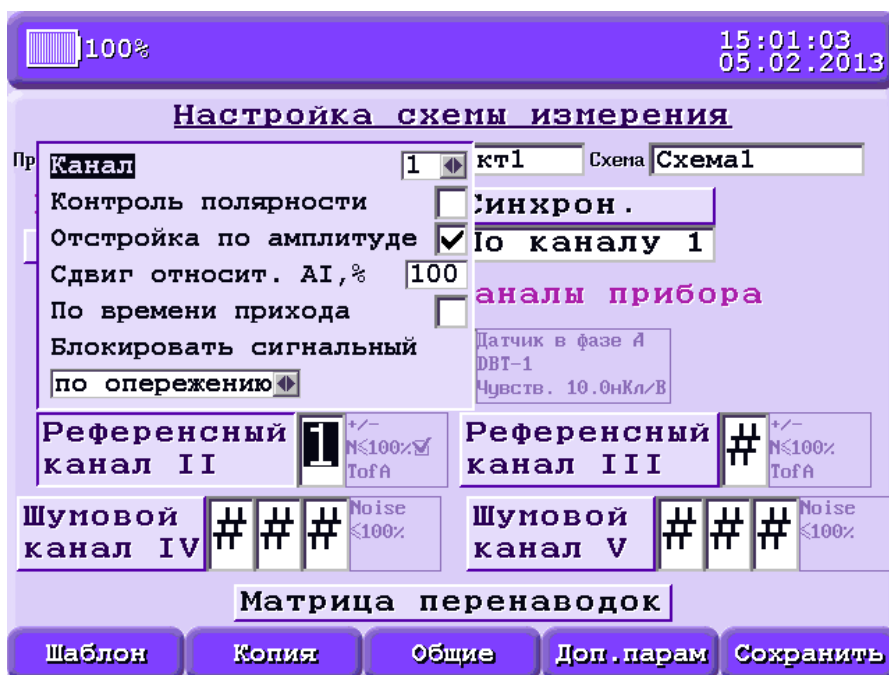


Рисунок 3.12 Меню редактирования параметров референсного канала

В данном меню можно изменить следующие параметры: выбрать номер канала, подключенного к референсному или же отключить из регистрации выбором символа «#», включить/выключить фильтр по полярности, включить/выключить отстройку по амплитуде, сдвиг относительно измерительного канала в % (необходимый параметр при включенной отстройке по амплитуде), включить/выключить фильтр по времени прихода, а также определить условие блокирования сигнала при включенном фильтре по времени прихода импульса (по опережению, по отставанию). Перебор пунктов данного меню произво-

дится клавишами «▲» и «▼», выбор значения «Ent» и «◀», «▶», в зависимости от параметра (подробнее см. п. 3.1). Для сохранения измененных параметров нажмите клавишу «Mem» или «F5», для отмены «Esc».

3.3.1.1.4 Ввод параметров шумовых каналов IV и V

Для выбора нужного шумового канала, необходимо перейти на уровень «шумовых каналов» клавишами «▲» и «▼». Переход между шумовыми каналами осуществляется клавишами «◀», «▶». На каждый шумовой канал можно подключить до трех каналов, их номера отображаются на экране канала (символ «#» означает, что нет подключенного канала), выводится также краткая информация о текущих параметрах этого канала: включена ли отстройка по амплитуде (отстройка по амплитуде автоматически включается, если выбран хотя бы один канал из трех на данном шумовом) и сдвиг относительно измерительного канала в процентах (см. Рис. 3.13.).

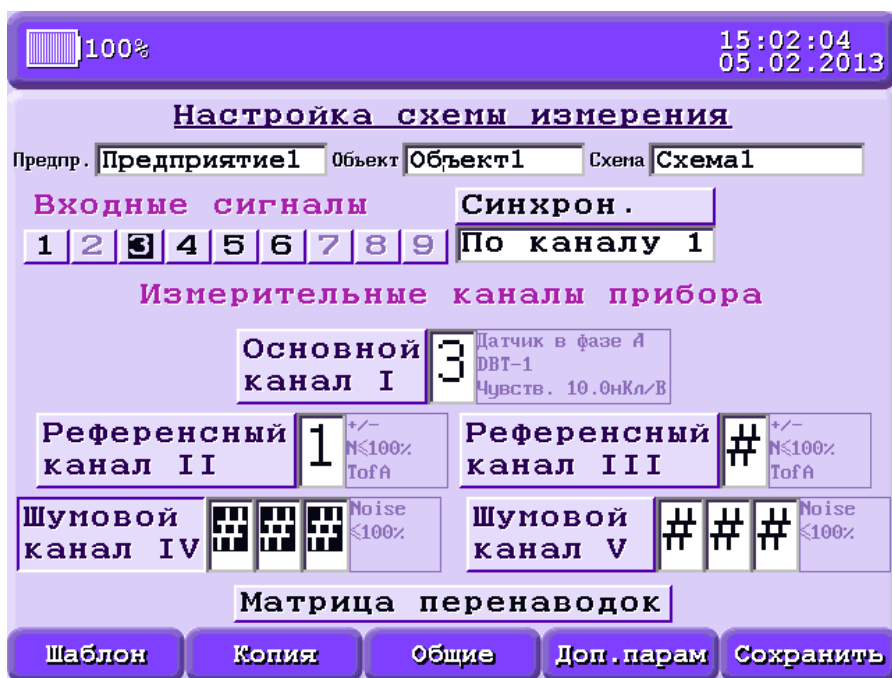


Рисунок 3.13 Уровень шумовых каналов

Для редактирования параметров шумового канала нажмите клавишу «Ent» – появится всплывающее меню редактирования параметров шумового канала (см. Рис. 3.14.).

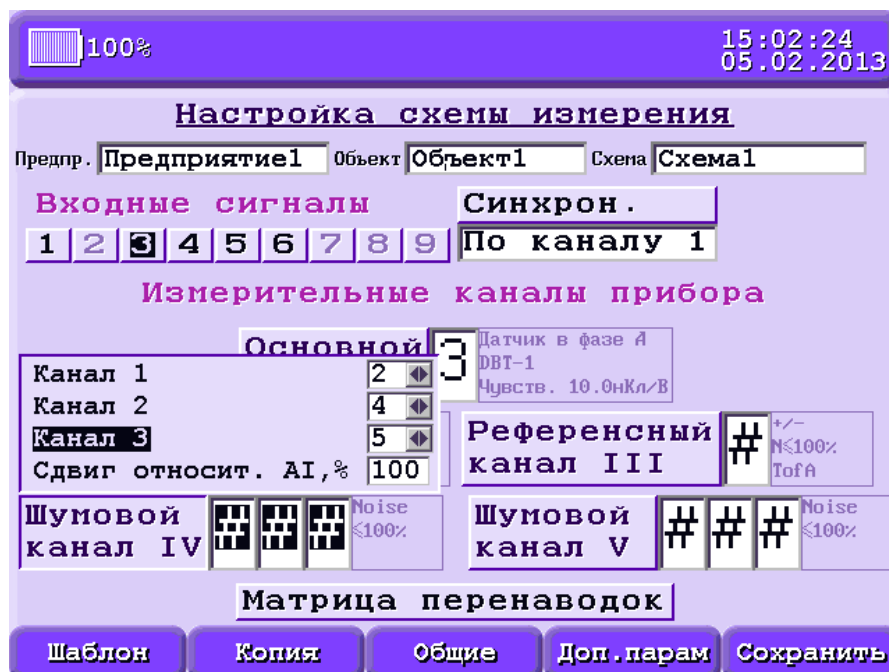


Рисунок 3.14 Меню редактирования параметров шумового канала

В данном меню можно изменить следующие параметры: выбрать номера трех каналов, подключенных к шумовому или же отключить из регистрации выбором символа «#», сдвиг относительно измерительного канала в %. Перебор пунктов данного меню производится клавишами «▲» и «▼», выбор значения «Ent» и «◀», «▶», в зависимости от параметра (подробнее см. п. 3.1). Для сохранения измененных параметров нажмите клавишу «Mem» или «F5», для отмены «Esc».

3.3.1.1.5 Просмотр и редактирование матрицы перенаводок и чувствительностей каналов

Чувствительность канала (нКл/В), определяется при калибровке прибора, влияет на перевод амплитуды из мВ в пКл, расчет значения PDI. Перенаводки с канала на канал в % определяются также в процессе калибровки, влияют на регистрацию при включенной отстройке по полярности и времени прибытия.

Для редактирования матрицы перенаводок необходимо перейти на соответствующий уровень клавишами «▲» и «▼» и нажать «Ent» (см. Рис. 3.15.).

100% 15:06:11
05.02.2013

Настройка схемы измерения

Предпр. Объект Схема

Входные сигналы

Измерительные каналы прибора

Основной канал I Датчик в фазе A
DVT-1
Чувств. 10.0нКл/В

Референсный канал II +/-
N<100%
ToFA

Референсный канал III +/-
N<100%
ToFA

Шумовой канал IV Noise
≤100%

Шумовой канал V Noise
≤100%

Матрица перенаводок

Рисунок 3.15 Уровень матрицы перенаводок

На экране появится таблица с перенаводками и чувствительностями.

100% 15:08:23
05.02.2013

Чувствительность

нКл/В	10.0	12.0	10.0	13.0	10.1	10.0	10.0	10.0	10.0
%	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	#	---	101	---	---	---	---	---	---
2	110	#	---	---	---	---	---	---	---
3	---	---	#	---	---	---	---	---	---
4	---	---	---	#	---	---	---	---	---
5	93	---	---	---	#	---	---	---	---
6	---	---	100	---	---	#	---	---	---
7	---	---	---	---	81	---	#	---	---
8	---	---	---	---	---	---	---	#	---
9	---	---	---	---	---	---	---	---	#

Матрица перенаводок

Рисунок 3.16 Матрица перенаводок

Перемещение по таблице осуществляется клавишами «▲», «▼», «◀», «▶». В таблице отображаются темно синим цветом перенаводки в зависимости от схемы измерения (необходимые для регистрации при включенных фильтрах по полярности и времени прибытия), остальные ячейки отображаются голубым цветом. По горизонтали отображаются номера регистрируемых каналов. Каналы, выключенные из регистрации, отображаются бледным цветом. Активный элемент выделяется инверсией, для редактирования значения нажмите «Ent» (подробнее см. п. 3.1.3). Для быстрого редактирования таблицы можно использовать функциональные клавиши.

«F1» – «Все, чувств.» значения всех чувствительностей такие же, как у активного элемента (для этого нужно находиться в соответствующей ячейке). Перед изменением появится сообщение для подтверждения данного действия (см. Рис. 3.17.).

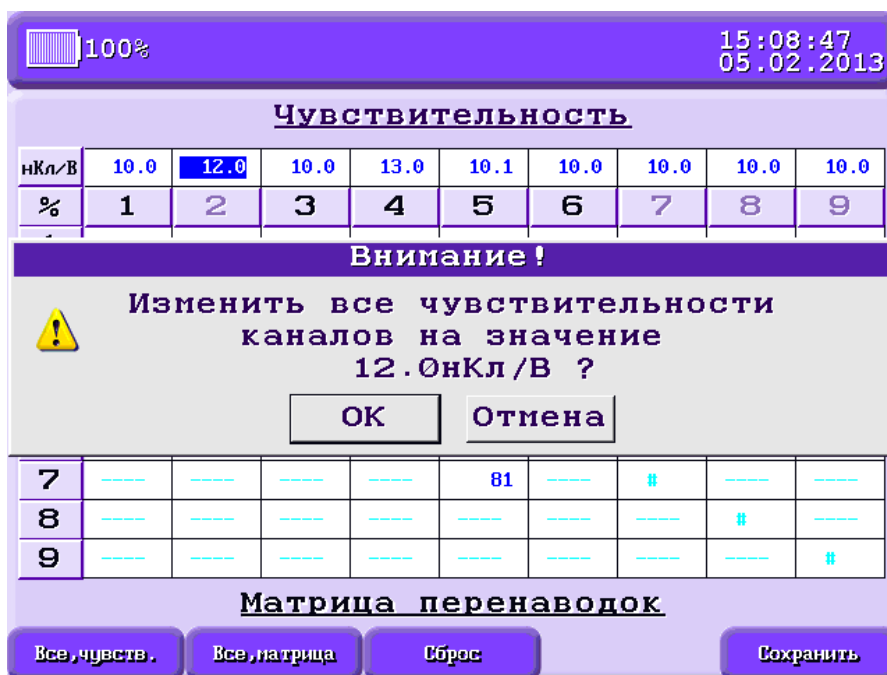


Рисунок 3.17 Изменение всех чувствительностей каналов

«F2» – «Все, матрица» - копирование значений в таблице, такие же, как у активного элемента. При нажатии на эту кнопку, появится всплывающее меню. В этом меню можно выбрать что именно заполнять выбранным значением: всю строку, весь столбец или всю таблицу. Выбор осуществляется клавишами «▲» и «▼» и «Ent». Перед изменением появится сообщение для подтверждения данного действия (см. Рис. 3.18.).

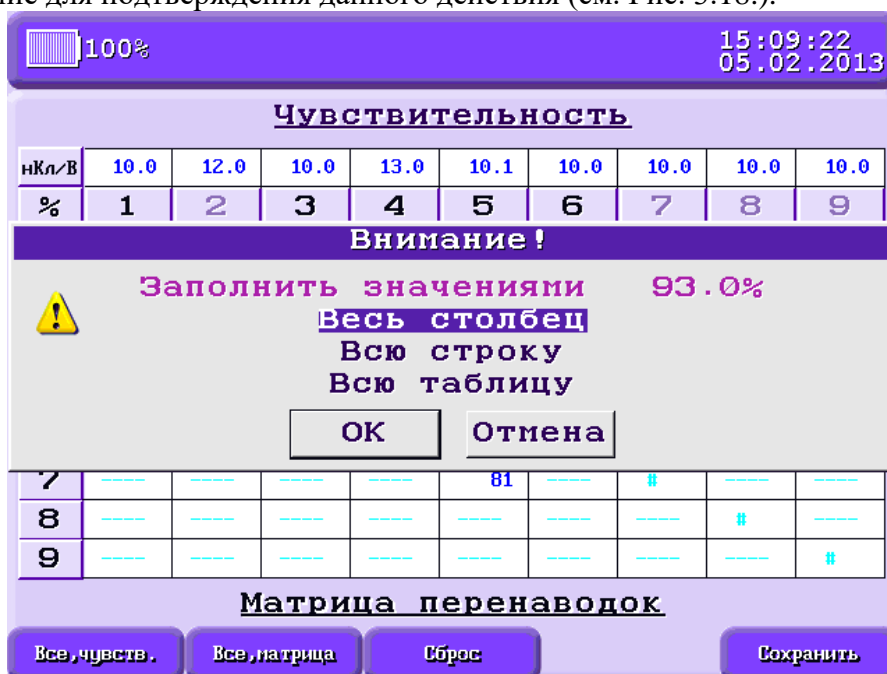


Рисунок 3.18 Быстрое редактирование матрицы перенаводок

«F3» – «Сброс» - установка значений по умолчанию. Для установки чувствительностей по умолчанию (значение по умолчанию 10 нКл/В), необходимо чтобы была активна

ячейка чувствительности. Для установки перенаводок по умолчанию (значение по умолчанию 100%), необходимо чтобы была активна ячейка матрицы. Перед изменением появится сообщение для подтверждения данного действия (см. Рис. 3.17., Рис. 3.18.).

«F5»- «Сохранить» - сохранение внесенных изменений в конфигурацию.

«Esc» - выход без сохранения. Для выхода без сохранения можно также нажать клавишу «Esc».

3.3.1.1.6 Выбор типа синхронизации

Для выбора типа синхронизации необходимо перейти на соответствующий уровень клавишами «▲» и «▼» и нажать «Ent». На экране появится всплывающее меню (см. Рис. 3.19.).

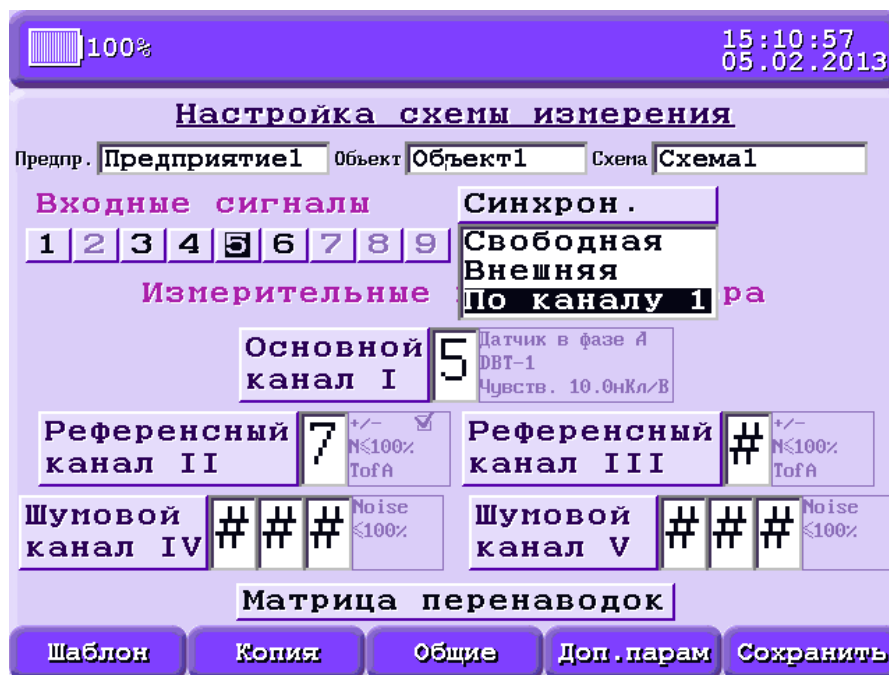


Рисунок 3.19 Выбор типа синхронизации

Возможные типы синхронизации:

- Внешняя - прибор при замере ЧР синхронизируется от внешнего входа «Sync»;
- По каналу 1 – прибор при замере ЧР синхронизируется от внешнего входа 1;
- Свободная - от внутреннего таймера, работающего с выбранной частотой (50 или 60 Гц);

Выбор осуществляется клавишами «▲» и «▼» и нажать «Ent» или «Mem», для отмены «Esc».

При выборе внешней синхронизации и синхронизации «По каналу 1» становится активным уровень ввода угла сдвига. Угол сдвига влияет на сколько градусов сдвигать матрицы по всем каналам прибора. При отображении матриц распределения ЧР прибор по каждому каналу будет сдвигать матрицы ЧР на введенное в этом пункте значение, добавляя к этому сдвигу, для каждого канала, значение, введенное в настройках канала (фаза напряжения сети, см. п. 3.3.1.1.2). Для его ввода нужно перейти на соответствующий уровень клавишами «▲» и «▼» и нажать «Ent», появится возможность ввода значения (подробнее см. п. 3.1.3).

3.3.1.1.7 Ввод наименования схемы

Для ввода наименования схемы необходимо перейти на соответствующий уровень клавишами «▲» и «▼» и нажать «Ent». Появится всплывающее меню с возможностью ввода текста (подробнее см. п. 3.1.4.)

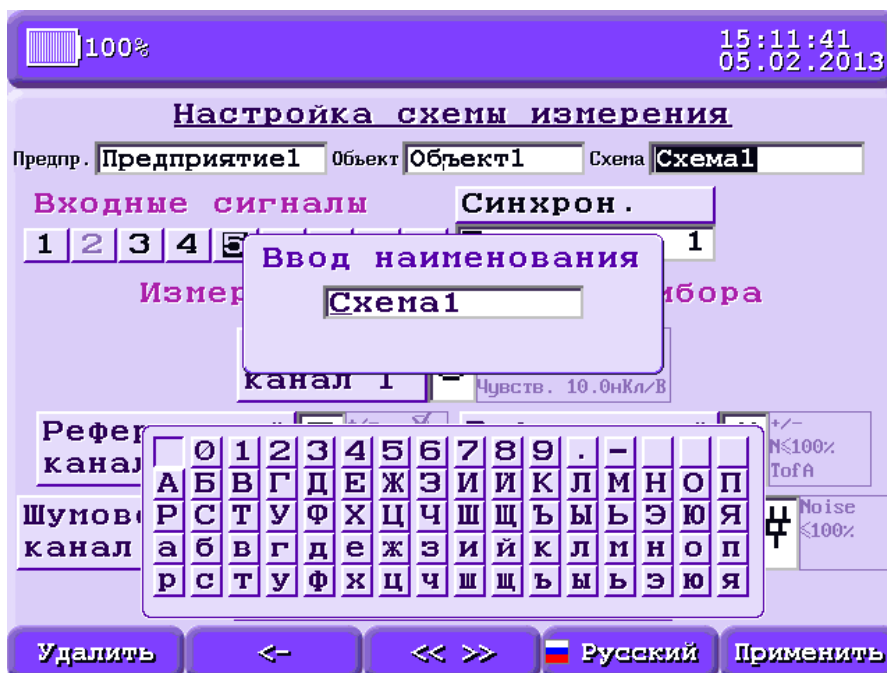


Рисунок 3.20 Ввод наименования схемы

3.3.1.1.8 Работа с готовыми шаблонами схем регистрации

В приборе можно хранить готовые шаблоны схем измерения. По умолчанию в приборе находятся схемы для измерения ЧР на следующем оборудовании:

- 3-х фазный трансформатор ВН-СН,
- 3-х фазный трансформатор ВН,
- групповой трансформатор ВН-СН,
- кабель, фаза в отдельной броне,
- кабель, фазы в общей броне.

Также, в приборе можно создать и хранить шаблоны схем, созданные пользователем. Для работы с шаблонами необходимо нажать «F1» - «Шаблон» в окне «Настройка схемы измерения».

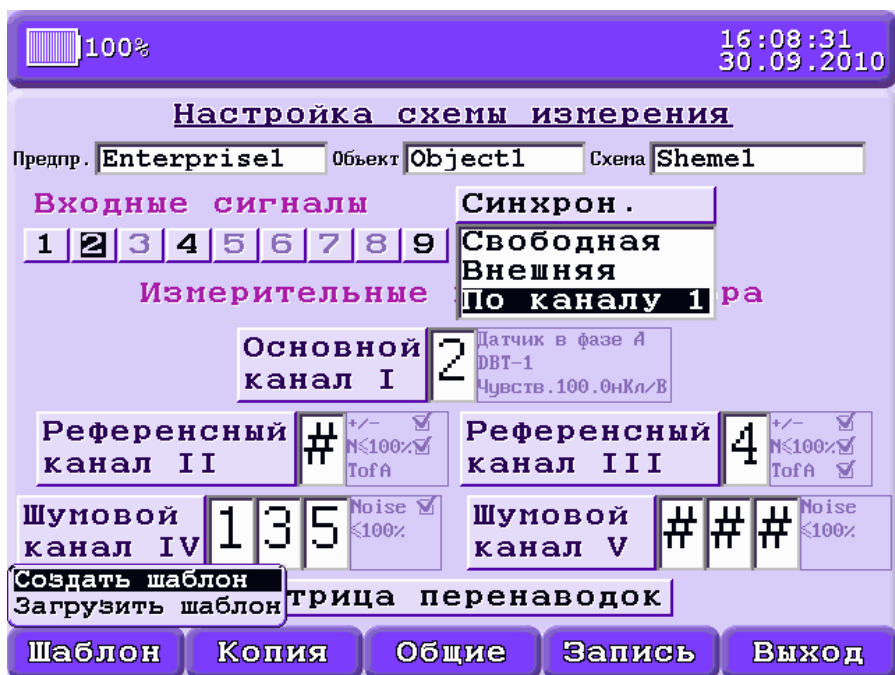


Рисунок 3.21 Работа с шаблонами

Появится всплывающее меню:

- «Создать шаблон» - создание шаблона пользователем. Перед добавлением шаблона, заполните поля в текущей конфигурации. При выборе данного пункта меню появится окно вводом наименования шаблона, при нажатии «Ent» текущая конфигурация сохраниться в этот шаблон и он появится в списке шаблонов.

- Загрузить шаблон – работа со списком шаблонов, существующих в приборе.

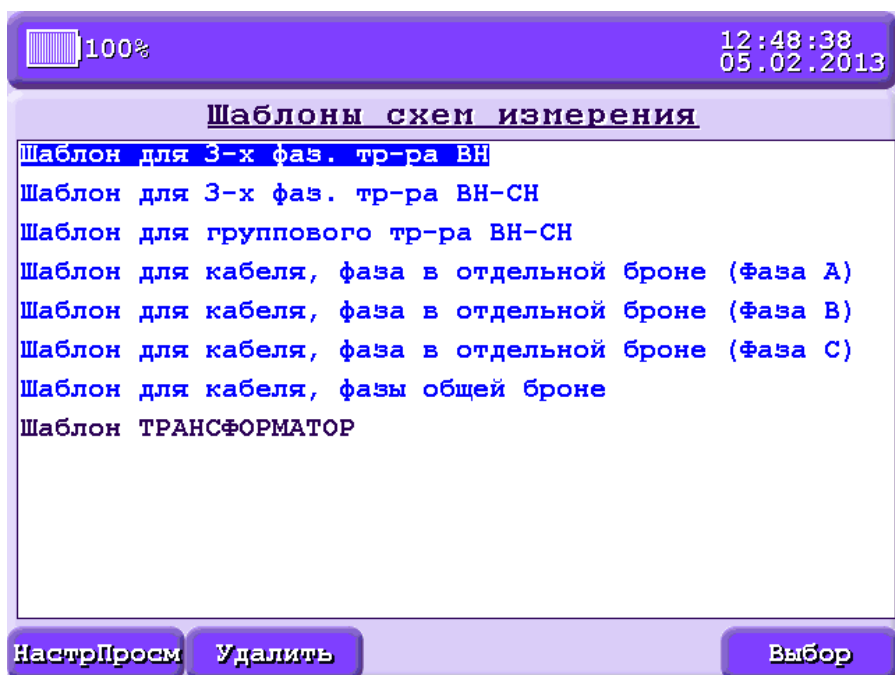


Рисунок 3.22 Работа со списком шаблонов схем регистрации

3.3.1.1.8.1 Работа со списком шаблонов схем регистрации

Список включает в себя стандартные схемы и схемы, созданные пользователем. Стандартные схемы выделены синим цветом.

Функции для работы с шаблонами:

- «F1»- «НастрПросм»- просмотр и редактирование текущего шаблона списка. Редактировать можно только шаблоны, созданные пользователем.
- «F2» - «Удалить»- удаление шаблона из списка (только шаблоны, созданные пользователем),
- «F4» - «Выбор»- загрузка данного шаблона в текущую конфигурацию.

3.3.1.1.8.2 Схема для 3-х фазного трансформатора ВН-СН

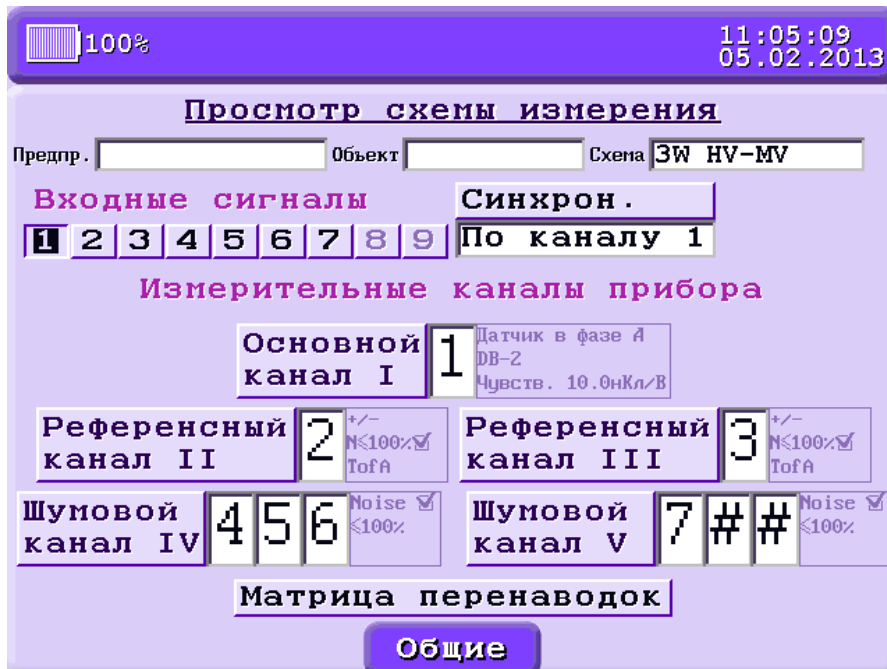


Рисунок 3.23 Схема для 3-х фазного трансформатора ВН-СН

Для данного типа трансформатора необходимо производить измерение ЧР по 7 каналам. Измерительные каналы 1,2,3 подключаются к высоковольтным вводам высокого напряжения фаз А, В, С соответственно. Рекомендуемые датчики - DB-2 (также могут быть использованы DBT-1, RFCT-1). Измерительные каналы 4,5,6 подключаются к высоковольтным вводам среднего напряжения фаз А, В, С соответственно. Рекомендуемые датчики - DB-2 (также могут быть использованы DBT-1, RFCT-1). Измерительный канал 7 подключается к нейтрали. Рекомендуемый датчик - RFCT-4. Все остальные каналы могут быть использованы для амплитудной фильтрации.

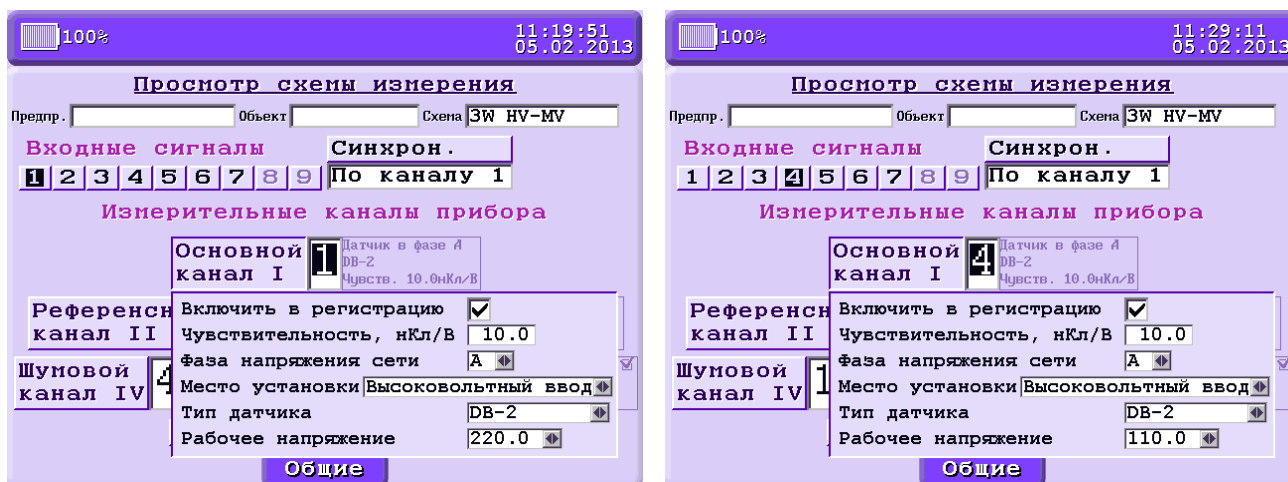


Рисунок 3.24 Параметры измерительных каналов ВН-СН

3.3.1.1.8.3 Схема для 3-х фазного трансформатора ВН

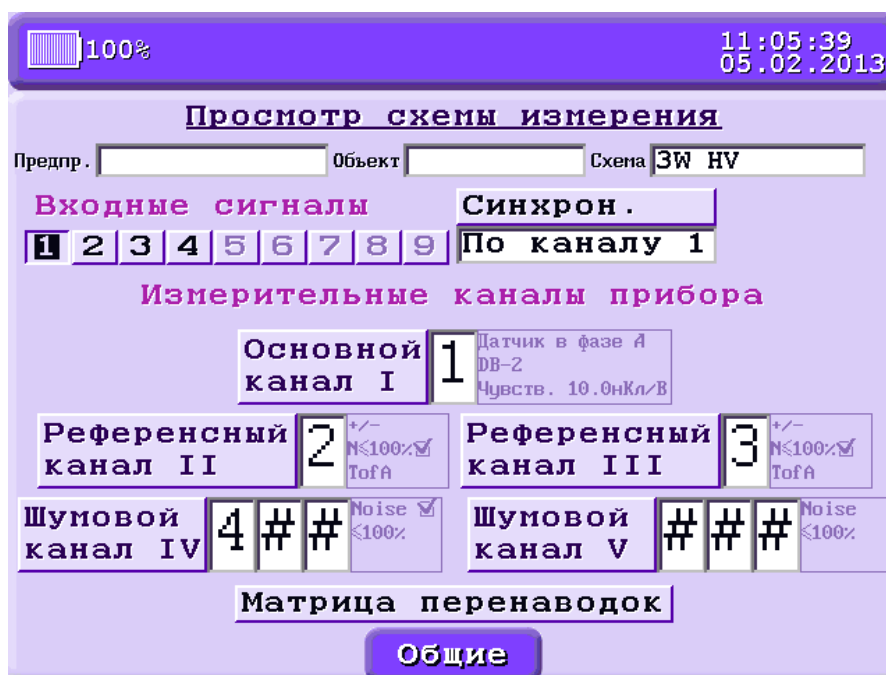


Рисунок 3.25 Схема для 3-х фазного трансформатора ВН

Для данного типа трансформатора необходимо производить измерение ЧР по 4 каналам. Измерительные каналы 1,2,3 подключаются к высоковольтным вводам фаз А, В, С соответственно. Рекомендуемые датчики - DB-2 (также могут быть использованы DBT-1, RFCT-1). Измерительный канал 4 подключается к нейтрали. Рекомендуемый датчик RFCT-4. Все остальные каналы могут быть использованы для амплитудной фильтрации.

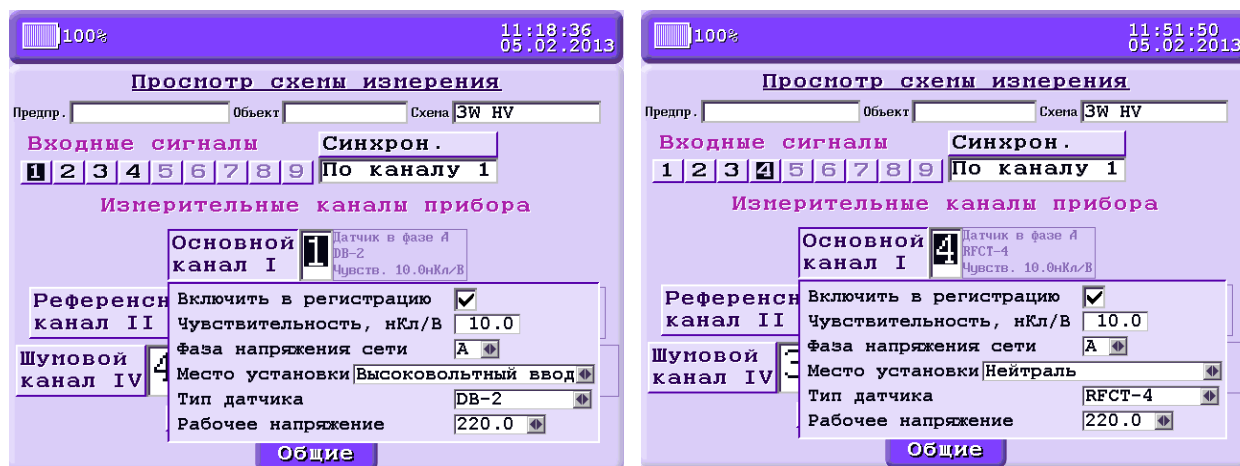


Рисунок 3.26 Параметры измерительных каналов

3.3.1.1.8.4 Схема для группового трансформатора ВН-СН

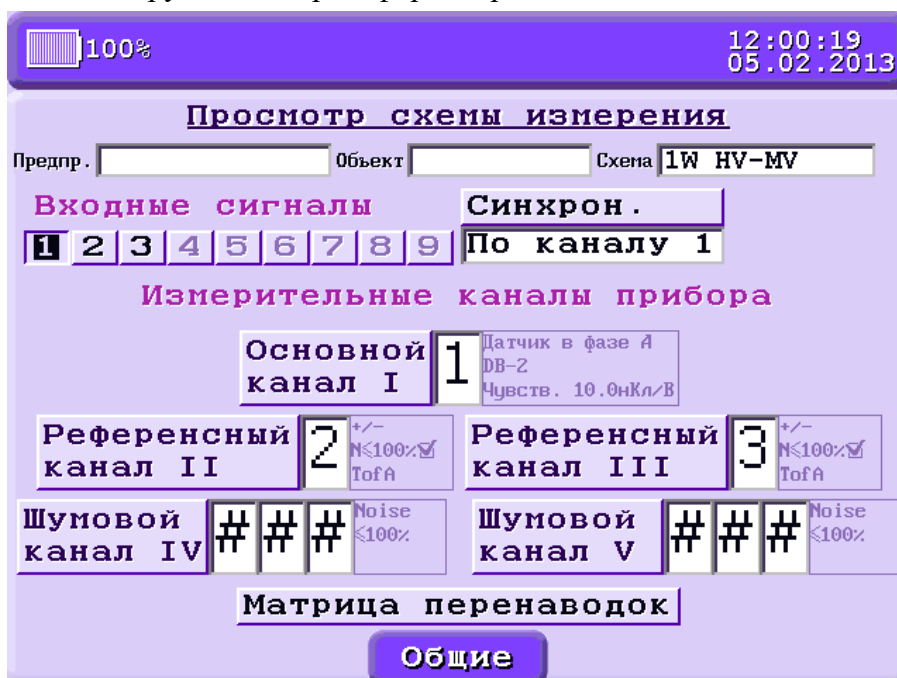


Рисунок 3.27 Схема для 3-х фазного трансформатора ВН

Для данного типа трансформатора необходимо производить измерение ЧР по 3 каналам. Измерительные каналы 1,2 подключаются к высоковольтным вводам высокого и среднего напряжения одной фазы. Рекомендуемые датчики - DB-2 (также могут быть использованы DBT-1, RFCT-1). Измерительный канал 3 подключается к нейтрали. Рекомендуемый датчик RFCT-4. Все остальные каналы могут быть использованы для амплитудной фильтрации.

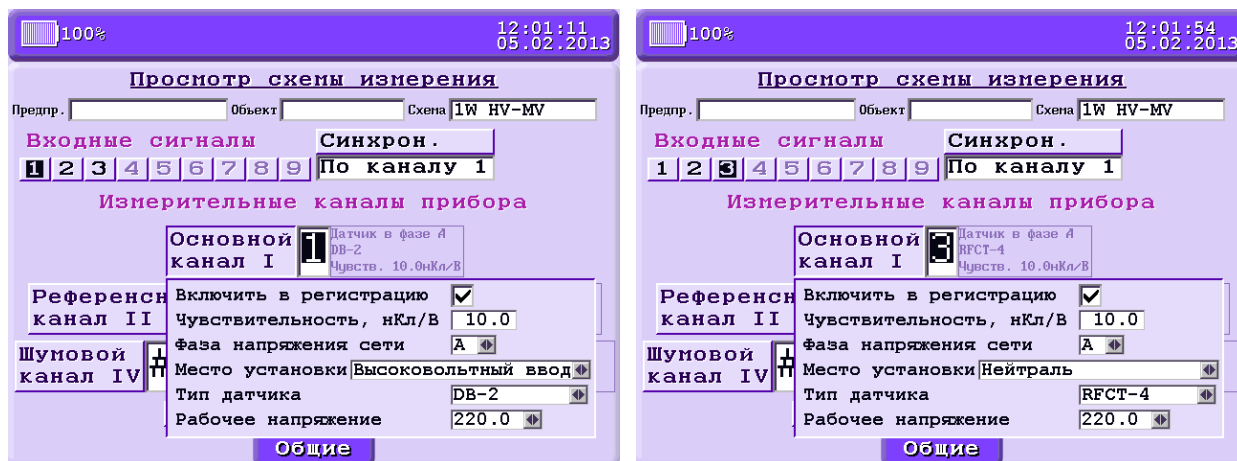


Рисунок 3.28 Параметры измерительных каналов

3.3.1.1.8.5 Схема для кабеля, фаза в отдельной броне

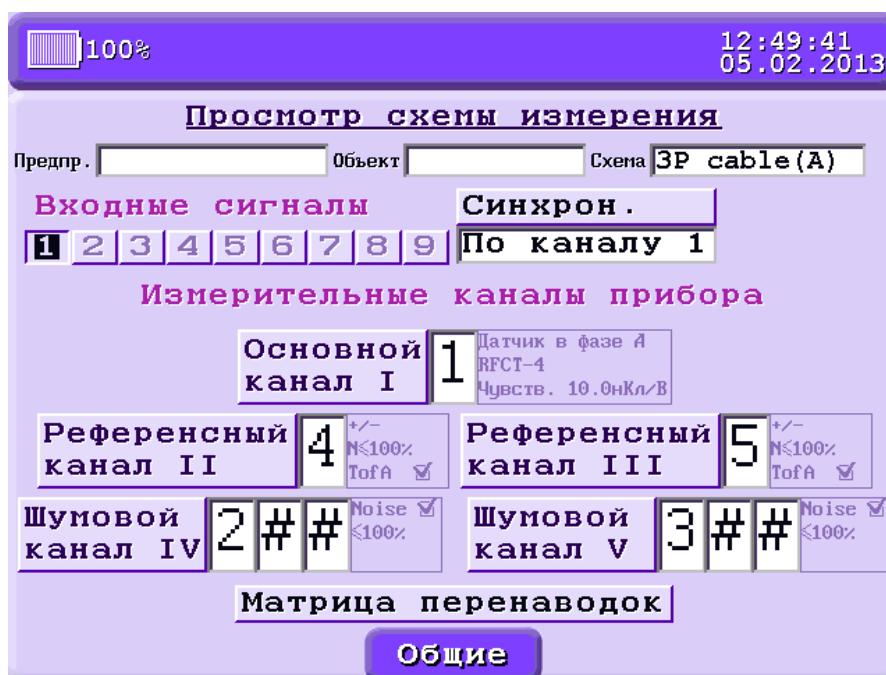


Рисунок 3.29 Схема для кабеля, фаза в отдельной броне

Рассмотрим схему для измерения ЧР в фазе А. Для данного типа кабеля необходимо производить измерение ЧР по 5 каналам. Измерительный канал 1 подключаются в заземление измерительного кабеля фазы А. Каналы 2, 3 - в заземление кабелей этой же ячейки, но соседних фаз (т.е. фазы В и С соответственно), эти каналы будут использоваться как амплитудные фильтры. Каналы 4, 5 подключаются в заземление кабелей соседних ячеек той же фазы, что и измерительный канал (т.е. фазы А), эти каналы используются для отстройки по времени прибытия по отставанию. Рекомендуемые датчики - RFCT-4. Для измерения ЧР в фазе В и С используются аналогичные шаблоны схем.

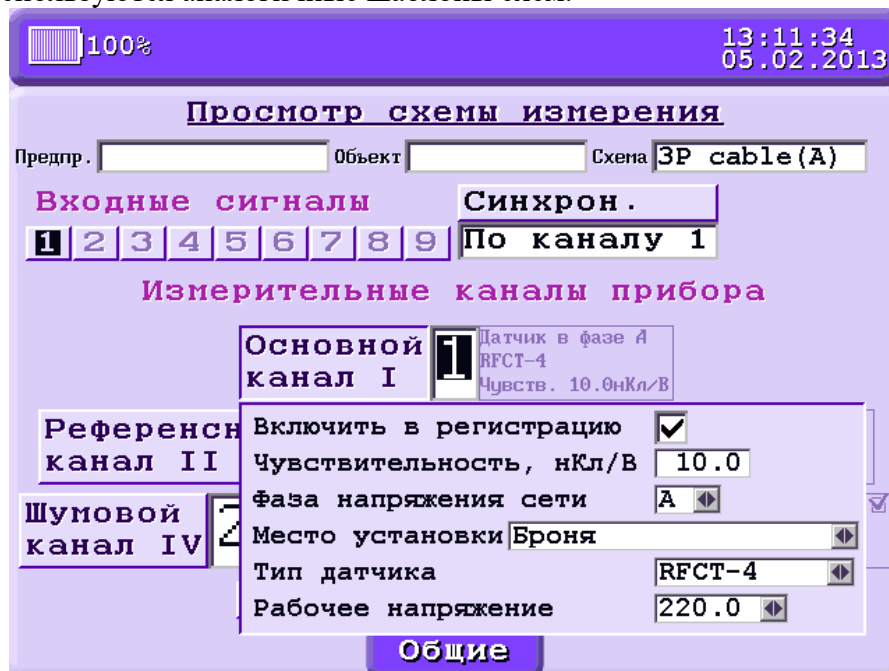


Рисунок 3.30 Параметры измерительного канала

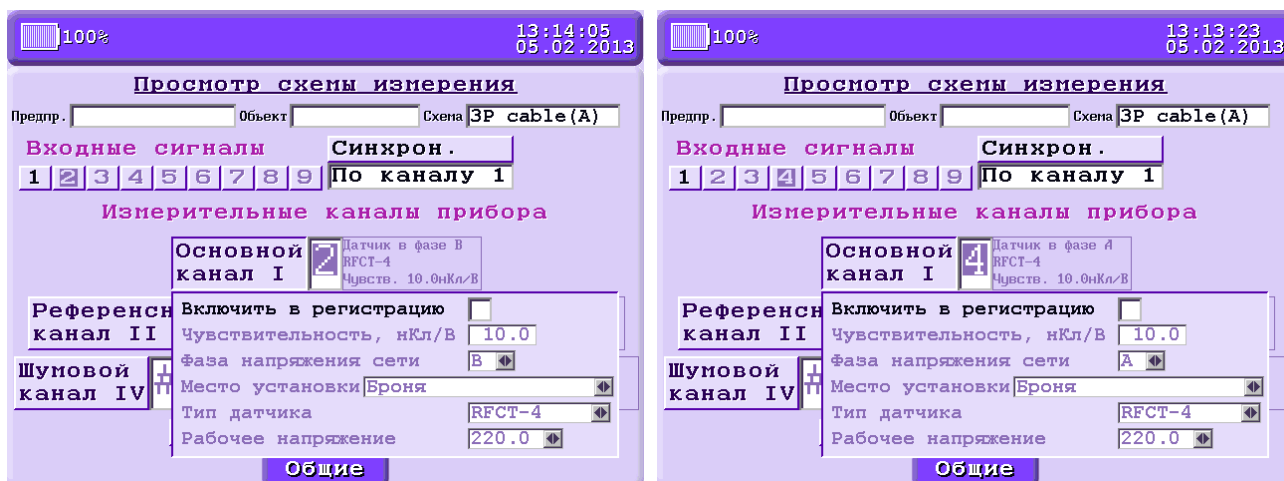


Рисунок 3.31 Параметры каналов фильтрации

3.3.1.1.8.6 Схема для кабеля, фазы в общей броне

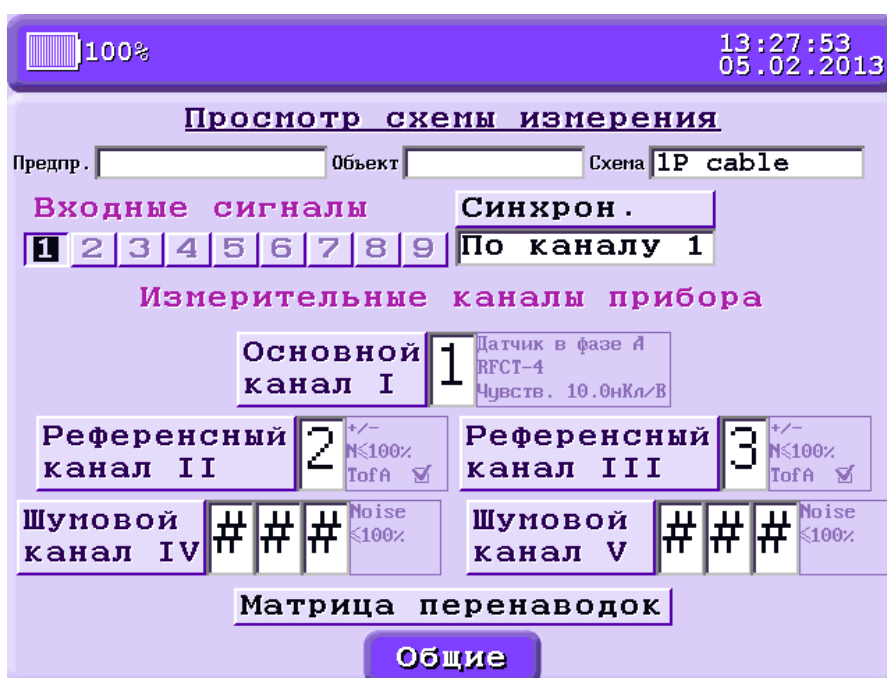


Рисунок 3.32 Схема для кабеля, фазы в общей броне

Для данного типа кабеля необходимо производить измерение ЧР по 3 каналам. Измерительный канал 1 подключаются в заземление измерительного кабеля. Каналы 2, 3 - в заземление кабелей соседних ячеек, эти каналы используются для отстройки по времени прибытия по отставанию. Рекомендуемые датчики - RFCT-4.

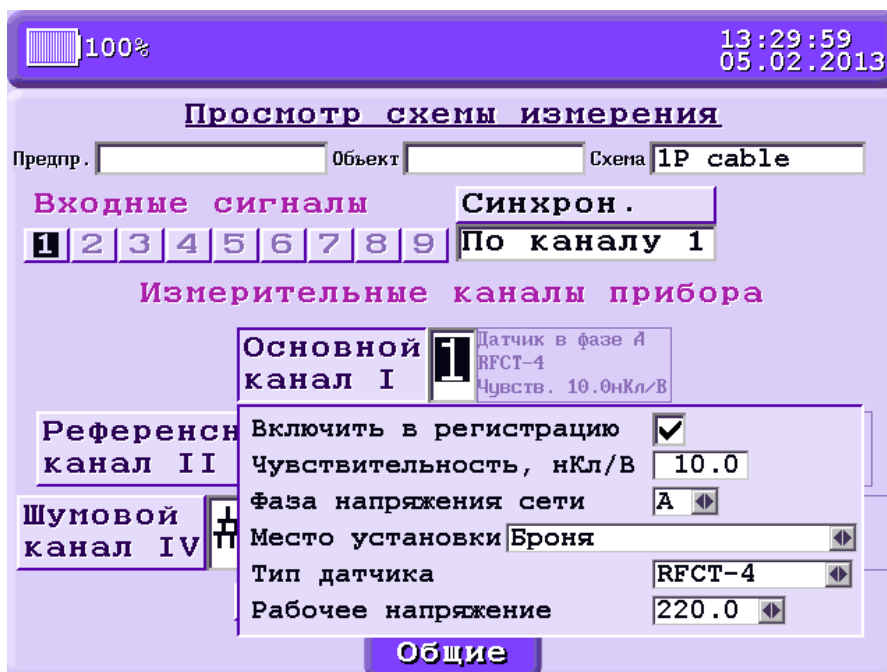


Рисунок 3.33 Параметры измерительного канала

3.3.1.1.9 Копирование параметров каналов

Для быстрого редактирования параметров каналов можно их скопировать с выбранного вами канала на другие каналы. Для этого необходимо нажать «F2» - «Копия» в окне «Настройка схемы измерения».



Рисунок 3.34 Копирование параметров канала

Для выбора канала, с которого вы хотите скопировать параметры установите курсор напротив строчки «Параметры канала:» и клавишами «◀», «▶» установите нужный вам номер канала.

Для отключения параметра из копирования необходимо снять с него галочку. Выбор параметра клавишами «▲», «▼», снятие/установка галочки – «Ent».

Для отключения канала из копирования необходимо снять с него галочку. Выбор канала клавишами «▲», «▼», «◀», «▶», снятие/установка галочки – «Ent».

В данном окне доступны следующие функциональные клавиши:

- «F1» - «Все парам.» - при выборе данной функции напротив всех параметров канала появятся галочки, т.е. все параметры можно будет скопировать в другие каналы.
- «F2» - «Все каналы» - при выборе данной функции все каналы будут выбраны, т.е. в данные каналы можно будет скопировать выбранные параметры.
- «SHIFT+F2» - при выборе данной функции, появляется всплывающее меню с возможностью выбора «Все каналы включить», «Все каналы выключить», т.е. все каналы будут выбраны или отключены.
- «F3» - «Копировать» - при выборе данной функции произойдет копирование выбранных параметров в выбранные каналы.
- «F5» - «Сохранить» сохранение изменений в текущую конфигурацию прибора и выход в предыдущее окно.
- «Esc» - выход в предыдущее окно без сохранения.

3.3.1.2 Общие параметры измерения

Для установки общих параметров регистрации замера, выберите в главном меню прибора пункт 2 – «Установка параметров измерения». Для установки параметров каналов выберите второй пункт – «Общие параметры измерения» (см. Рис. 3.42.).

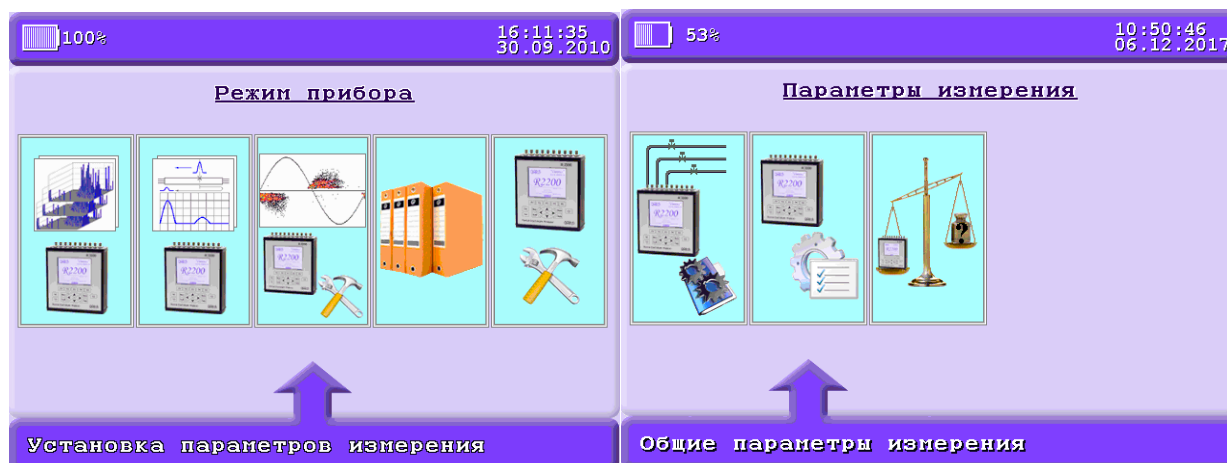


Рисунок 3.35 Выбор пункта «Общие параметры измерения»

Появляется окно с общими настройками регистрации.



Рисунок 3.36 Общие параметры измерения

Здесь нужно установить:

- Рабочее напряжение (низкое, среднее, высокое), в киловольтах, влияет на значение интенсивности импульсов PDI;
- Уровень шума в канале -уровень до которого нужно считать PDI (для исключения шума из расчета значения PDI, в информационном поле отображается середина амплитудного окна в мВ. Окна начиная с этого в расчет включаться не будут). При значении уровня равным «Авто», включается автоматическое определение уровня шума;
- Максимальную длительность ЧР и паузу после него;
- Количество периодов синусоид – усреднения для замера ЧР (то есть на каждое амплитудное окно будет зарегистрировано указанное количество периодов сети). После регистрации количество импульсов приводится к секунде.
- Установить тип расписания для регистрации сигналов. Регистрацию сигналов можно производить в ручном режиме в меню – «Запуск регистрации» и по расписанию. При выборе типа расписания «по времени», дается возможность ввода 50 значений времен, по которым будет производиться регистрация. При выборе типа расписания «интервал», дается возможность ввода значения интервала времени, через который будет производиться регистрация сигналов. Для отключения регистрации по расписанию выберите тип расписания «никогда».

3.3.1.3 Дополнительные параметры регистрации

К дополнительным параметрам регистрации относятся: температура воздуха, влажность воздуха, ток нагрузки, активная и реактивная мощность. Все эти параметры носят информативный характер и не влияют на измерение и расчетные параметры.



Рисунок 3.37 Дополнительные параметры регистрации

3.3.1.4 Калибровка прибора

Для верного расчета PDI, верного определения амплитуды импульсов в общепринятых единицах (нКл), а также для правильной отбраковки импульсов при включенных фильтрах по полярности, перед измерениями на каждом объекте, нужно производить калибровку. Для калибровки выберите в главном меню прибора п. 2 – «Установка параметров измерения», затем п.3 – «Калибровка измерительной схемы».

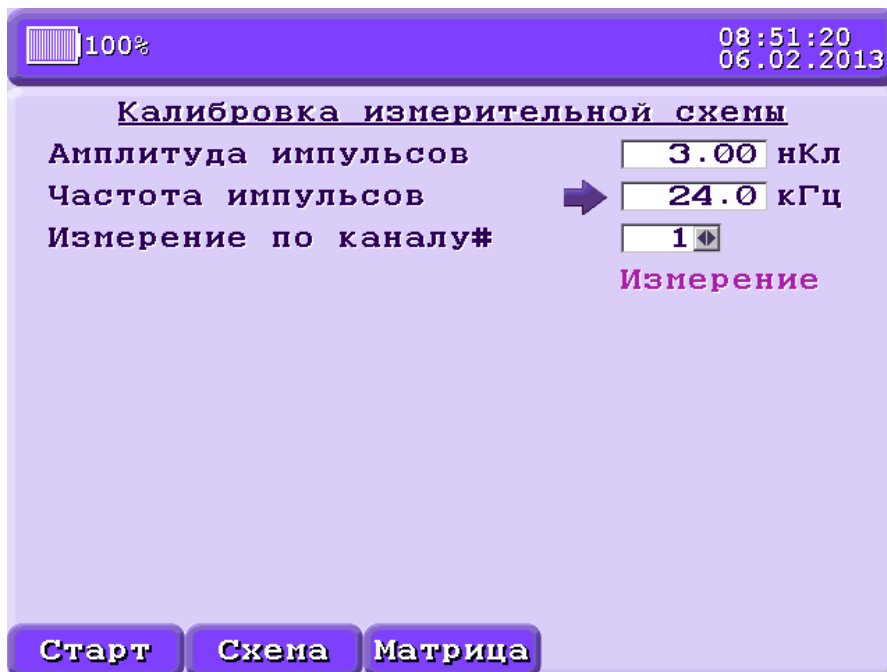


Рисунок 3.38 Калибровка прибора

В этом окне:

- установите амплитуду инжектируемых Вашим генератором импульсов (в нКл, для GKI-2 амплитуда равна 3,0 нКл – это значение по умолчанию), нажмите клавишу «▼»;

- установите частоту импульсов, инжектируемых Вашим генератором импульсов (задается в кГц, для GKI-2 частота равна 24,0 кГц – это значение по умолчанию), нажмите клавишу «▼»;

- с помощью кнопок «◀» и «▶» выберите канал, который хотите калибровать, нажмите клавишу «▼»;

- убедитесь, что датчик, кабель и генератор ЧР подключены, и нажмите «Ent» на строке «Измерение» или нажмите клавишу «F1».

Прибор запустит измерение ЧР, с отключенной разбраковкой по шумовому и референсному каналам

После измерения, прибор рассчитает чувствительность канала и перенаводки с канала на канал (из расчета указанной амплитуды инжектируемых импульсов). Результат калибровки выводится в этом же окне.



Рисунок 3.39 Результат калибровка прибора

В окне калибровки каналов доступны следующие функциональные клавиши:

«F1» – «Старт» запуск калибровки текущего канала;

«F2» – «Схема» установка параметров измерения, различных для каждого канала (разборки, чувствительность, [см. п. 3.3.1.1](#));

«F3» – «Матрица» отображение и редактирование матрицы перенаводок и чувствительностей ([см. п. 3.3.1.1.5](#));

«F5» – «Сохранить» сохранение полученных в процессе калибровки значений (для данного канала). Сохранение возможно также по клавише «Mem»;

«Esc» – «Выход» выход из окна калибровки.

3.3.2 Регистрация ЧР

Прибор может совершать полный замер и замер по какому-либо одному выбранному каналу. Полный замер – выполняется по всем включенным каналам в соответствии с их настройками. Замер по каналу – замер выполняется только по одному указанному каналу, независимо от того включен он или нет.

Для входа в меню измерения в основном меню прибора выберите первый пункт («F1»), появится окно, изображенное на рис. 3.6.

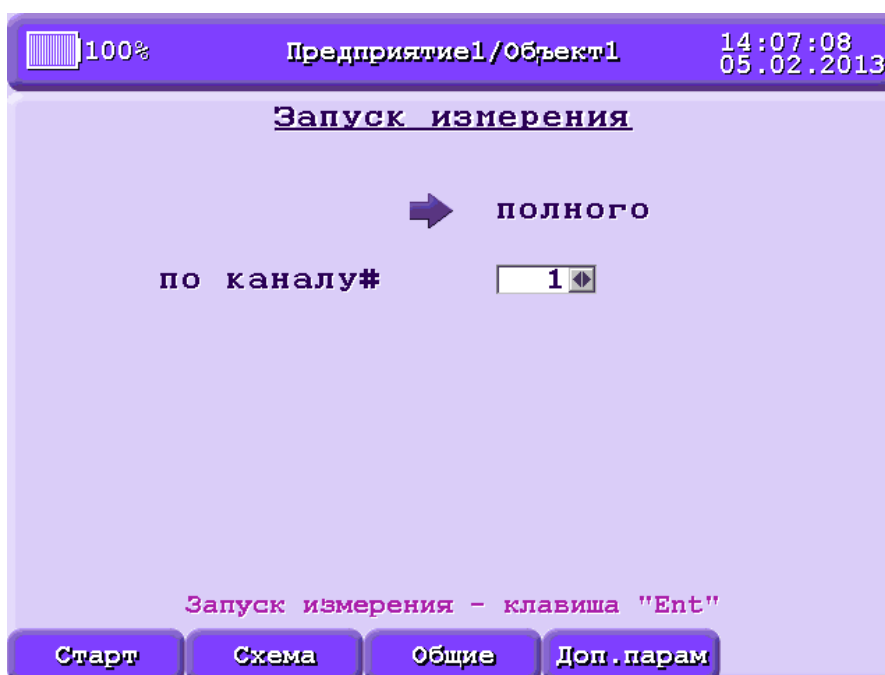


Рисунок 3.40 Запуск измерения

Прибор готов к запуску полного измерения. Для запуска измерения по одному каналу установите стрелку курсора с помощью кнопок «▲», «▼» напротив надписи «по каналу#». Выберите нужный канал с помощью клавиш «◀» и «▶» (подробнее [см. Ввод информации](#)). Возврат к полному измерению осуществляется с помощью клавиш «▲» или «▼».

В данном окне доступны функциональные клавиши:

- «F1» – «Старт» - запуск измерения, также можно нажать клавишу «Ent»;
- «F2» – «Схема» - установка параметров измерения, различных для каждого канала ([см. п. 3.3.1.1](#));
- «F3» – «Общие» установка параметров измерения, общих для всех каналов (тип синхронизации, количество синусоид и т.д., [см. п. 3.3.1.2](#));
- «F4» – «Доп.парам» - дополнительные параметры измерения, которые носят справочный характер (температура, влажность и т.д, [см. п. 3.3.1.3](#))
- «Esc» - выход в главное меню прибора.

После запуска, прибор произведет калибровку, и начнет чтение данных, отображая ход измерения с помощью полосы состояния.

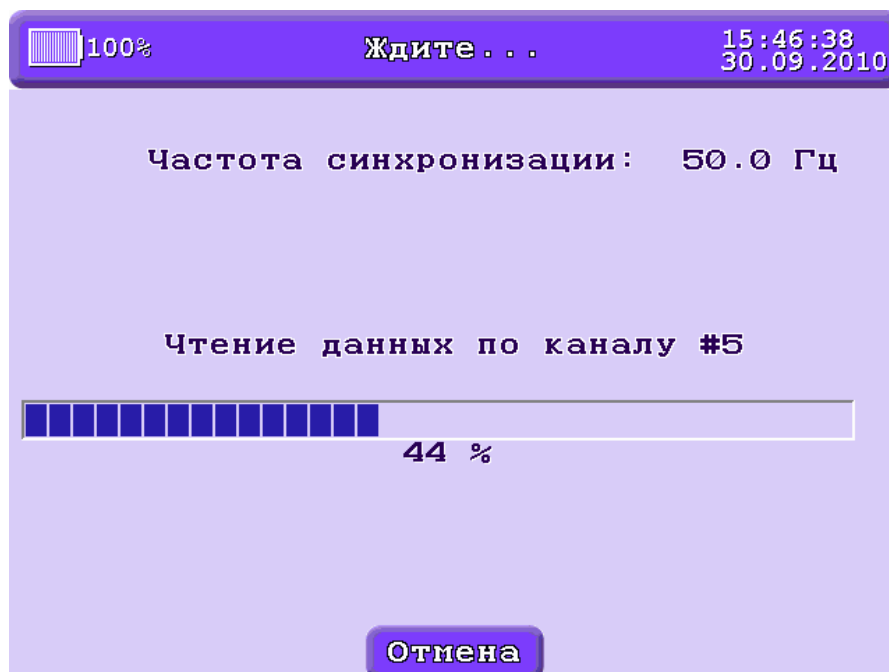


Рисунок 3.41 Измерение

Для отмены чтения нажмите кнопку «Esc». Отменив чтение по данному каналу, Вы не потеряете считанные ранее данные (по предыдущим каналам прибора). После регистрации, отображается сохраненный замер ([см. п. 3.3.2.1](#)).

3.3.2.1 Просмотр замера

Окно просмотра замера с зарегистрированными ЧР (в режиме ручного запуска) запускается автоматически. При запуске регистрации из программы СКИ, по расписанию и через интервал зарегистрированные замеры можно просмотреть только в дереве замеров, на экране автоматически они не отображаются. Для просмотра замера из дерева замеров необходимо выбрать нужный Вам замер в структуре дерева и нажать клавишу «Ent» или соответствующую функциональную клавишу «F2» ([см. п. 3.3.4.1.1](#)).

В окне просмотра замера содержатся расчетные параметры: количество положительных и отрицательных импульсов, суммарная мощность ЧР (PDI) и Qmax по положительной и отрицательной таблице (максимальный измеренный заряд [см. п. 2.1.](#)). Если в замере сохранены данные по нескольким каналам, то переключение между каналами осуществляется с помощью комбинации клавиш «Shift+Left» и «Shift+Right».

В данном окне доступны следующие функциональные клавиши:

- «F2» – «Схема», при выборе данной опции можно просмотреть схему и параметры регистрации этого замера;
- «F5» – «Просмотр», просмотр амплитудно-частотного распределения импульсов и TF – плоскости;
- «Shift+Left», «Shift+Right» - переключение между каналами;
- «Esc» – выход из просмотра замера. Также для выхода из функции просмотра замера можно нажать клавишу.



Рисунок 3.42 Просмотр замера

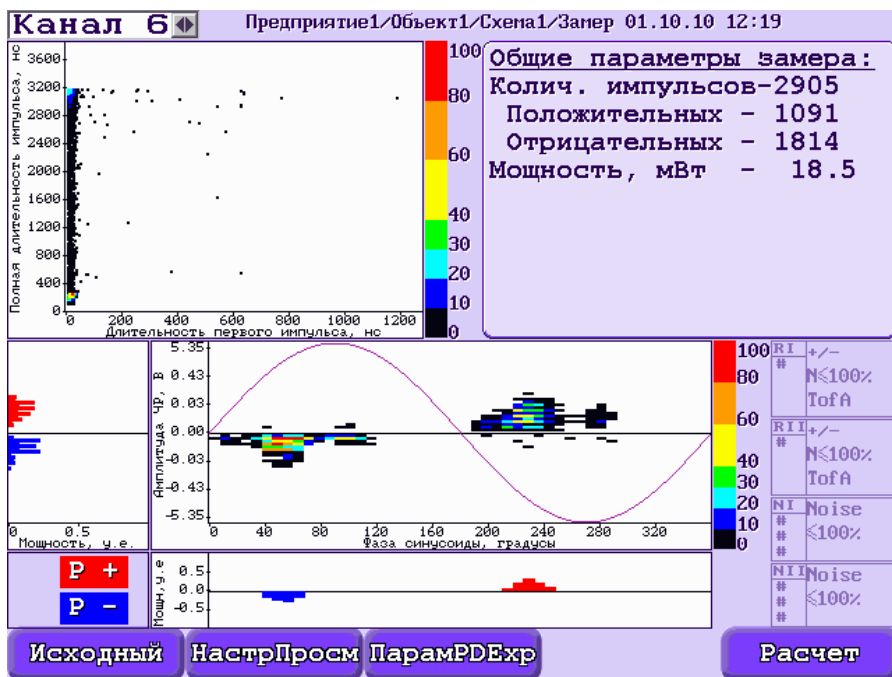


Рисунок 3.43 Просмотр распределения ЧР исходного сигнала

В данном окне доступны следующие функции:

- «F1» – переключение режима просмотра «Исходный»/ «PDExpert». Если состояние отображения «Исходный», производится отрисовка исходного сигнала (см. п. 3.3.2.2), при состоянии «Авт.распр.» - отрисовка замера с автоматическим распределением на группы с помощью встроенной системы PDExpert (см. п. 3.3.2.3);
- «F2» – «НастрПросм» вызов функции настроек параметров отображения (см. п. 3.3.2.5);

- «F3» – «ПарамPDExp» редактирование и просмотр параметры фильтрации группы ЧР для системы PDExpert (см. п. 3.3.1.4);
- «F4» - В режиме автоматического распределения («PDExpert») перебор групп;
- «Shift+F4» - В режиме автоматического распределения («PDExpert») отображения списка найденных групп;
- «F5» – «Расчет» для возвращения в окно интегральных параметров (см. п. 3.3.2.1.);
- «Shift+Left», «Shift+Right» - переключение между каналами;
- «Esc» - выход из функции просмотра замера.

3.3.2.2 Отображение исходного сигнала

Окно отображения данных можно разделить на 4 зоны: TF– распределение, амплитудно-частотное распределение, расчетные параметры и справочная информация о схеме измерения. Зона амплитудно-частотного распределения включает в себя график амплитудно-частотного распределения импульсов, график амплитудного распределения мощности, график фазового распределения мощности.

График TF – распределения (Карта PD) расположен в левом верхнем углу экрана (см. рис. 3.10). Каждая ячейка TF-распределения имеет следующие параметры: длительность первого полупериода импульса, длительность дребезга импульса, количество импульсов данной ячейки, т.е количество зарегистрированных импульсов с данными параметрами. Количество импульсов определяется цветом палитры т.е. в зависимости от количества импульсов в данной ячейке, она закрашивается в соответствующий цвет. Палитра цветов расположена слева от графика. Более подробно о способах представления зарегистрированных ЧР описано в п.1.4.3. «Представление информации в приборе». Наиболее важную роль TF-распределение имеет для диагностики дефектов, связанных с ЧР. Комбинацией клавиш «Shift+▲» и «Shift+▼» производится масштабирование окна с графиком относительно 0.

График амплитудно-частотного распределения расположен ниже TF-распределения. Каждая ячейка амплитудно-фазового распределения имеет следующие параметры: фаза питающего напряжения, амплитуда импульса, количество импульсов данной амплитуды в данной фазовой зоне. В матрице распределения импульсов частичных разрядов один период синусоиды питающего напряжения подразделяется на 48 зон, шириной по 7,5 градуса каждая ($360^{\circ} / 48 = 7,5^{\circ}$). Для удобства регистрации и анализа распределения импульсов в приборе R2200, импульсы, имеющие близкие амплитуды, считаются одинаковыми. При различии менее чем на 20%, импульсы «складываются» в общую ячейку матрицы. По амплитуде регистрируемых импульсов в приборе имеется 32 градации. Ширина каждой амплитудной зоны 2,2 dB. Соотношение амплитуд максимального и минимального сигналов, регистрируемых прибором, составляет 5000:1. Общее количество амплитудных зон в приборе R2200 составляет 64, с учетом зон для учета импульсов положительной и отрицательной полярности. В каждой ячейке матрицы распределения импульсов частичных разрядов находится число, от 0 до 65535, которое соответствует количеству зарегистрированных импульсов с такими параметрами, приведенное к секунде.

В зависимости от настроек отображения (см.п.3.3.2.5) на экране, ниже и слева от графика амплитудно-частотного распределения отображаются графики распределения мощности по амплитуде и фазе.

В правом верхнем углу выводятся расчетные параметры по данному замеру: общее количество, положительных и отрицательных зарегистрированных импульсов, мощность импульсов в мВт (PDI).

В нижнем правом углу выводится краткая информация о схеме измерения (включенные фильтры, подключенные к ним каналы и сдвиг относительно A1 в процентах).

3.3.2.3 Использование экспертной системы PD-Expert в приборе R2200 при проведении измерений

Технические средства прибора R2200 для отстройки от помех, плюс алгоритмические возможности экспертной системы PD-Expert = уникальная способность отстраиваться от внешних и наведенных помех.

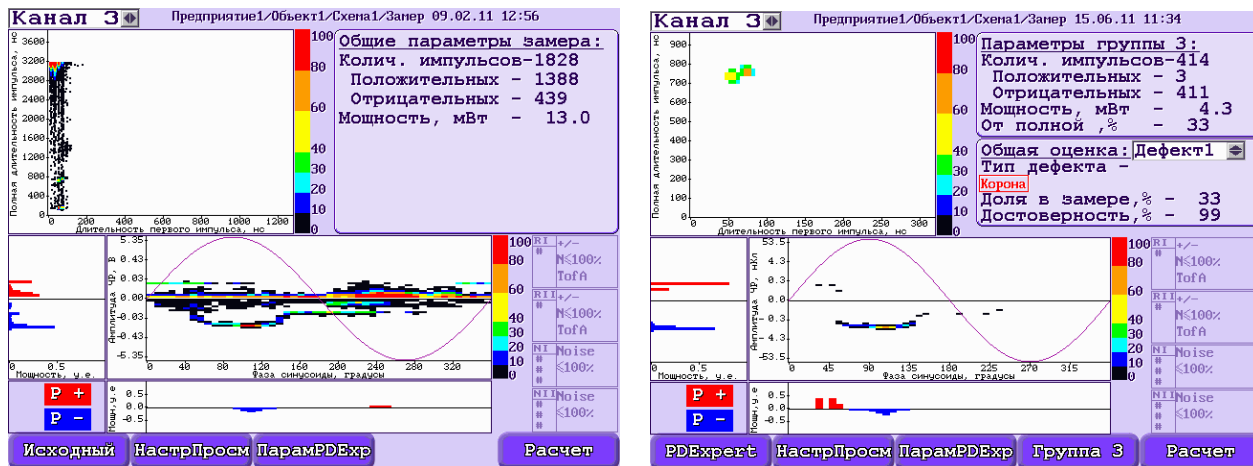


Рисунок 3.44 Просмотр распределения ЧР

На рисунке приведен замер, выполненный прибором, иллюстрирующий возможность отстройки от помех. Количество импульсов:

- Без использования аппаратных и алгоритмических средств отстройки от помех прибором было зарегистрировано около 32 тысяч высокочастотных импульсов различной природы возникновения.
- После включения аппаратных средств прибора отстройки в память были записаны около 2 тысяч импульсов.
- После обработки информации средствами экспертной системы PD-Expert в регистрации осталось всего 414 информативных импульсов.

Различные типы дефектов в изоляции имеют «характерное» амплитудно-частотное распределение импульсов. При реальном измерении ЧР несколько дефектов и шум могут накладываться друг на друга. Это является основной сложностью определения типа дефекта.

Наиболее эффективным способом диагностики дефектов изоляции, связанных с ЧР является комбинация 2-х методов: анализ параметров отдельных импульсов и амплитудно-фазового распределения импульсов частичных разрядов.

Для диагностики дефектов в программу включена система «PD-Expert». Вызов системы происходит нажатием функциональной клавиши «F1» в окне отображения исходного сигнала. Система PDExpert, в зависимости от выбранных параметров фильтрации (см. п.3.3.1.4) производит отбраковку импульсов в исходном сигнале и объединяет импульсы в группы, по которым производится диагностика дефектов.

Результат работы экспертной системы для каждой группы выводится на экране - отображаются, также как и при исходном сигнале, амплитудно-частотное распределение, ТФ-распределение, графики распределения мощности по амплитуде и фазе, расчетные параметры уже для найденных групп импульсов, а также краткая информация о схеме измерения (см. рис. 3.11.). Дополнительно выводится общая оценка замера по данной группе - список дефектов. Для перебора списка дефектов используются клавиши «▲» и «▼». По каждому дефекту выводятся следующая информация: тип дефекта, доля в замере этого дефекта в процентах, достоверность диагностики в процентах. Клавишами «Ent», «Shift+▲» и «Shift+▼» производится масштабирование окна с графиком относительно 0.

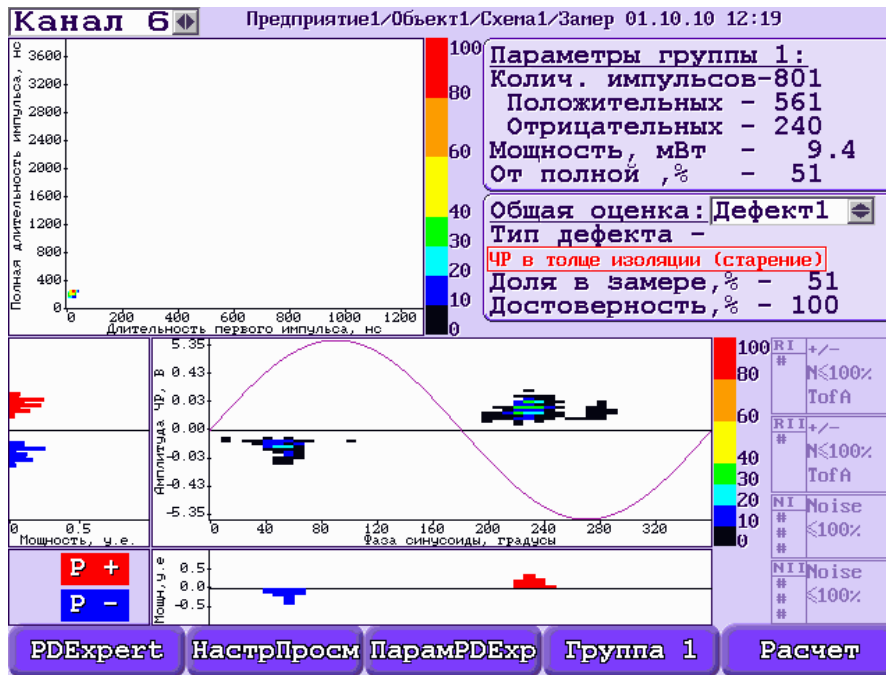


Рисунок 3.45 Просмотр распределения ЧР для группы

Если найденных в процессе диагностики групп больше чем одна, то становится доступным одновременный просмотр TF- распределений для найденных групп (см. рис. 3.44).

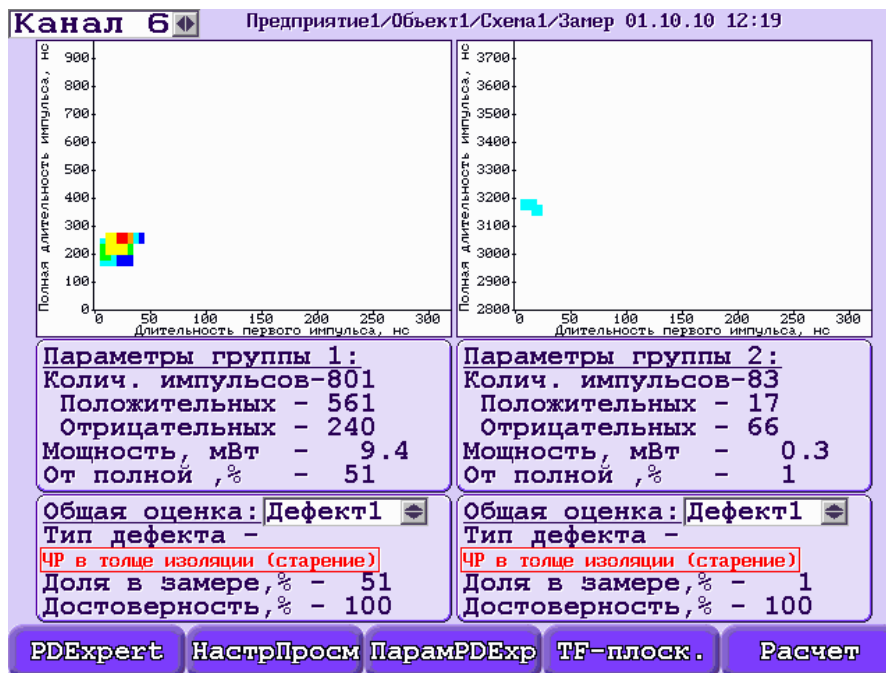


Рисунок 3.46 Просмотр TF-распределений для групп

При помощи программных средств экспертной системы можно разделять не только разные дефекты, но и одинаковые, но возникшие в разных зонах изоляции контролируемого оборудования.

На рисунке приведена копия экрана прибора R2200, показывающего результаты анализа замера частичных разрядов. Программа обнаружила два одинаковых дефекта, возникших в разных местах.

Первый диагностированный дефект более развит, в нем выделяется мощность около 9.4 мВт, для второго это значение составляет всего 0,3 мВт. Благодаря использованию TFM плоскости удалось дифференцировать дефекты, различающиеся по мощности более чем в тридцать раз.

В обоих случаях программа определила тип выявленных дефектов как «ЧР в толще изоляции (старение)». Второй дефект расположен ближе к измерительному датчику, т. к. частота первого импульса у него выше, а полное время всего импульса меньше.

Окно просмотра TF-распределений для групп появляется автоматически после запуска системы «PD-Expert», т.е разбиения исходного сигнала на группы. Для перебора списка дефектов используются клавиши «▲» и «▼». Если групп больше чем две, то слева и справа появляются стрелки и становится возможной перемotka графиков с помощью клавиш «◀», «▶». Для подробного просмотра группы необходимо ее выбрать. Перемotka групп производится нажатием функциональной клавиши «F4». При нажатии комбинации клавиш "Shift+F4" появится всплывающее меню для выбора группы (см. рис. 3.47.). Выбор группы производится клавишами «▲» и «▼».

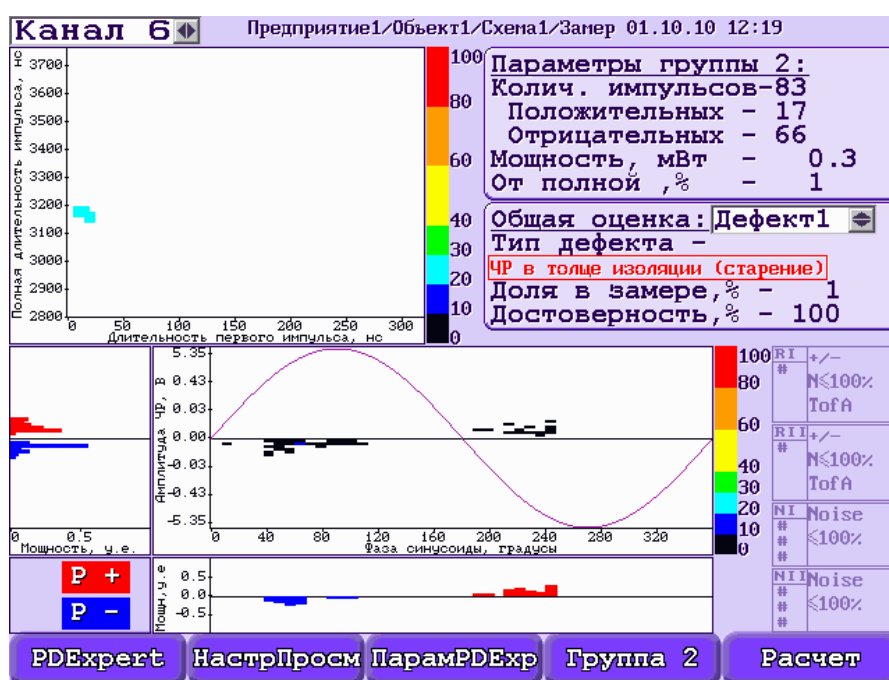


Рисунок 3.47 Выбор группы

3.3.2.4 Параметры фильтрации группы ЧР

Группировка импульсов на основе анализа «TF-плоскости» производится по заданным параметрам. Изменение параметров группировки производится нажатием кнопки «F3» - «ПарамPDExp».

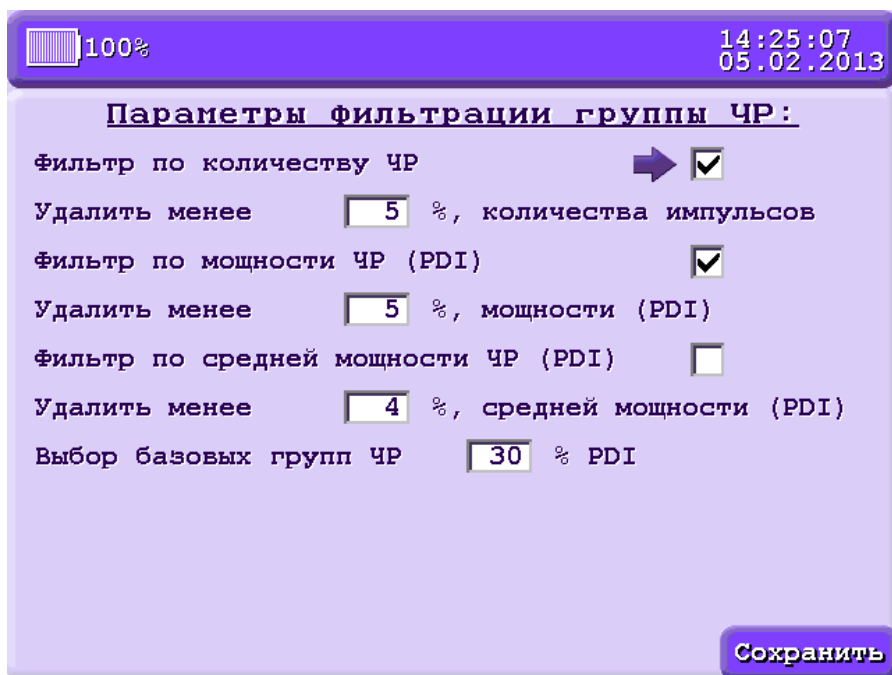


Рисунок 3.48 Параметры фильтрации группы ЧР

Данные параметры определяют количество импульсов в группе или говоря проще «ширину пятна» группы. Разбиение на группы начинается с выделения точки с наибольшей интенсивностью импульсов. Границы зоны группы определяются параметрами:

- «Фильтр по количеству ЧР» - граница зоны определяется по количеству импульсов в %, относительно точки на «ТФ-плоскости» с максимальным количеством импульсов в группе;

- «Фильтр по мощности ЧР» - граница зоны определяется по мощности импульсов в %, относительно точки на «ТФ-плоскости» с максимальной мощностью ЧР в группе;

- «Фильтр по средней мощности ЧР» - граница зоны определяется по средней мощности импульсов в %, относительно точки на «ТФ-плоскости» с максимальной средней мощностью ЧР в группе. Средняя мощность – мощность импульсов, деленная на их количество в каждой точке «ТФ-плоскости».

Выбрать можно один или несколько параметров определения зоны группы, при этом зона результирующая зона будет определяться сложением зон, определенных каждым из параметров.

Параметр «Выбор базовых групп ЧР» определяет возможное количество зон. После определения зоны с максимальной мощностью ЧР (основной зоны) ведется поиск дополнительных зон ЧР до тех пор, пока максимальная мощность в новой группе больше заданного процента от максимальной мощности на «ТФ-плоскости». Уменьшая процент выбора базовых групп, появляется возможность увеличить количество автоматически выделяемых зон за счет учета зон с меньшей мощностью и вкладом в общую мощность ЧР в зарегистрированном сигнале. Увеличивая процент – ограничивается мощность групп и выделяются самые значимые.

3.3.2.5 Настройки отображения замера

Для выбора настроек нажмите клавишу «F2» («ПросмНастр»). Появляется окно с настройками отображения (см. рис. 3.49).

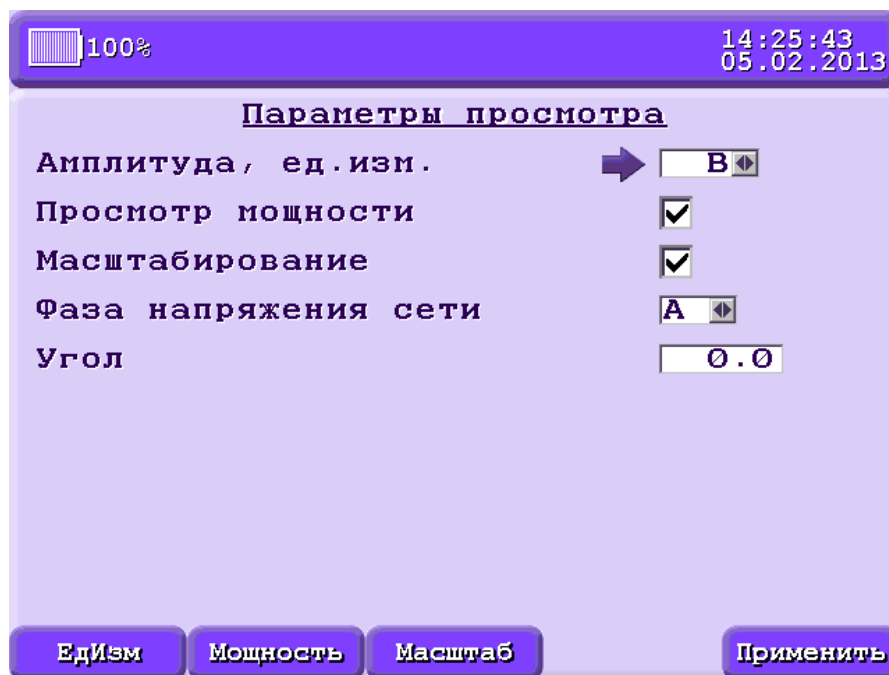


Рисунок 3.49 Настройки отображения

Здесь можно выбрать единицы измерения амплитуды ЧР, включить\выключить просмотр распределения мощности по амплитуде и фазе, включить\выключить масштабирование для TF-плоскости, выбрать единицы измерения амплитуды импульсов. Для быстрого редактирования настроек используются функциональные клавиши «F1» («ЕдИзм»), «F2» («Мощность») и «F3» («Масштаб») или выбор соответствующих параметров клавишами «▲», «▼» и «Ent». В этом окне также можно изменить угол – сдвиг относительно синхроимпульса и фазу напряжения сети, если окажется, что замер был сделан с неверными параметрами, и сохранить новые параметры в замер. Для применения параметров нажмите «F5», появится окно для подтверждения сохранения новых параметров в замере. При нажатии на клавишу «Ent» - параметры сохранятся в замер, отображение замера на экране будет с учетом новых параметров. Для выхода из окна параметров просмотра нажмите «Esc». Отображение при выключенном масштабировании и выключенном просмотре мощности выглядит как на рис. 3.50.

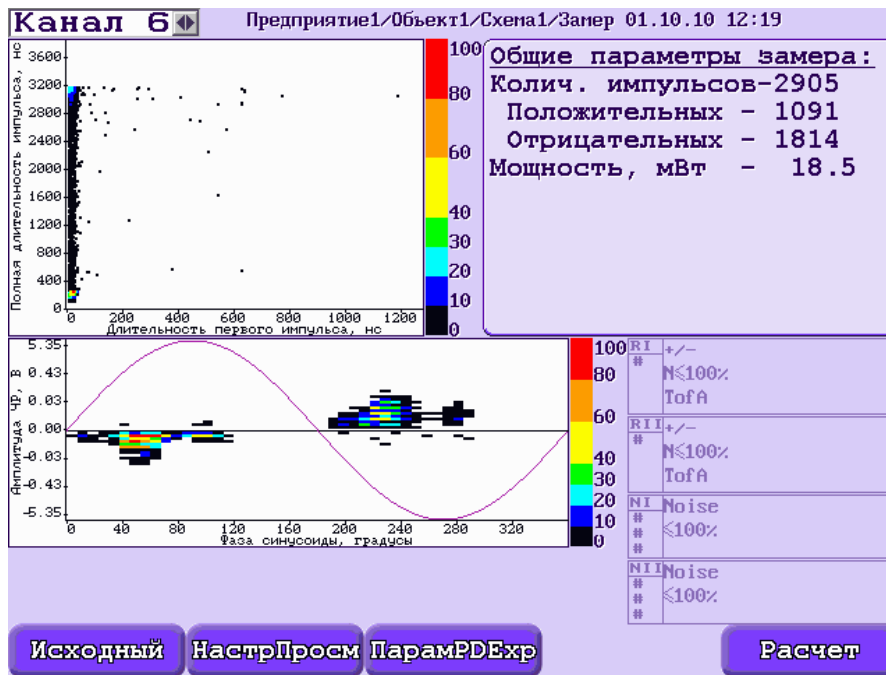


Рисунок 3.50 Просмотр матриц распределения ЧР для группы без масштабирования и без распределения мощности

3.3.3 Рефлектометр

При выборе данного пункта меню, вызывается окно для работы с встроенным рефлектометром.

Алгоритм работы рефлектометра следующий: после прихода на вход импульса ЧР начинается запись сигнала с шагом 10 наносекунд, продолжающаяся в течение выбранного интервала времени. Таких сигналов может быть зарегистрировано до 64 тыс. Общее время регистрации зависит от выбранного количества синусоид питающей сети.

Для анализа кабелей в приборе R2200 реализовано подобие осциллографа, т.е. регистрация и просмотр всех интервалов, без усреднения.

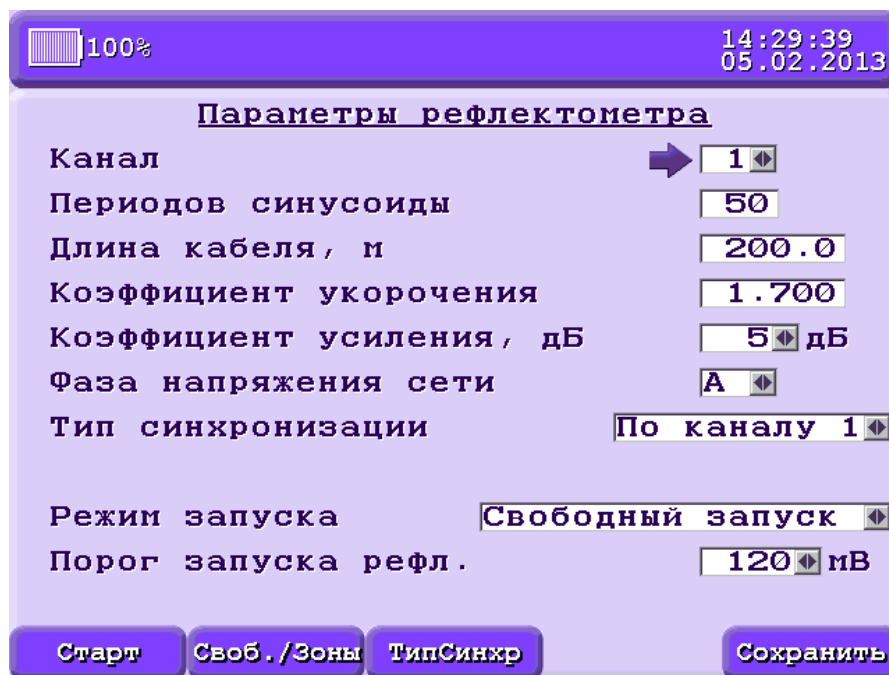


Рисунок 3.51 Параметры рефлектометра

После выбора данного пункта меню на экране появится окно «Параметры рефлектометра». Выбор параметров осуществляется клавишами «▲», «▼». Подробнее ввод и выбор значений см. п. 3.1.3, п. 3.1.5.

В появившемся окне можно указать:

1. Канал регистрации
2. Количество периодов синусоиды
3. Длину исследуемой кабельной линии для отсека заведомо неверных результатов.
4. Коэффициент укорочения. Если есть возможность, уточните скорость распространения импульсов ЧР в данной кабеле. Ее можно рассчитать, используя генератор ЧР, заранее зная расстояние между импульсом и отражением (например, до муфты, или до края кабельной линии).
5. Выбрать режим запуска. Режим запуска необходим для определения амплитудного порога и фазовых окон регистрации импульсов.
6. Порог запуска рефлектометра - импульсы, превышающие заданное значение, будут зарегистрированы.
7. Коэффициент усиления.
8. Выбрать тип синхронизации и фазу напряжения сети.

При свободном запуске доступен параметр – порог запуска рефлектометра в мВ, от этого значения будет производиться регистрация. При других режимах запуска, порог вычисляется исходя из выбранной зоны регистрации.

Для регистрации рефлектограммы в определенном амплитудно-фазовом окне необходимо выбрать режим запуска.

Можно задать амплитудно-фазовые окна после измерения ЧР по данному каналу, чтобы не возникла ситуация, что производится попытка зарегистрировать «осциллограмму» ЧР, которых нет. Для этого необходимо установить режим запуска «После регистрации» и нажать клавишу «F1» - «Далее», будет произведена регистрация ЧР. После регистрации на экране появится AF – распределение зарегистрированных импульсов.

Также можно выбрать амплитудно-фазовые окна в зарегистрированном ранее замере, выбрав его из дерева замеров. Для этого необходимо выбрать режим запуска – «Выбор за-

мера» и нажать клавишу «F1» - «Далее», появится окно с деревом замеров, в котором необходимо выбрать нужный замер и нажать кнопку «Выбор». На экране появится АФ – распределение зарегистрированных импульсов.

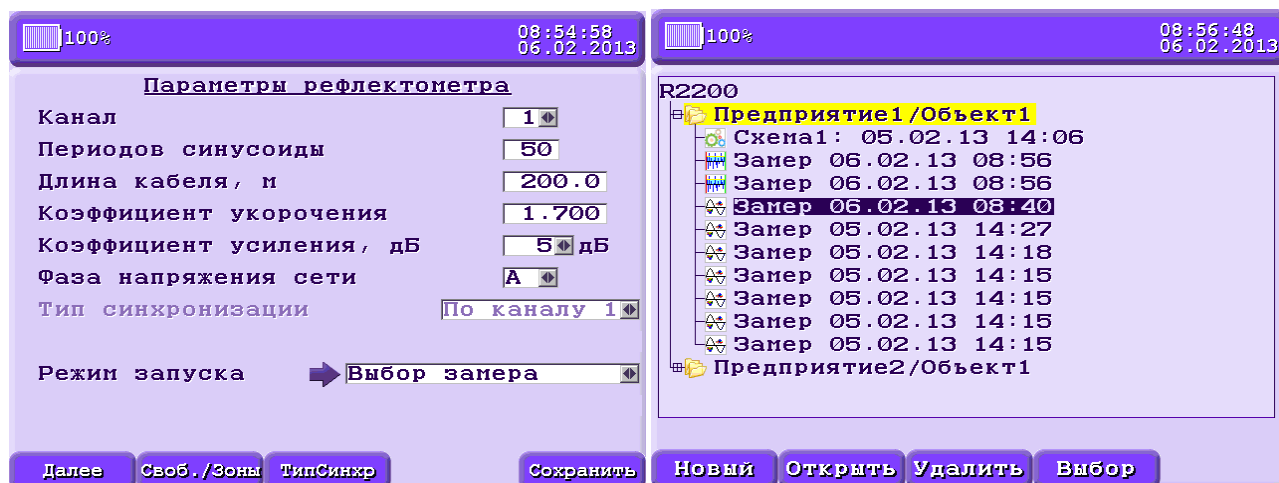


Рисунок 3.52 Выбор замера

Также можно просто выбрать зону в пустом замере, для этого выберите режим запуска «Выбор зон». На экране появится окно отображения АФ – распределения, но т.к. замера нет, то оно будет пустым.

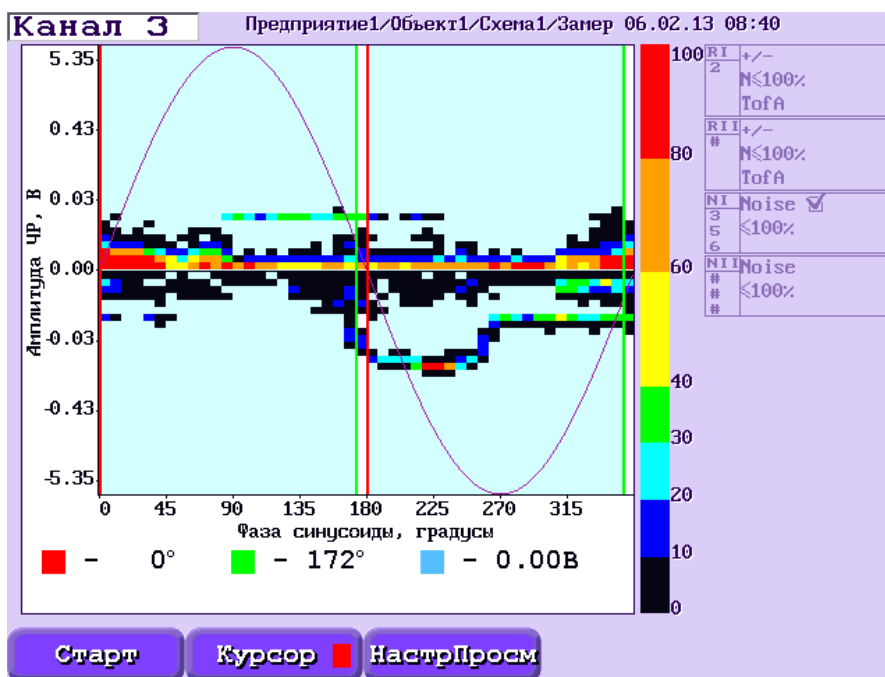


Рисунок 3.53 Выбор зон

В данном окне можно произвести выбор зон 3-мя курсорами. С помощью красного и зеленого курсора можно выбрать границы фазы для регистрации импульсов. Синим курсором выбирается амплитудная граница. Перебор курсоров осуществляется «F2» - «Курсор», для подсказки выводится цветной квадратик с цветом текущего курсора. Курсоры для выбора фазы двигаются от 0 до 180 градусов. Регистрация будет произведена симметрично относительно 180 град. Для положительных и отрицательных активные зоны для регистрации выделяются голубым цветом. Пример выбора зон см. на рис. 3.54.

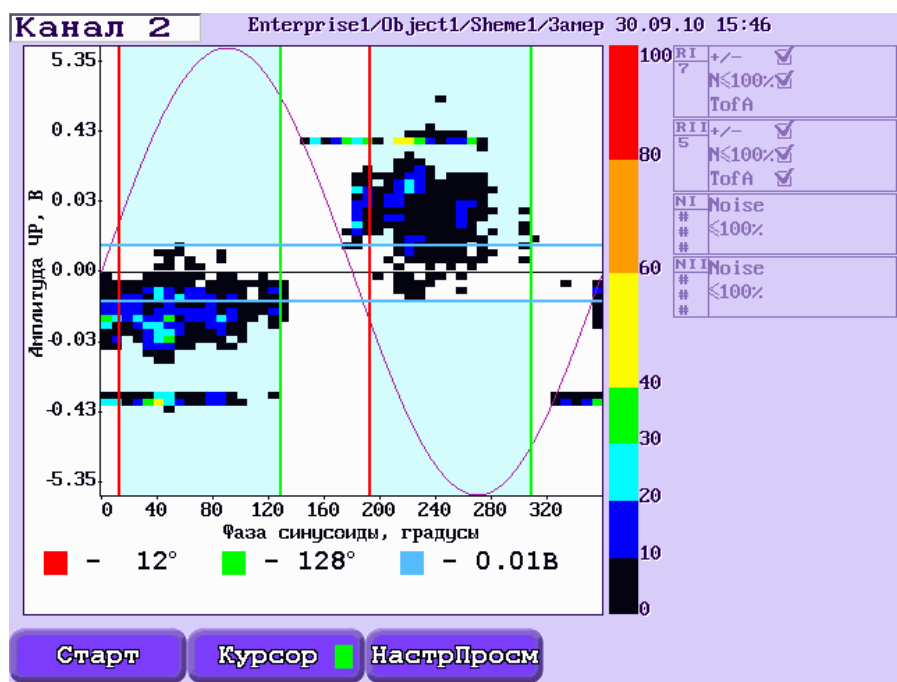


Рисунок 3.54 Выбор зон

После выбора зон, нажмите «F1» - «Старт» для запуска регистрации рефлектограммы. При первой регистрации производится калибровка прибора, при последующих регистрациях используются полученные ранее калибровочные коэффициенты. Обработка зарегистрированных данных занимает определенное время, на экране появится соответствующее сообщение. После чего, появится окно просмотра полученной рефлектограммы (см. п.3.3.3.1 Просмотр рефлектограммы).

При работе осциллографа возможны следующие сообщения об ошибках:

- (1) – «Ошибка синхронизации!» – замер не может быть зарегистрирован, прибор не смог определить частоту синхронизации. Убедитесь, что канал синхронизации подключен и повторите попытку регистрации.
- (2) – «Амплитуда сигнала выходит за пределы регистрации». Данная ошибка может возникнуть, если выставлен слишком большой коэффициент усиления сигнала. При возникновении данной ошибки будет предложено автоматическое уменьшение данного коэффициента, пока не будет достигнута оптимальная амплитуда для регистрации. Для этого необходимо нажать «Enter», при нажатии «Esc» замер отобразится в том виде, в котором был зарегистрирован.
- (3) – «Превышен лимит количества импульсов!». Данная ошибка может возникнуть, если импульсы ЧР идут слишком часто и прибор не успевает их зарегистрировать, особенно если необходимо зарегистрировать выборку при большой длине кабеля. Чаще это возникает, если регистрация производится на уровне шума, чтобы избавиться от этого, необходимо поднять порог регистрации рефлектограммы. При возникновении данной ошибки будет предложено автоматическое поднятие порога, после чего будет произведена рефлектограмма с новыми параметрами.
- (4) – «Достигнуто максимальное значение порога для данного коэффициента усиления» При возникновении данной ошибки рекомендуется уменьшить коэффициент усиления.

3.3.3.1 Просмотр рефлектограммы

После регистрации или выбора в дереве замеров рефлектограммы появляется окно просмотра рефлектограммы.

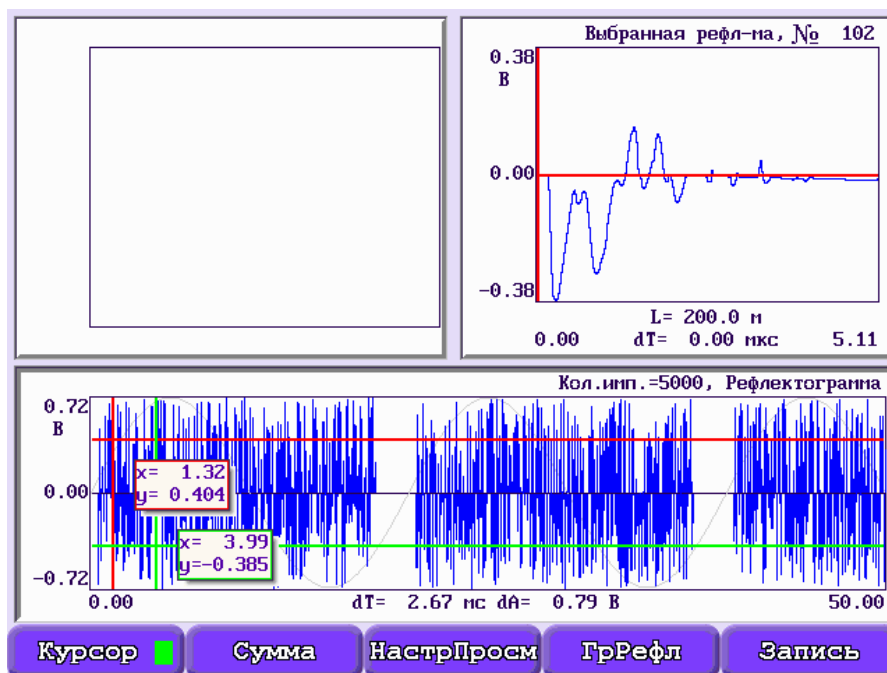


Рисунок 3.55 Просмотр рефлектограммы

В данном окне отображаются 3 графика – график распределения рефлектограмм во времени (сокращенно ГрРефл.), график выбранной рефлектограммы (сокращенно ГрВыбран) и график суммарной рефлектограммы (сокращенно ГрСуммы).

График рефлектограммы расположен внизу экрана, первоначально активен именно этот график, что соответствует надписи «ГрРефл» над функциональной клавишей «F4». Здесь отображаются импульсы в виде пиков (для того чтобы не загромождать область отображения), амплитуда этих пиков соответствует максимуму зарегистрированного сигнала.

Для более подробного просмотра импульса его необходимо выбрать активным (красным или зеленым) курсором, который перемещается по оси абсциссы. Выбранный импульс отобразится в окошке «Выбранная рефлектограмма», расположенном вверху справа. Для данного графика имеются также 2 курсора, которые перемещаются по временной оси. Расстояние между курсорами будет рассчитываться по коэффициенту укорочения и установленной длине кабеля в параметрах рефлектометра.

В окне просмотра рефлектограммы доступны следующие функциональные клавиши:

«F1» - «Курсор», выбор необходимого курсора. Для подсказки выводится цветной квадратик с цветом текущего курсора.

«F2» - «Сумма» - суммирование рефлектограмм, попадающих в выбранную курсорами область и отображение полученного графика в окне «Сумма». Суммирование рефлектограмм применяется для усреднения сигнала, т.е. для избавления от помех. Существуют 2 варианта суммирования импульсов: среднее арифметическое и приведенное к относительным единицам (т.е. за максимум берется 1). Выбор типа суммирования осуществляется в параметрах отображения («F3», см. далее).

«Shift+F2» - выбор типа суммирования. Появляется всплывающее меню, содержащее следующие пункты:

- Добавить к сумме импульс – при выборе данного пункта меню к суммарному сигналу добавится сигнал выбранного курсором импульса.

- Удалить из суммы последний – при выборе данного пункта меню из суммы удалится последний импульс (в приборе создается список добавляемых в суммарный сигнал импульсов, удаление будет производиться согласно этому списку).
- Удалить из суммы все – произойдет обнуление суммарного сигнала из списка просуммированных импульсов.
- Сумма между курсорами – функция аналогична «Сумма» при нажатии «F2» - суммирование импульсов, попадающих в выбранную курсорами область и отображение полученного графика в окне «Суммарный график»
- В ампл. фазовом окне – Выберите курсорами область для суммирования на одной синусоиде, суммирование произведется в данном амплитудно-фазовом окне для всех зарегистрированных синусоид.
- Добавить все импульсы – усреднение всех зарегистрированных рефлектограмм.

«F3» - «НастрПросм» - параметры просмотра, появляется окно с настройками отображения: единицы измерения амплитуды импульсов, тип суммирования сигналов (см. п. 3.3.3.2).

«F4» - переключение между окнами с графиками.

«F5» - «Запись» - сохранение текущей рефлектограммы в память прибора.

«Esc» - выход из окна отображения рефлектограммы.

Перемещение активного курсора по графику осуществляется клавишами «◀», «▶» или «Shift+◀», «Shift+▶» для быстрого перемещения.

Клавишами «▲» и «▼» производится масштабирование графика по оси абсцисс относительно текущего курсора (функция активна для курсоров перемещающихся по оси абсцисс).

При запуске окна сразу активен и отображается на экране первый курсор. Если два курсора имеют одинаковую координату, то виден будет активный из этих курсоров. Для графика «Рефлектограмма» доступны 4 курсора, красный и зеленый для перемещения по оси абсциссы, а синий и желтый для перемещения по оси ординаты. Для курсоров, перемещающихся по оси абсцисс, отображается информация о положении курсора « $x=2.00$ », где x – время в мс, если курсор находится на определенном импульсе, то выводится амплитуда этого импульса « $y=0.55$ », где y - амплитуда в выбранных единицах измерения (дБ, В, Кл). Внизу графика выводится расстояние между курсорами по времени (dT) и разница амплитуд двух выбранных импульсов (dA). Для графиков суммы и выбранного импульса доступны 2 курсора, которые перемещаются по оси абсциссы, горизонтальной линией отображается пересечение курсора с графиком. Внизу графика выводится расстояние между курсорами по времени (dT) и расстояние до места возникновения дефекта, если считать, что курсоры находятся на импульсе ЧР и его отражении от места возникновения дефекта. На графике суммарного сигнала отображается количество импульсов, участвующих в суммировании и тип суммирования.

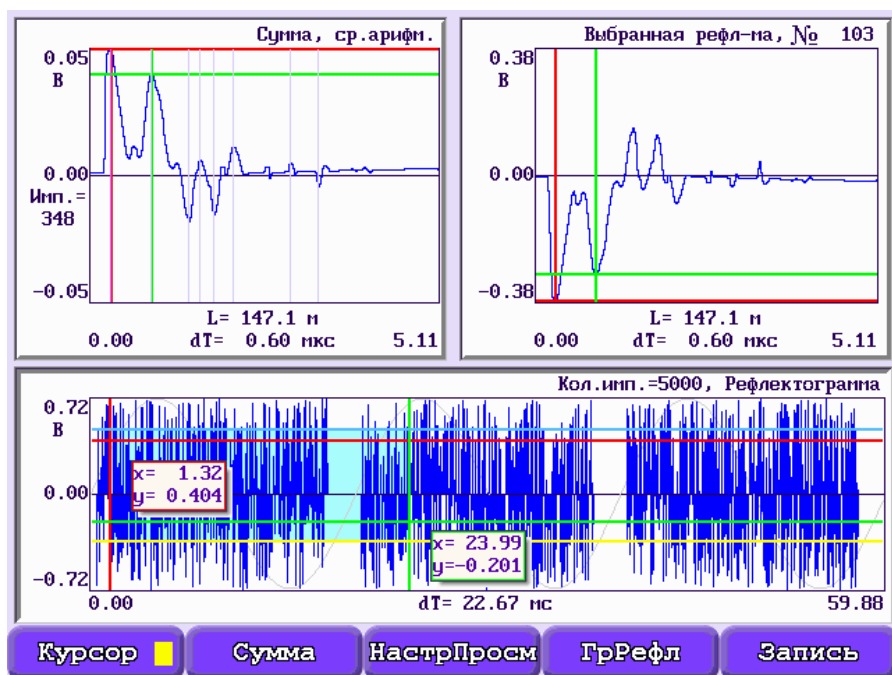


Рисунок 3.56 Просмотр рефлектограммы

В приборе R2200 реализован набор автоматических функций для облегчения работы с рефлектограммой.

Алгоритм определения возможных мест дефектов находит в суммарном (усредненном) сигнале амплитудные скачки, которые могут из себя представлять зарегистрированный импульс ЧР и его отражения от неоднородностей. Полученные данные отображаются в таблице дефектов.

Для просмотра таблицы дефектов необходимо его активировать, переключаясь между окнами с графиками клавишей «F4».

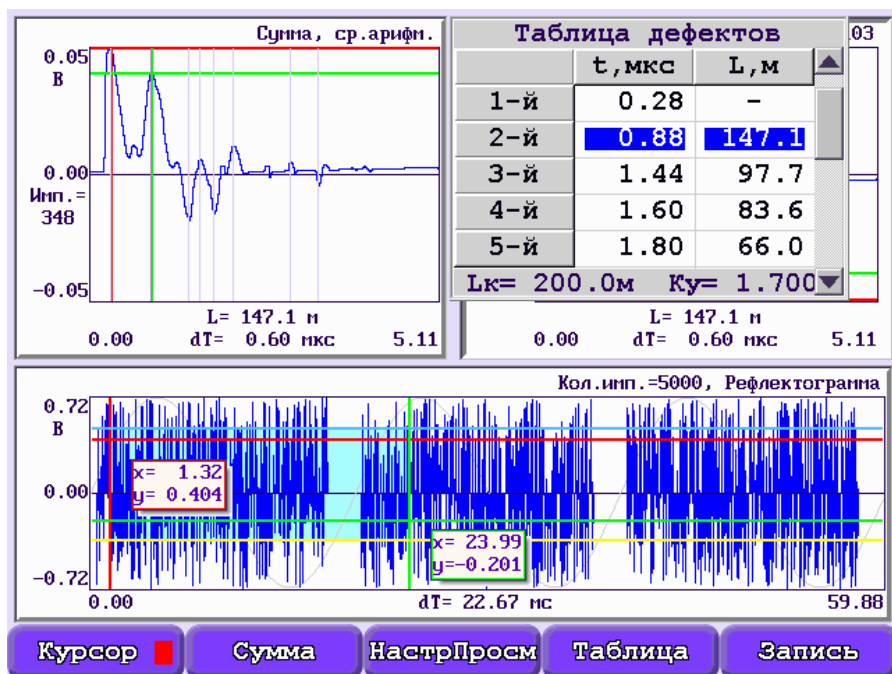


Рисунок 3.57 Таблица дефектов

В данной таблице выводится информация по найденным импульсам. Время t - время регистрации импульса от начала регистрации, L – возможное место возникновения дефекта, если считать, что 1-й импульс – это непосредственно импульс ЧР, а все последующие это

его отражения от мест возникновения дефектов, при условии, что длина кабеля и коэффициент укорочения выбраны корректно.

3.3.3.2 Настройки отображения рефлектограммы

При выборе данного пункта появляется окно с настройками отображения.

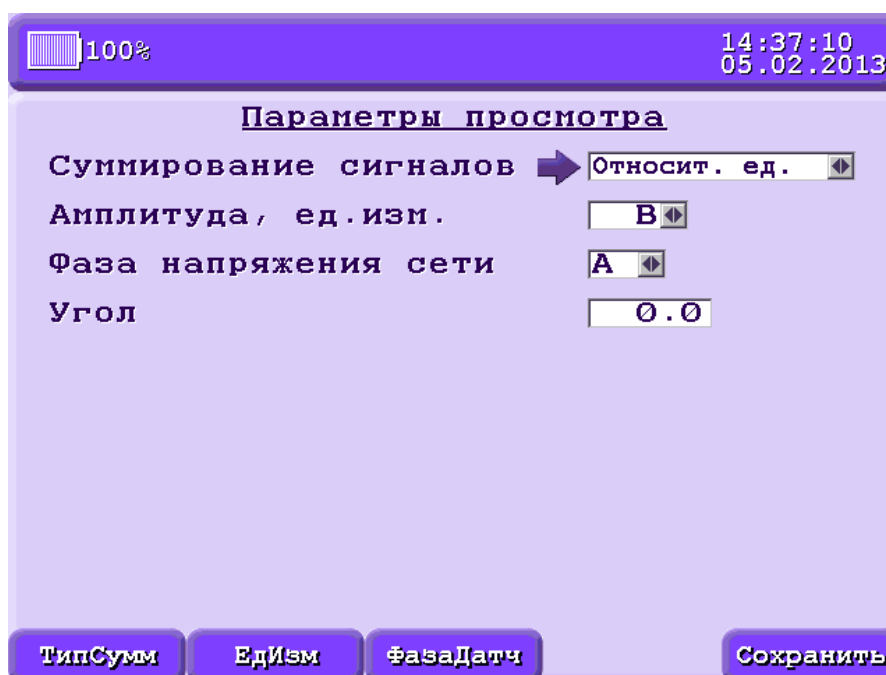


Рисунок 3.58 Настройки отображения рефлектограммы

В приборе реализованы 2 типа усреднения: среднее арифметическое и приведение к относительным единицам, для быстрого редактирования параметра доступна функциональная клавиша «F1» - «ТипСумм». При выборе усреднения «относительные единицы» сигналы, участвующие в суммировании, будут приведены к единице и после этого будут усреднены. В окне «Параметры просмотра» можно выбрать единицы измерения для отображения амплитуд сигналов: вольты, нанокулоны и децибелы («F2» - «ЕдИзм»). Чтобы логарифмический масштаб выглядел более привычно был реализован дополнительный режим просмотра. Это логарифмический масштаб, учитывающий знак сигнала в этом режиме уровни положительного сигнала отображаются в верхней части отрицательного сигнала отображаются в нижней части экрана.

При необходимости, можно редактировать параметры замера: фаза напряжения сети («F3» - «ФазаДатч») и угол сдвига относительно синхроимпульса.

3.3.4 Архив данных

3.3.4.1 Работа с архивом данных

Архив данных прибора хранит произведенные замеры в виде дерева и содержит три типа объектов, над которыми возможны различные типы операций: корневой элемент, каталог и замер. В нижней строке окна отображается подсказка, с помощью какой функциональной клавиши, запустится та или иная функция. Кнопки «Esc» и «F5» – выход из окна работы с архивом. Текущий активный элемент выделен инверсным шрифтом.

3.3.4.1.1 Перемещение по дереву замеров

Перемещение по дереву (изменение активного элемента) осуществляется с помощью кнопок «▲», «▼».

Для экономии места на экране и ускорения перемещения по дереву базы данных каталоги, имеющие вложенные замеры (они помечаются знаками «+» или «-», в зависимости от состояния, заключенными в квадрат перед иконкой), можно сворачивать и разворачивать, нажимая клавиши «◀» и «▶» при активном каталоге.

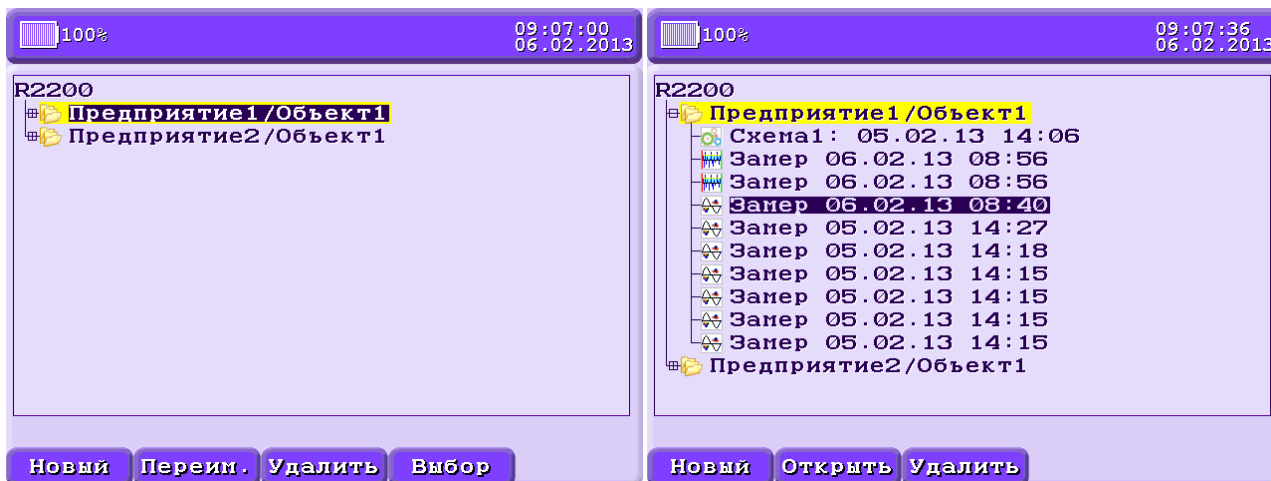


Рисунок 3.59 Работа с архивом

3.3.4.1.2 Работа с каталогами

Корневой элемент (с названием «R2200») нужен для добавления в базу каталогов. Каталог в программе соответствует наблюдаемому объекту, все замеры складываются в выбранный каталог. При создании нового каталога, к нему автоматически привязывается конфигурация – схема регистрации. Для того чтобы замеры записывались в другой каталог (при переходе к другому объекту наблюдения) его нужно «выбрать» – клавиша «F1». Всего может быть до 32-х каталогов. Один каталог существует всегда, по умолчанию создается каталог с названием «Предприятие1\Объект1», его можно переименовать. При удалении, последний каталог прибор удалить не даст, выдавая соответствующее предупреждение, но удалит все его содержимое и установит параметры измерения по умолчанию.

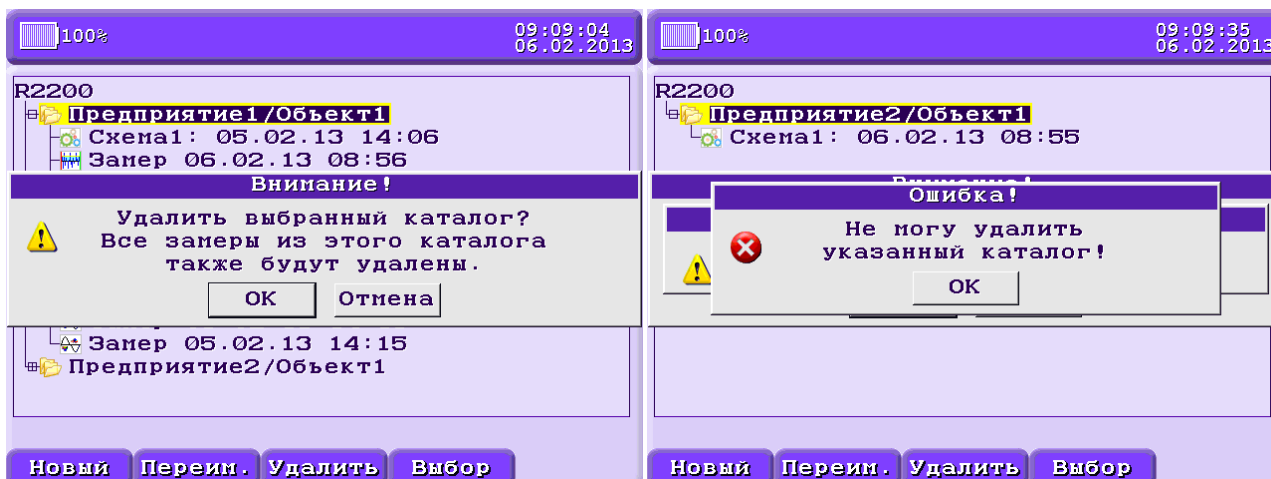


Рисунок 3.60 Удаление каталога

Для добавления каталога при активном корневом объекте нажмите кнопку «F1» – появится окно «Новый каталог».

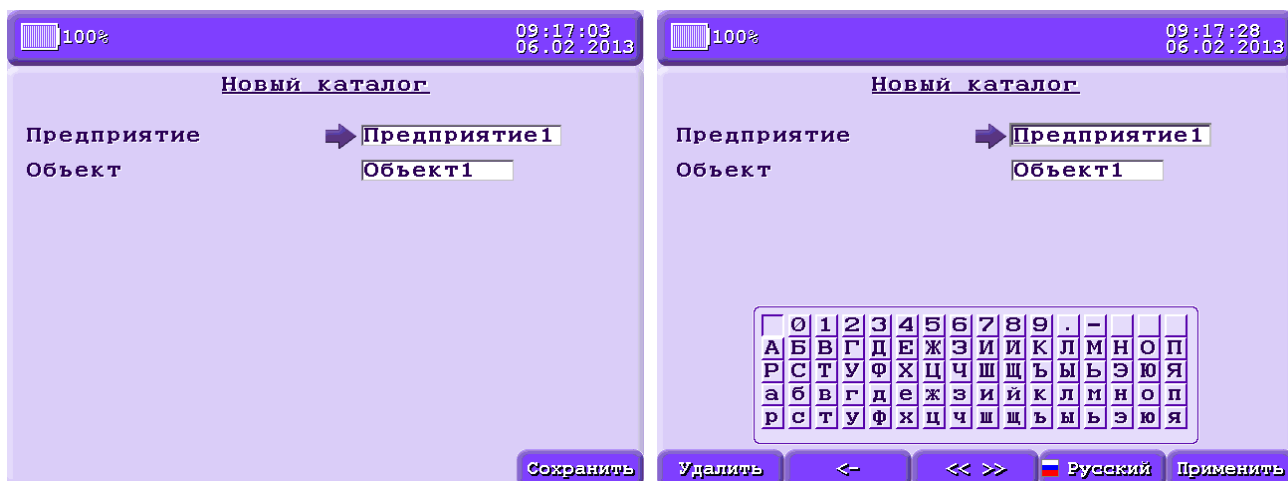


Рисунок 3.61 Добавление каталога

В данном окне необходимо ввести наименование предприятия и наименование объекта измерения (см. п. 3.1.4.). Из этих двух наименований формируется имя каталога, например, «Предприятие1\Объект1». Имена каталогов должны быть уникальны, в противном случае Вы получите сообщение об ошибке: «Такое имя уже есть в базе!»

При вводе тридцать третьего каталога возникнет сообщение: «Не могу добавить каталог!»

Для каталогов (если сделать каталог активным) доступны следующие операции: «Выбор» («F1»), «Переименование» («F2») и «Удаление» («F3»).



Рисунок 3.62 Работа с каталогом

При нажатии «F1» активный каталог становится выбранным, следующие замеры будут записываться в него, и при входе в окно архива он будет автоматически активироваться. К каждому каталогу в приборе привязана конфигурация. После выбора каталога, его конфигурация становится активной.

При нажатии «F2» запустится окно редактирования наименования предприятия и наименования объекта измерения.

При нажатии «F3» и подтверждения каталог, и все данные, записанные в нем, будут удалены.

Внимание! Данная операция необратима!

Если удален выбранный каталог, то в качестве текущего, будет автоматически выбран первый каталог из списка.

3.3.4.1.3 Работа с замерами

В наименовании элемента дерева «замер», отображены дата и время его проведения. В приборе существует 2 типа замеров: регистрации ЧР и рефлектограммы, в дереве они отображаются различными иконками. На уровне замера доступны операции просмотра (клавиша «F22») и удаления (клавиша «F3»).



Рисунок 3.63 Работа с замером

Для удаления замера нажмите «F3» и, затем, в окне подтверждения нажмите «Ent».

Внимание! Данная операция необратима!

Для просмотра нажмите клавишу «F2».

В режиме просмотра для замеров регистрации ЧР можно увидеть схему проведения данного замера, рассчитанные по замеру параметры, а также отобразить зарегистрированные ЧР в виде матриц (см. п.3.3.2.1).

В наименовании конфигурации отображены наименование схемы, дата и время ее создания. На уровне конфигурации доступна операции просмотра (клавиша «F2»).



Рисунок 3.64 Работа с конфигурацией

3.3.4.2 Установка параметров по умолчанию

Выберите этот пункт для удаления всех данных и установок всех параметров в значения по умолчанию.

Внимание! Данная операция необратима!

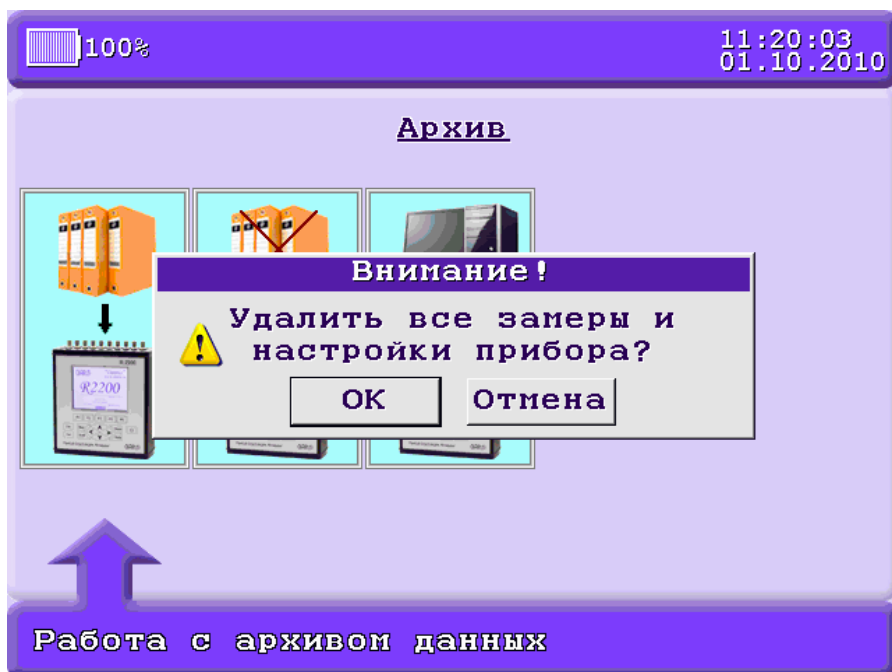


Рисунок 3.65 Сброс параметров в состояние «По умолчанию»

Нажмите «Ent» если Вы действительно хотите удалить все данные.

3.3.4.3 Обновление внутреннего программного обеспечения прибора

Данная функция нужна для обновления версии внутреннего ПО прибора, при помощи присланных производителем файлов. Для обновления необходимо:

1. Подключить прибор к компьютеру по USB.
2. Запустить программу PCLoader.exe
3. Выбрать в приборе пункт обновление прошивки, подтвердить обновление прошивки
4. Нажать кнопку Start в окне программы PCLoader на компьютере. При длительном сообщении Waiting..., нажать Stop и снова Start.

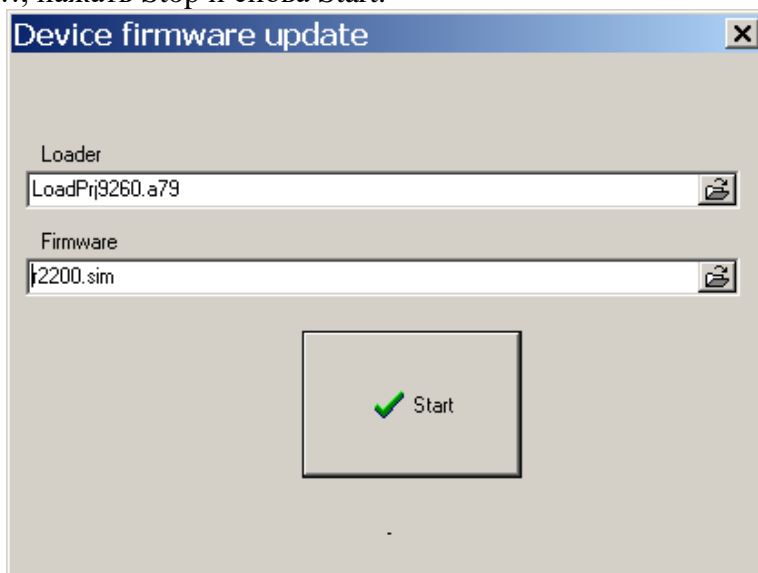


Рисунок 3.66 Обновление программного обеспечения прибора

5. После окончания обновления (в программе PCLoader будет написано «ОК») дождитесь надписи на экране прибора «Обновление прошивки завершено. Выключите прибор». Не отключайте прибор раньше появления этой надписи.

Внимание! ПО InvaPortable может «занимать» USB порт и мешать стартовать процессу обновления прошивки. Перед началом прошивки закройте программу InvaPortable.

3.3.5 Общие настройки прибора

Это окно нужно для установки текущих значений времени и даты прибора, и настройки значений задержки отключения подсветки, самого прибора, а также управления яркостью экрана.

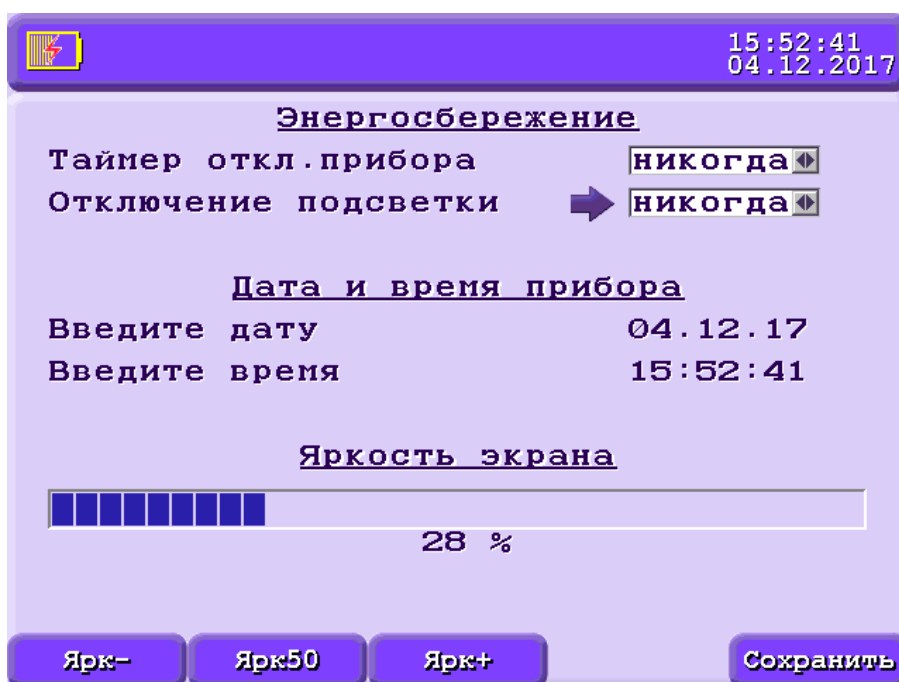


Рисунок 3.67 Ввод времени, даты и задержек


В режиме ожидания команд пользователя прибор может автоматически отключиться, если в течение некоторого времени не нажимать ни одну клавишу. Значения задержки могут принимать следующие значения:

- 5 минут,
- 10 минут,
- 15 минут,
- 20 минут,
- никогда.

Для отключения этой функции выберите – «никогда».

Также прибор может отключать подсветку (в целях экономии заряда аккумулятора), если в течение некоторого времени не нажимать ни одну клавишу, и включать ее, если какая-либо клавиша нажата. Величина выбираемой задержки времени может принимать следующие значения:

- 10 секунд,
- 30 секунд,
- 60 секунд,
- 90 секунд,
- «никогда».

Если выбрана задержка, то подсветка включается любой нажатой клавишей и гаснет через указанное количество секунд после нажатия последней клавиши (кроме «»).

Если выбрано значение «никогда», то подсветка никогда не гаснет сама.

В этом же окне можно подкорректировать значения даты и времени.

Для этого установите курсор напротив вводимого значения.

Кнопки «F1» и «F3» уменьшают или увеличивают яркость экрана. Кнопка «F2» устанавливает яркость «по-умолчанию» - 50%.

4 Программное обеспечение прибора R2200

Для работы с прибором предназначена программа СКИ (Система Контроля Изоляции). Данная программа (СКИ) поставляется в комплекте с прибором. Программа обеспечивает перекачку замеров и настроек приборов контроля состояния изоляции, производства ООО «Димрус», на компьютер с целью дальнейшего хранения, просмотра и анализа. Инструкция по работе с ней находится в отдельном документе.

Здесь приводится часть специфичная для прибора R2200, а именно: конфигурация прибора с компьютера.

4.1 Конфигурация прибора из программы СКИ

Все параметры прибора можно установить с компьютера. Для этого:

1. Установите и запустите программу СКИ;
2. Привяжите в дереве объектов прибор R2200, как описано в инструкции к программе СКИ;
3. Установите соединение между компьютером и прибором;
4. Нажмите правую кнопку мыши на объекте «R2200» и выберите «Импорт конфигурации» из меню прибора (Рис 4.1.). Программа скачает конфигурацию и запустит окно редактирования (Рис. 4.2.);
5. После изменения нужных параметров нажмите кнопку «Записать в прибор». Если сбоя не произойдет, то программа сообщит «Конфигурация сохранена» и закроет окно.

Настраиваемые параметры полностью аналогичны параметрам прибора, и сгруппированы сходным образом (см. п. 3).

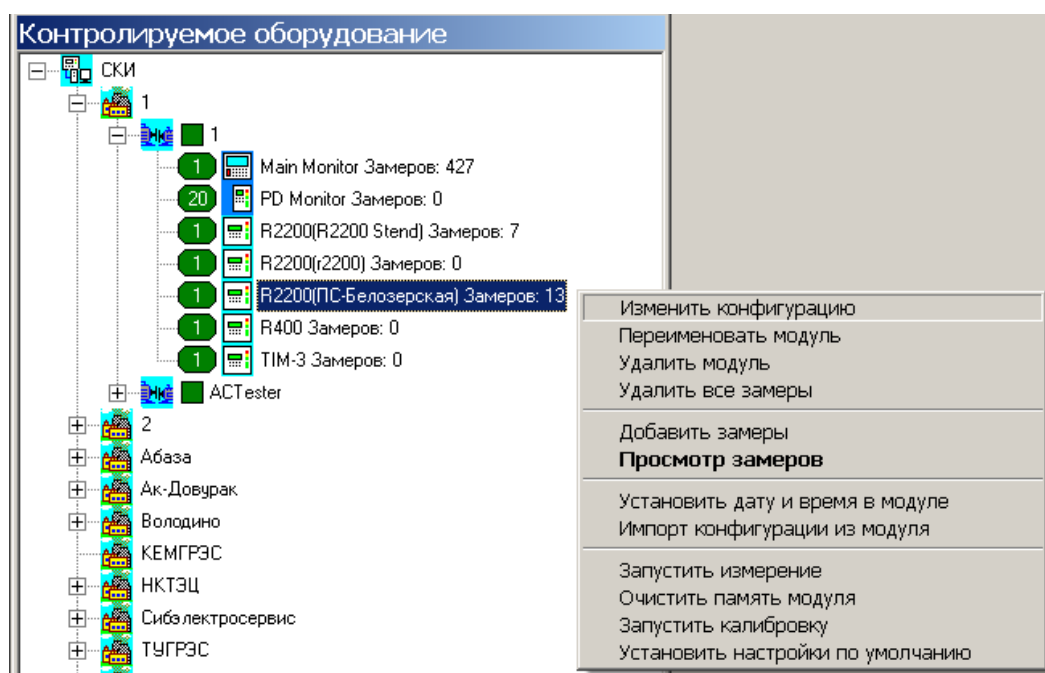


Рисунок 4.1 Просмотр и редактирование конфигурации прибора в СКИ

4.1.1 Окно настройки конфигурации прибора R2200

В окне «Конфигурация прибора» (Рис. 4.2.) параметры разбиты на четыре вкладки:

«Схема измерения» – данная вкладка содержит параметры отдельных каналов;

«Общие параметры измерения» – данная вкладка содержит параметры регистрации общие для всех каналов;

«Дополнительные параметры» – данная вкладка содержит параметры, которые носят информативный характер и не влияют на измерение и расчетные параметры;

«Меню рефлектометра» - данная вкладка дает возможность скорректировать параметры, которые задаются при запуске рефлектометра.

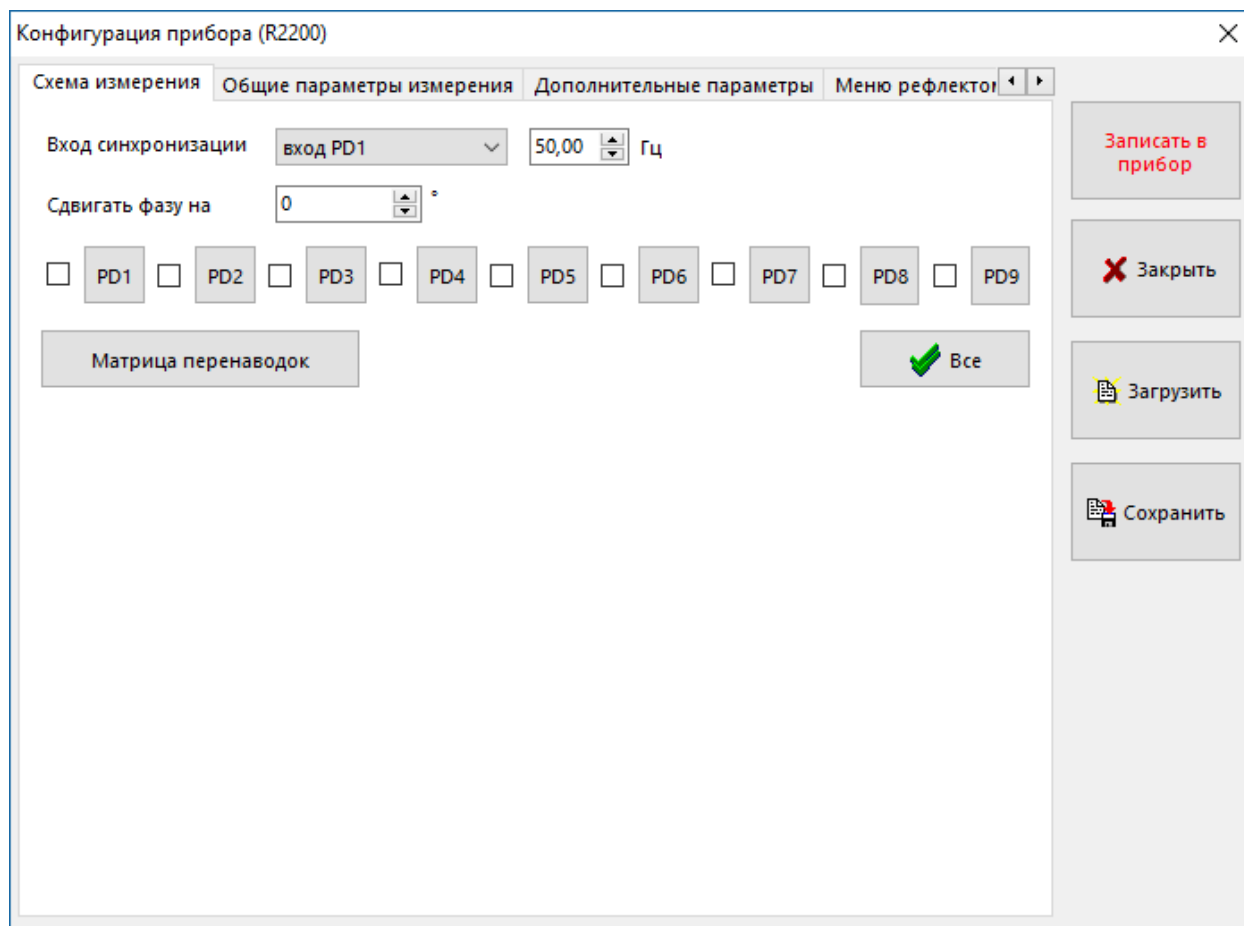


Рисунок 4.2 Просмотр и редактирование конфигурации прибора в СКИ

4.1.2 Вкладка «Схема измерения»

На вкладке «Схема измерения» сгруппированы параметры регистрации по каждому каналу (Рис. 4.3).

В верхних 9 окошках нужно включить галочки у тех каналов, которые будут включены в регистрацию. При нажатии на кнопку с номером канала отобразятся настройки этого канала.

Назначение параметров подробно описано в п.3.3.1.1 «Настройка схемы измерения».

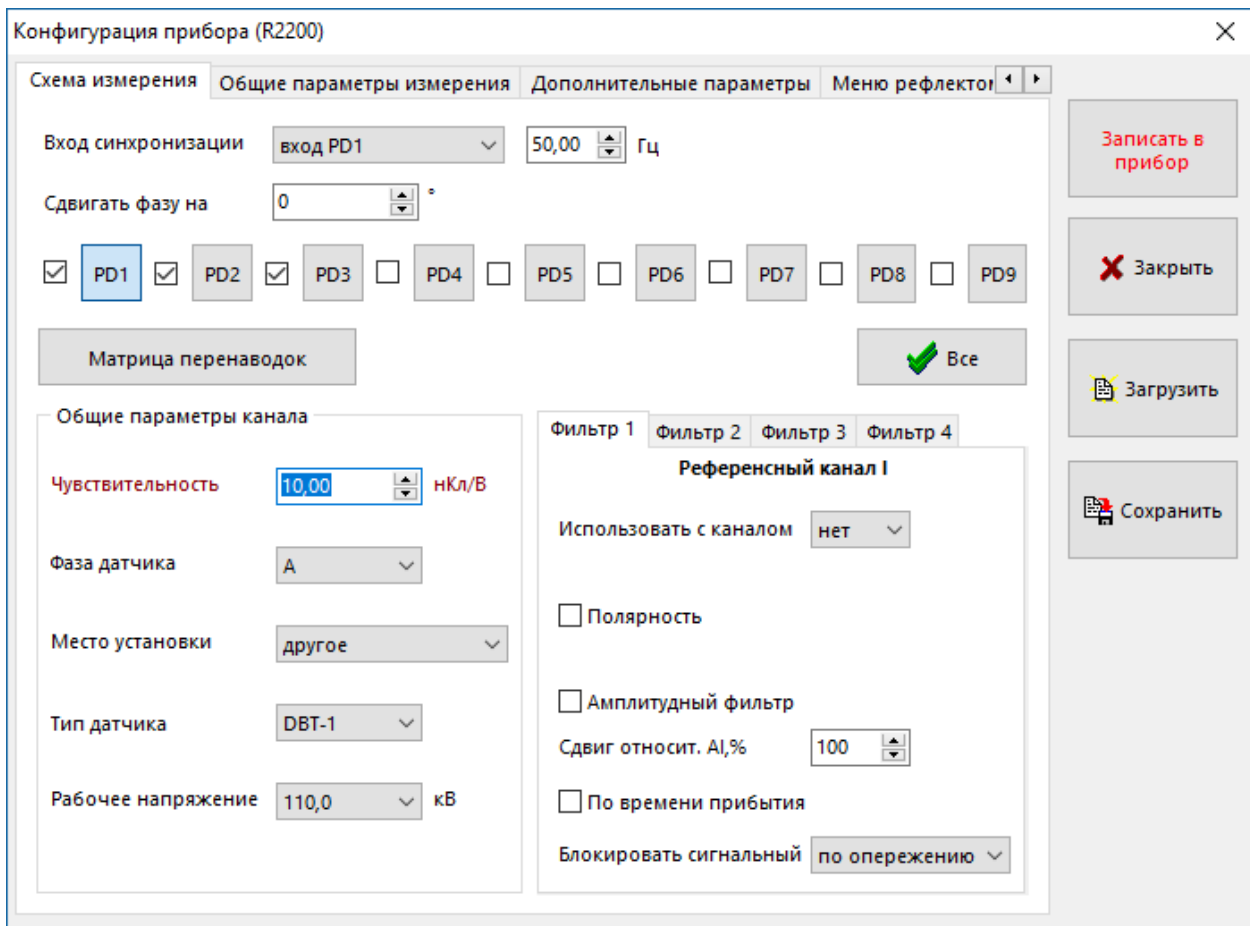


Рисунок 4.3 Вкладка «Регистрация ЧР»

«Синхронизация» – выбор источника синхронизации.

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

В окошке «Сдвигать фазу на» введите общий сдвиг синхронизирующей синусоиды относительно фазы А.

Группа «Общие параметры канала»

«Чувствительность» – задание значение чувствительности канала по умолчанию. Данный параметр определяется при калибровке входных цепей.

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

4.1.3 Вкладка «Общие параметры измерения»

Назначение параметров подробно описано в п.3.3.1.2 «Общие параметры измерения».

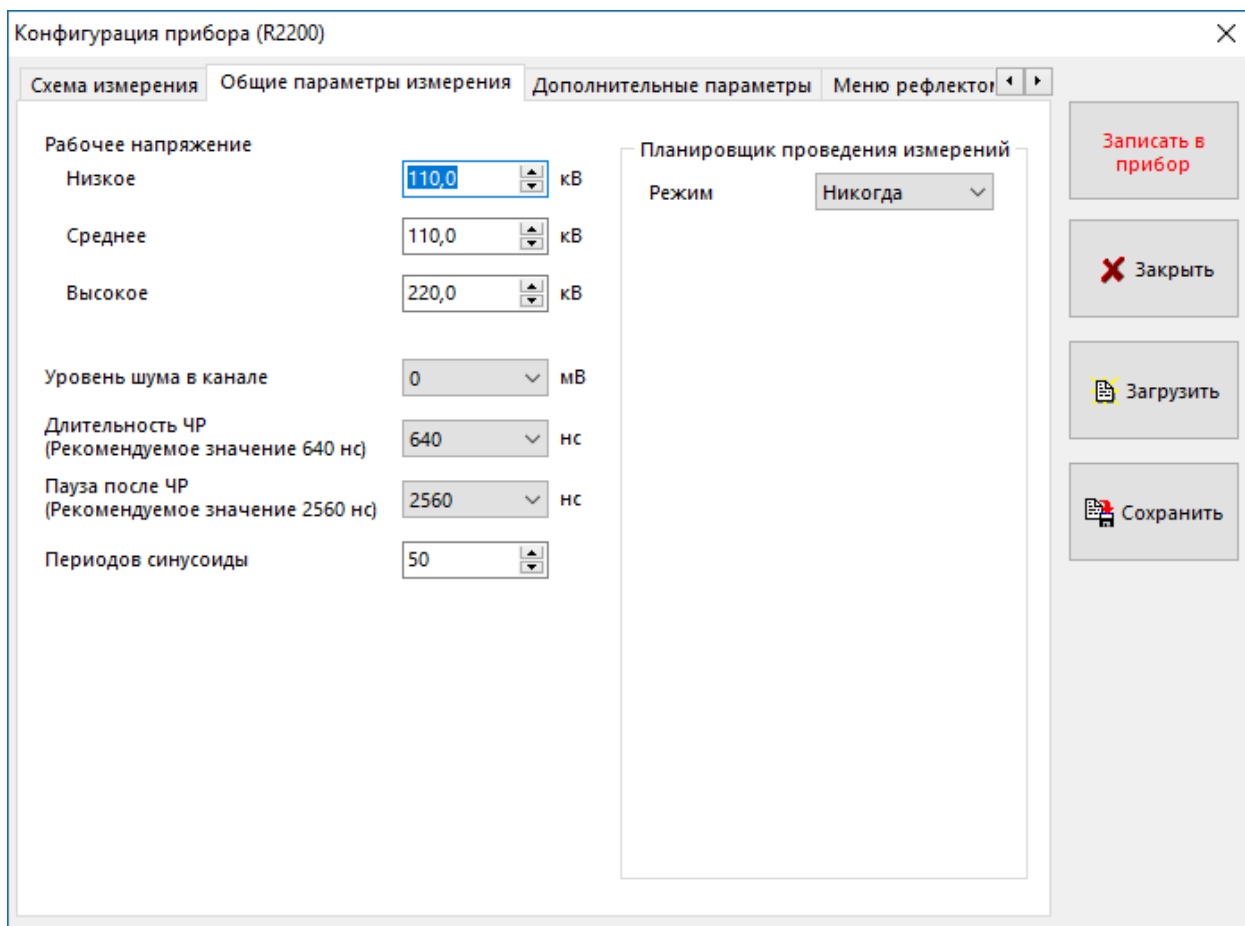


Рисунок 4.4 Просмотр и редактирование конфигурации прибора в СКИ

«Уровень шума в канале» – механизм отсечки нижних «шумовых» амплитудных окон из расчета PDI. Выбирается по результатам предварительных измерений.

«Длительность ЧР» и «Пауза после ЧР» - это ограничения на импульсы, фильтрация по частоте и форме, для трансформаторов оставляем по умолчанию; для кабелей считается, что длительность нужно увеличивать.

«Периодов синусоиды» - это длительность измерения по каждому каналу. Не рекомендуется устанавливать его значительно меньше 50, так как это может привести к недостоверным измерениям.

4.2 Просмотр замеров в программе СКИ

4.2.1 Просмотр замеров

В окне просмотра замеров для прибора R2200, в зависимости от типа замера, может иметься до пяти вкладок:

- Матрицы ЧР.
- Тренд.
- 3D.
- PND – «Спектр ЧР»
- «ТТ-плоскость» (Карта ЧР).
- Рефлектограммы.

Матрицы ЧР

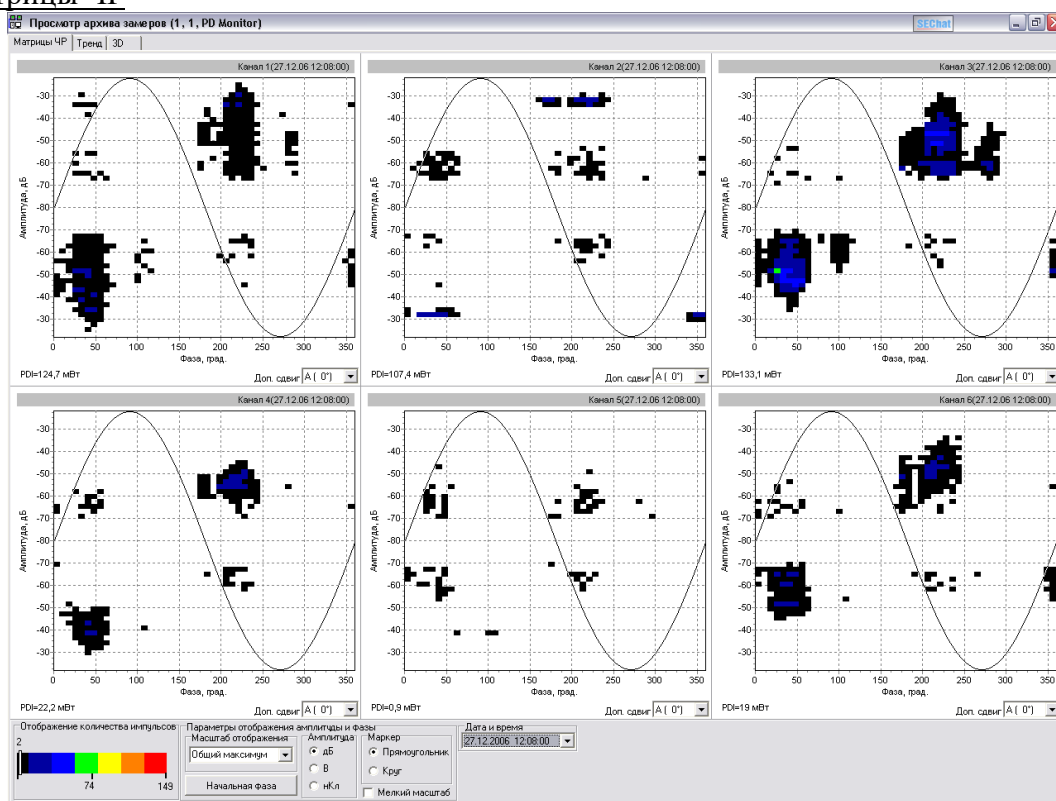


Рисунок 4.5

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 Word, которая должна быть установлена на Вашем компьютере. Из этого же меню можно экспортировать таблицу ЧР в 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.

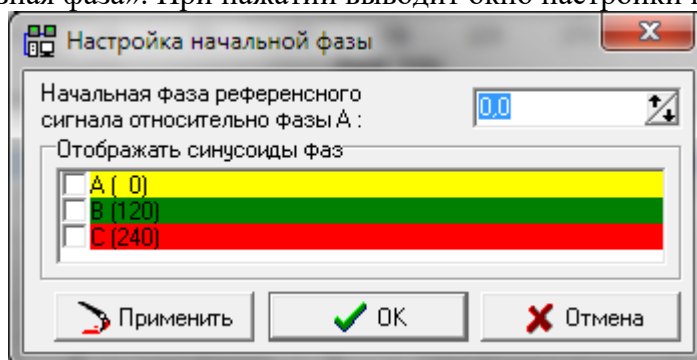


Рисунок 4.6

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 диапозони содержащие матрицы ЧР. Выбранный замер показывается на графиках.

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

Тренд

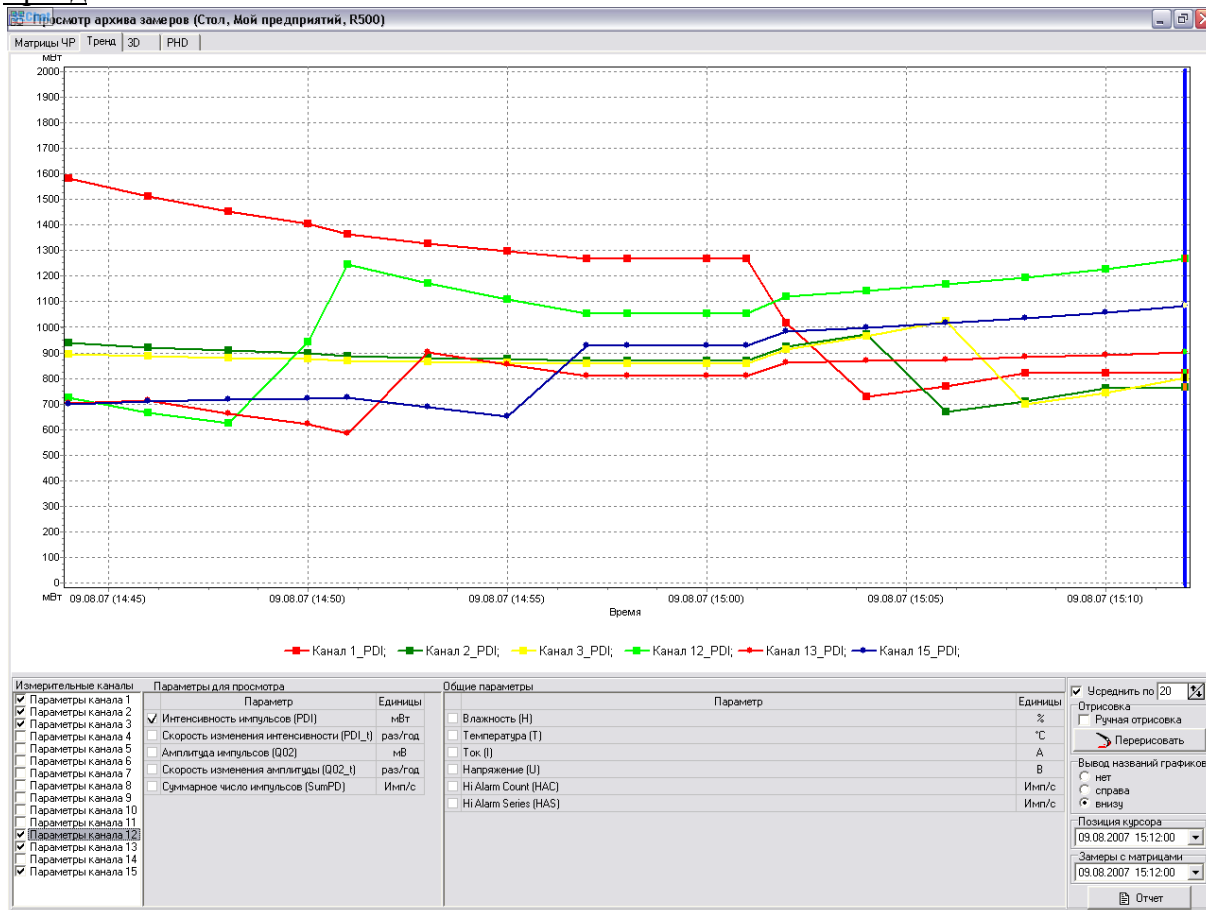


Рисунок 4.7 Тренд паараметров

Эта вкладка содержит двумерные графики зависимости значений измеряемых параметров от времени (Тренд) и распределение параметров по каналам текущего замера (график замера).

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.

«**Замеры с сигналами**»: показывает список замеров – содержащих различные сигналы (акустические, сигналы токов, напряжений, вибрации и т.п.).

«**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 Word.

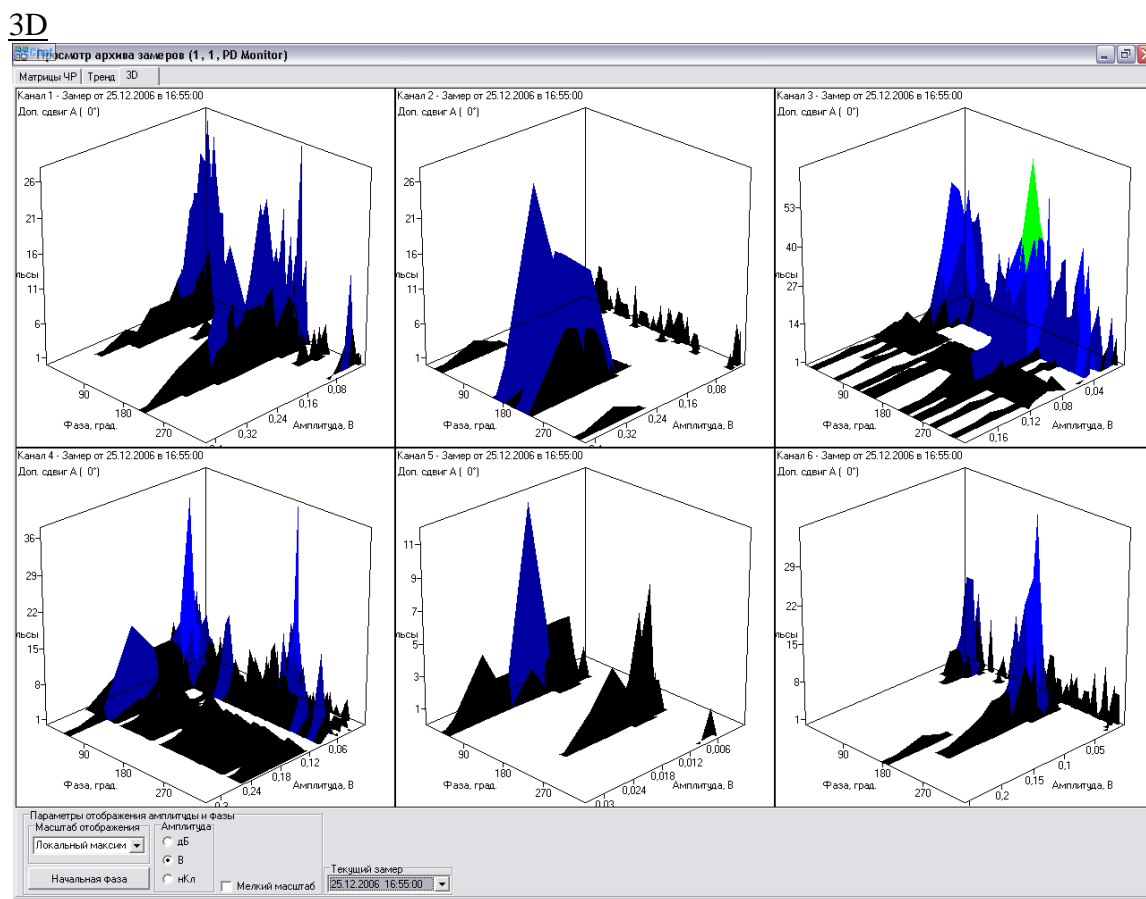


Рисунок 4.8

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.

PHD – «Спектр ЧР»

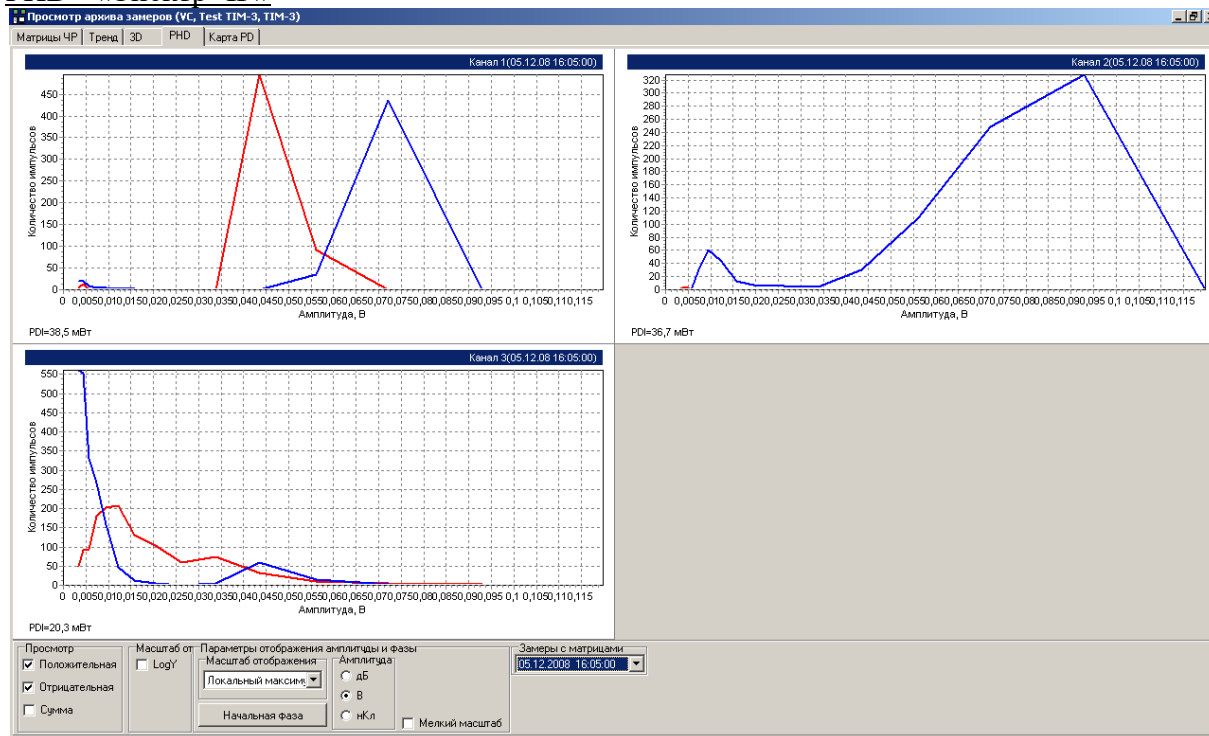


Рисунок 4.9

Эта вкладка содержит амплитудно-количественное распределение импульсов ЧР, которое исторически имеет название «Спектр ЧР».

На вертикальной оси откладывается количество импульсов, а на горизонтальной оси – амплитуда импульсов. На графике хорошо видно распределение импульсов по амплитуде.

Имея определенный опыт анализа распределения импульсов ЧР можно проводить диагностику дефекта, связанного с данным распределением.

Меню включения графика в отчет вызывается правой кнопкой «мыши».

«ТТИ- плоскость» (Карта PD)

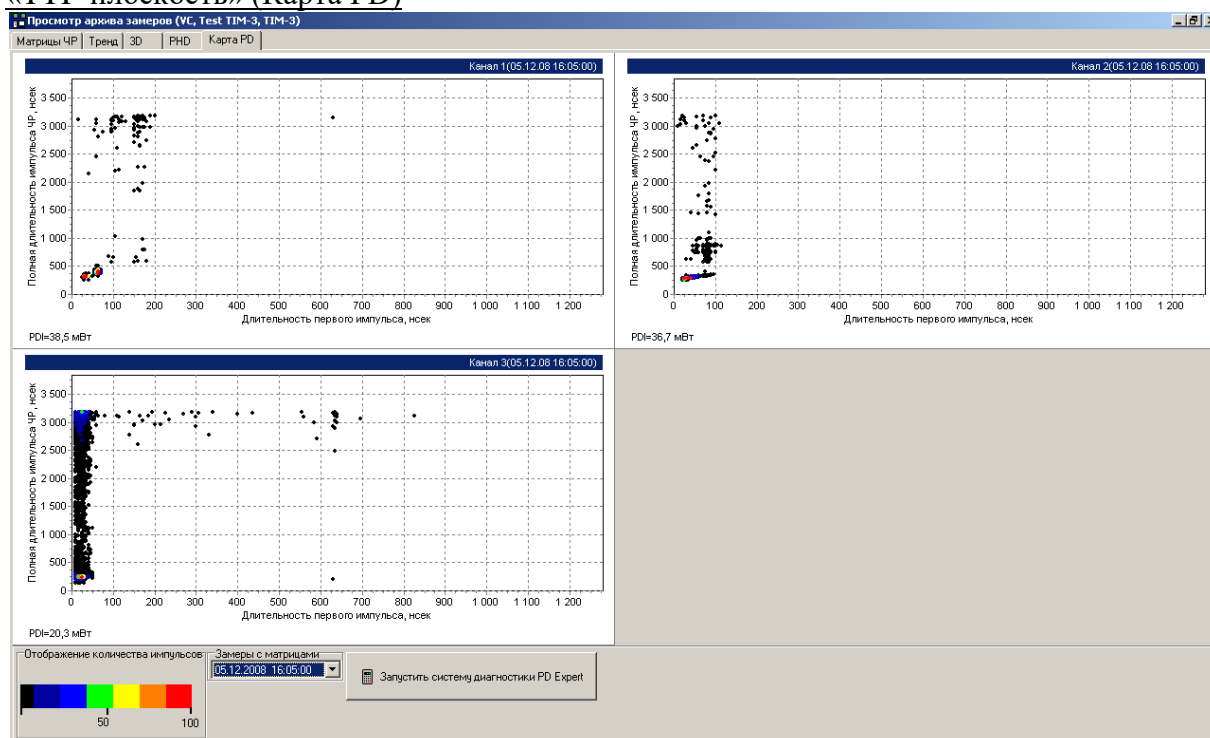


Рисунок 4.10

Данная вкладка отображается только в том случае, если данные ЧР были зарегистрированы прибором, позволяющим измерять длительность первого импульса и всей длительности сигнала ЧР.

Данные параметры связаны с типом дефекта, местом его возникновения, средой и путем распространения импульса. «ТТИ-плоскость» важна для разделения различных типов дефекта, шума. После выделения характерных зон на «ТТИ-плоскость» возможно определения типа дефекта на основе анализа характерного для каждого дефекта амплитудно-фазового распределения импульсов ЧР.

Количество импульсов с определенными параметрами импульсов выделяется цветовой схемой. Шаблон цветовой схемы отображается в левом нижнем углу окна.

При наведении «мыши» на любой элемент «ТТИ-плоскости» отображаются данные по длительности, частоте импульсов ЧР и их количеству (N).

«ТФ-плоскость» может быть включена в отчет, вызовом всплывающего, по правой кнопке мыши меню.

Наиболее важную роль «ТТИ-плоскость» имеет для диагностики дефектов, связанных с ЧР. Для диагностики дефектов в программу включена система «PD-Expert». Вызов системы происходит нажатием кнопки «Запустить систему диагностики «PD-Expert». Более подробно работа системы «PD-Expert» описана в пункте 3 данного руководства.

4.3 Экспертная система диагностики на основе анализа распределения частичных разрядов «PD-Expert»

4.3.1 Понятие ЧР и диагностические параметры

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

Все стандарты по ЧР базируются на понятии «кажущийся заряд». Под «кажущимся» зарядом понимают такой заряд, который необходимо дополнительно и мгновенно «впрыснуть» в контролируемое оборудование, чтобы восстановить равновесие, нарушенное возникновением «внутреннего» 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.

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, в основных понятиях они совпадают.

Ток ЧР. 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.

Мощность ЧР. Энергия, которая дополнительно вводится в оборудование (из-за) единичного ЧР, равна заряду импульса, умноженному на мгновенное напряжение на объекте. Если просуммировать энергию импульсов получим полную энергию импульсов ЧР. Если полную энергию поделить на полное время суммирования, то получим мощность ЧР.

Формула:

$$P = \frac{1}{T} \times \sum_{i=1}^m Q_i \times V_i,$$

где P – мощность разрядов, W;

T – время наблюдения, с;

m – число обнаруженных импульсов за время T ;

$Q_i V_i$ – энергия i -го импульса.

Проблемы с расчетом могут возникнуть, если прибор ЧР зарегистрировал 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 этом параметре 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, чтобы корректно оценить уровень и строить тренд. Параметр PDI является одним из основных, используемых для оценки интенсивности ЧР в контролируемом объекте и диагностике.

Амплитуда импульсов ЧР. В качестве амплитуды импульсов используется не просто «максимальный измеренный заряд», а «амплитуда наибольшего повторяющегося разряда при наблюдении постоянных разрядов». Следовательно, этот термин не предусматривает анализ отдельных выбросов. Чтобы сделать это определение более конкретным, в американском стандарте учитываются только те 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 пять 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 **Q02**. Этот параметр не зависит от частоты сети - 50 и 60 Герц.

Количество импульсов ЧР. Этот параметр так же используется для анализа и диагностики ЧР. Для универсальности, количество импульсов, зарегистрированных прибором, приводится к секунде. Этот параметр не зависит от частоты сети - 50 и 60 Герц.

4.3.2 Типовое распределение ЧР на амплитудно-фазовой плоскости для различного типа дефектов

Важнейшей задачей диагностики состояния изоляции по параметрам частичных разрядов является определение возможного типа дефекта, возникшего в изоляции, а в идеале и локализовать и место его возникновения.

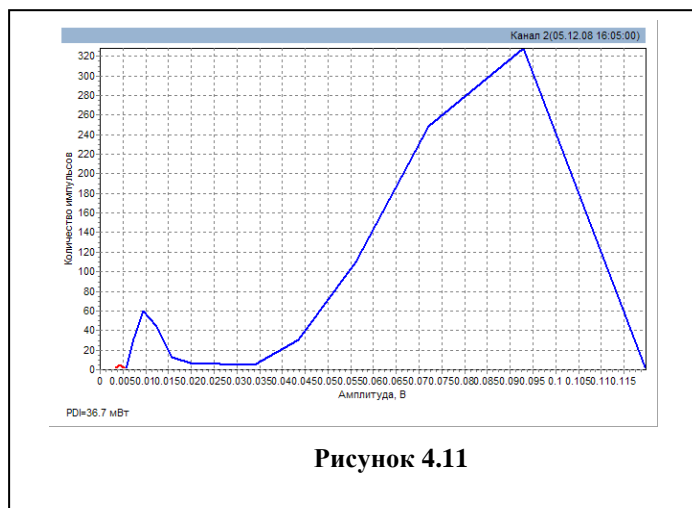


Рисунок 4.11

Традиционно, диагностика ведется тремя методами.

Первый – анализ амплитудно-частотного распределения импульсов.

По своему первичному определению амплитудно - частотное распределение импульсов должно показывать, какое количество импульсов данной амплитуды было зарегистрировано в процессе проведения измерений частичных разрядов. Пример такого амплитудно - частотного распределения импульсов приведен на графике. По горизонтальной оси графика отложены значения кажущихся зарядов зарегистри-

рованных импульсов (или амплитуды импульсов в милливольтках), а по вертикальной оси отложены количество импульсов.

Наличие в этом наименовании графика термина «частотное распределение» никак не связано с частотными свойствами зарегистрированных самих импульсов частичных разрядов. Термин «частотное распределение» используется здесь как параметр, показывающий некоторую количественную сторону результатов, а именно количество импульсов частичных разрядов.

Проведение анализа данным методом сложная процедура, требующая большого опыта и высокой квалификации специалистов.

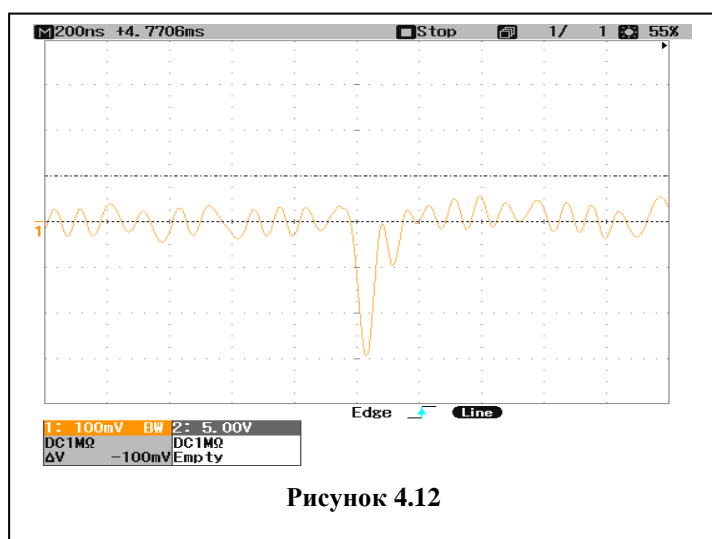


Рисунок 4.12

Второй - анализ параметров отдельных импульсов частичных разрядов. В них анализируются амплитудные и частотные параметры зарегистрированных импульсов. Основное назначение данного метода – повышение достоверности проводимых измерений за счет более эффективной отстройки от помех. Определение типа дефекта таким методом возможно только при наличии «базы» дефектов, которая будет привязана к конкретному измерительному прибору и датчику.

Третий метод базируется на анализе амплитудного и амплитудно-фазового распределения зарегистрированных импульсов частичных разрядов. Целью этого метода является определение типов имеющихся дефектов.

Различные типы дефектов в изоляции имеют «характерное» распределение импульсов. Для примера приведем несколько характерных распределений:

1. Коронный разряд в воздухе.

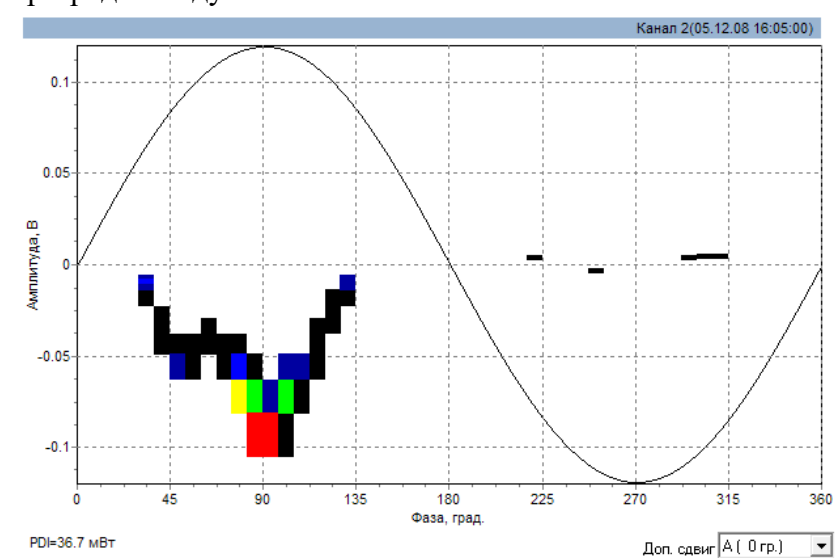


Рисунок 4.13

2. Плавающий потенциал.

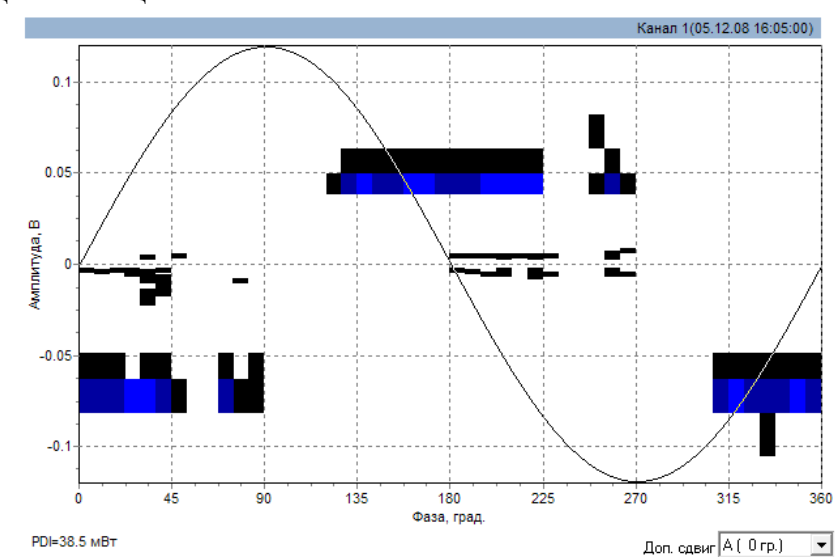


Рисунок 4.14

3. ЧР в изоляции.

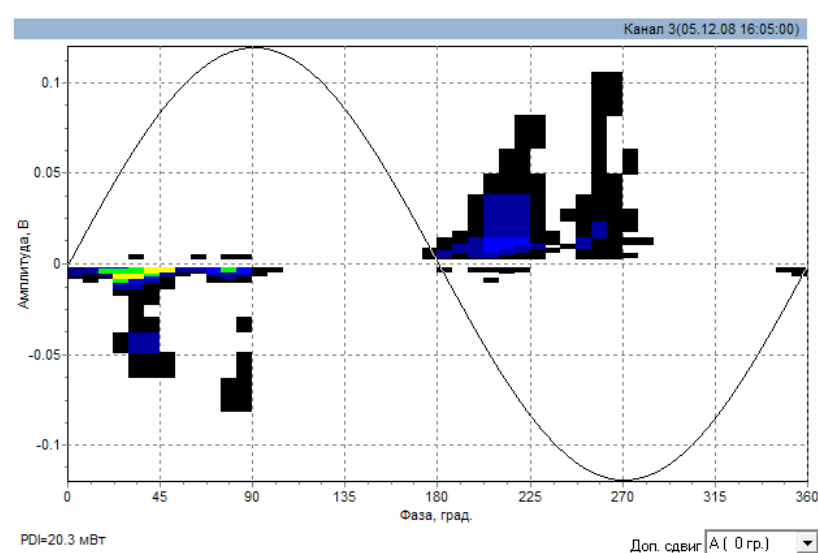


Рисунок 4.15

Данные типы дефектов зарегистрированы на специально изготовленном имитаторе. При реальном измерении ЧР несколько дефектов и шум могут накладываться друг на друга.

Амплитудно-фазовое распределение импульсов

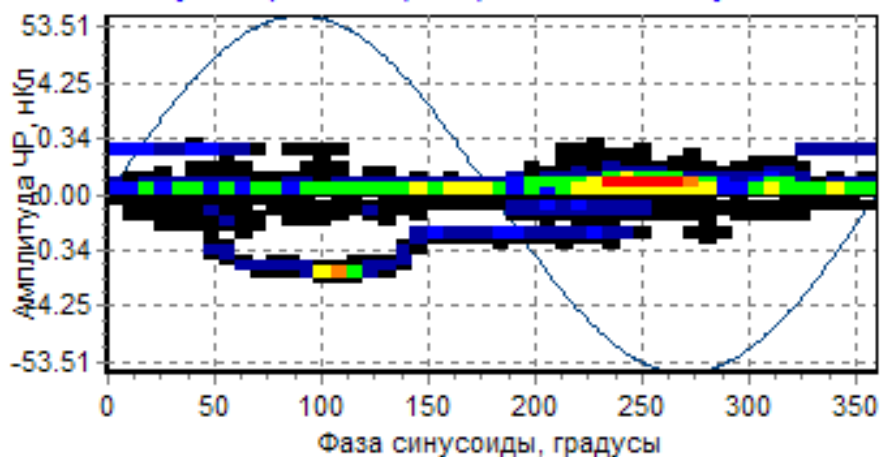


Рисунок 4.16

Это является основной сложностью определения типа дефекта.

4.3.3 Разделение различных источников ЧР при помощи «ТТІ плоскости»

Наиболее эффективным способом диагностики дефектов изоляции, связанных с ЧР является комбинация 2-х методов: анализ параметров отдельных импульсов и амплитудно-фазового распределения импульсов частичных разрядов.

Основными частотными свойствами импульсов можно считать два параметра:

1. Время (частота) первого импульса (T1). Частоту импульса можно определять, следуя классической теории, по полному периоду колебания, а можно только по первой волне импульса, используя удвоенное значение длительности этой полуволны. При этом легко можно получить частоту импульса, различающуюся на 50%. Это объясняется тем, что частотные свойства импульса, на первой полуволне, а особенно на переднем фронте, существенно изменяются. Данное обстоятельство вносит в анализ частотных свойств импульсов частичных разрядов определенный субъективизм, но не оказывает существенного влияния

на диагностические возможности этого метода. Основное – применять одинаковые правила к определению частотных свойств импульсов частичных разрядов.

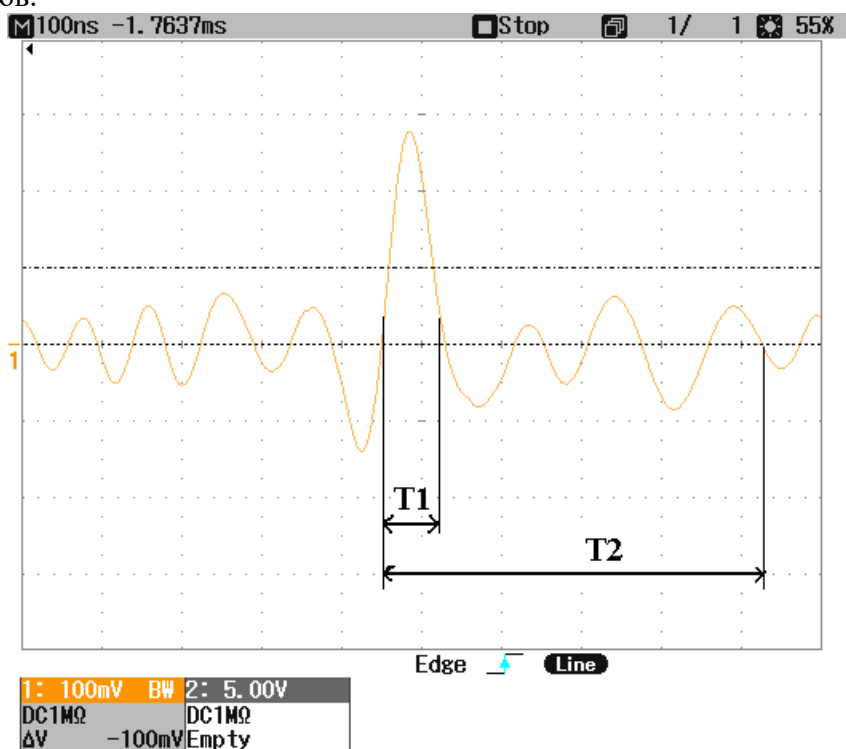


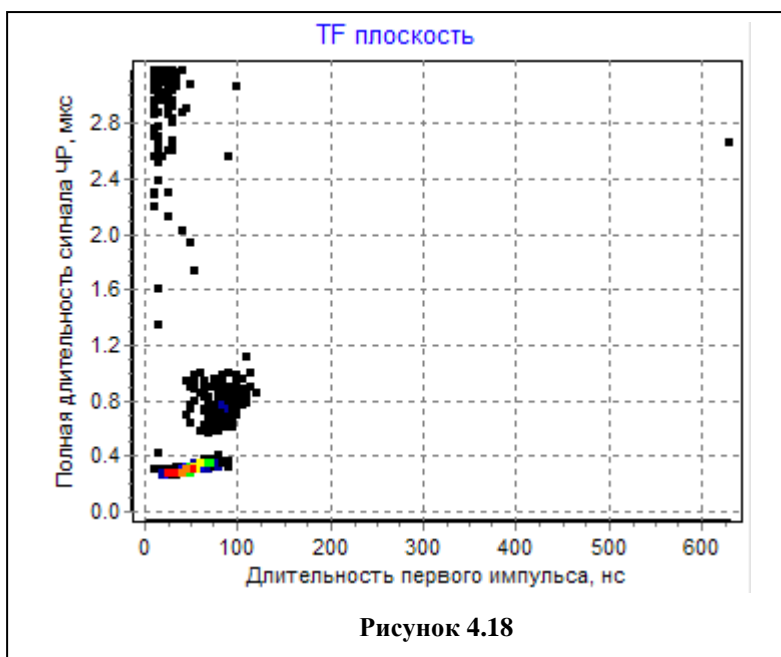
Рисунок 4.17

2. Время затухания импульса ЧР (T_2). Этот параметр показывает, как долго длится реакция контролируемого объекта на возникший в изоляции импульс частичного разряда. Временной интервал от начала, и до завершения импульса, также может определяться несколькими методами. Чаще всего используется некоторое значение коэффициента затухания, например, 0,1 или 0,05. При колебательном уменьшении контролируется амплитуды импульсов. При снижении амплитуды до такого уровня, относительно амплитуды первого импульса, сигнал частичного разряда считается затухшим.

Данные параметры связаны с типом дефекта, местом его возникновения, средой и путем распространения импульса.

На этапе регистрации импульсов практическая ценность этих параметров не столь значительна. Необходимо «набрать» некоторое количество статистической информации, объем которой будет достаточен для обобщения свойств импульсов. Максимально эффективно частотные свойства импульсов можно использовать на этапе анализа распределения импульсов.

Для обобщения свойств импульса, вне зависимости от их амплитуды, удобнее всего разместить на условной плоскости. Осями координат этой плоскости будут: по оси Y - длительность, для каждого импульса, а по оси X будем откладывать частоту импульсов. Для удобства анализа и практического применения данного диагностического метода назовем это условную плоскость «время - частотной» плоскостью, или «TF плоскостью» (Times Frequency map) плоскостью.



Импульсы одной природы и места возникновения, будут сосредоточены на TF плоскости в одной локальной зоне. Импульсы другой природы и места возникновения, как и импульсы помех, будут сосредотачиваться в других зонах.

Для более полного анализа нескольких параметров частичных разрядов можно перейти, от двухмерной TF плоскости, к трехмерной, введя, дополнительно, в рассмотрение амплитуды импульсов, откладывая их по оси Z. В этом случае можно говорить уже о «TFA» диаграммах (Times Frequency Amplitude).

Эти диаграммы позволяют еще более эффективно разделять зарегистрированные импульсы частичных разрядов по природе и месту их возникновения, отделять их от помех.

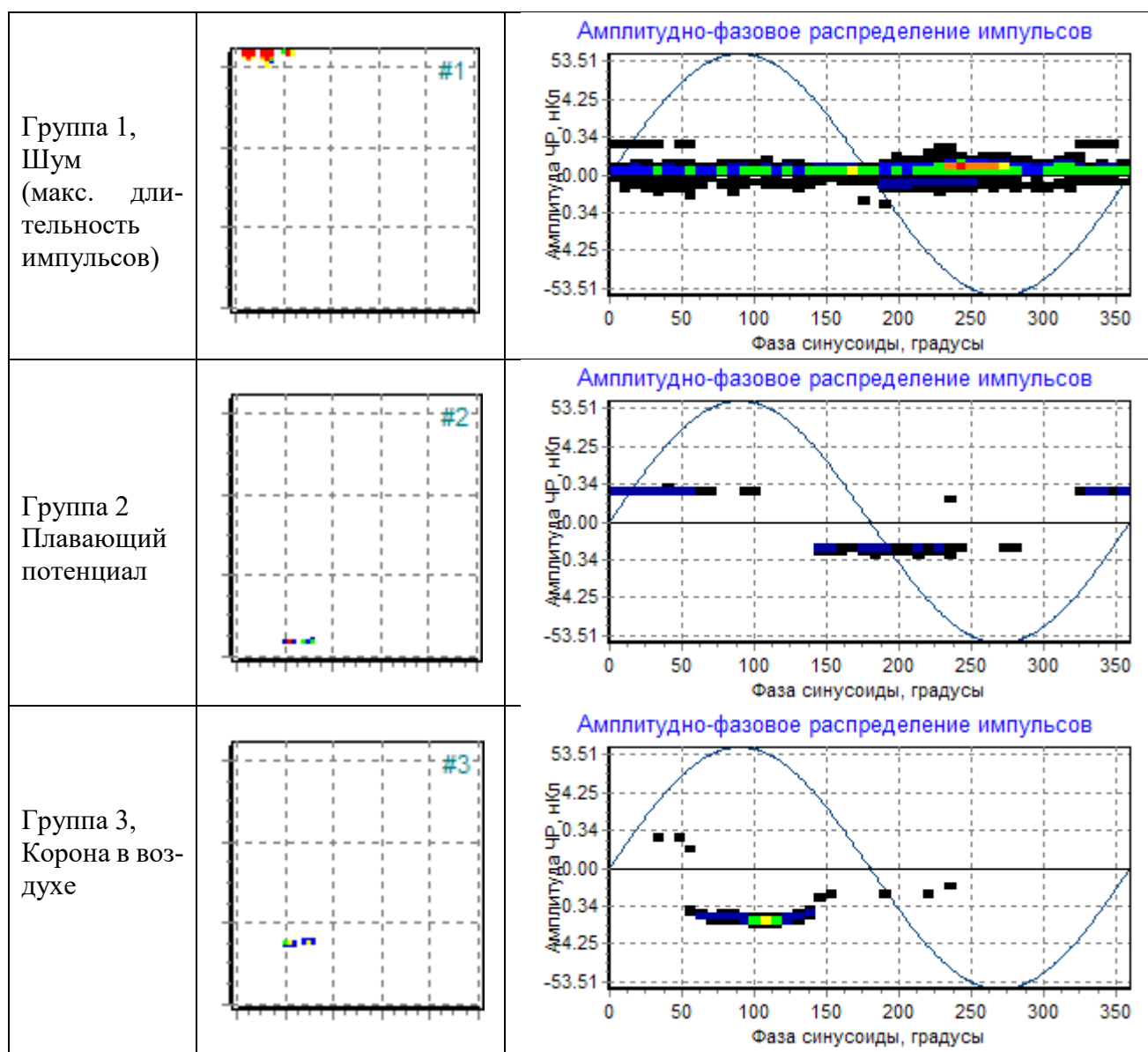
Выделение отдельных групп импульсов с близкими параметрами и анализ каждой группы в отдельности на амплитудно-фазовом распределении позволяет:

- эффективно отделять различные виды дефекта и шум;
- проводить анализ каждой группы импульсов;
- рассчитывать мощность каждой группы и вклад каждого дефекта;
- проводить «ранжирование» дефектов по степени опасности.

Пример разбиения зарегистрированных импульсов ЧР по параметрам и диагностика дефектов.

Таблица 4.1

	TF плоскость	Амплитудно-фазовое распределение
Исходные импульсы ЧР		



4.3.4 Понятие диагностического правила

Диагностическое правило – набор параметров амплитудно-фазового распределения импульсов и условий для этого параметра однозначно описывающий конкретный тип дефекта или помехи.

При выполнении всех условий правила рассчитывается достоверность, с которой правило выполняется и мощность дефекта.

4.3.5 «Центр мощности» импульсов ЧР

Кроме стандартных параметров ЧР – амплитуда (Q02), мощность (PDI), количество импульсов (N) ЧР нами было введено понятие «центра мощности» группы импульсов (PC).

«Центром мощности» группы импульсов называется точка на амплитудно-фазовой плоскости. Относительно данной точки слева и справа на фазовом распределении суммарная мощность импульсов равна. Аналогично сверху и снизу суммарная мощность импульсов равна. Данную точку можно сравнить с центром масс в физике.

Примеры расчета «центра мощности» для различного амплитудно-фазового распределения импульсов. «Центр мощности» на примерах отмечен синей точкой для отрицательных и красной – для положительных импульсов ЧР:

1. ЧР в изоляции

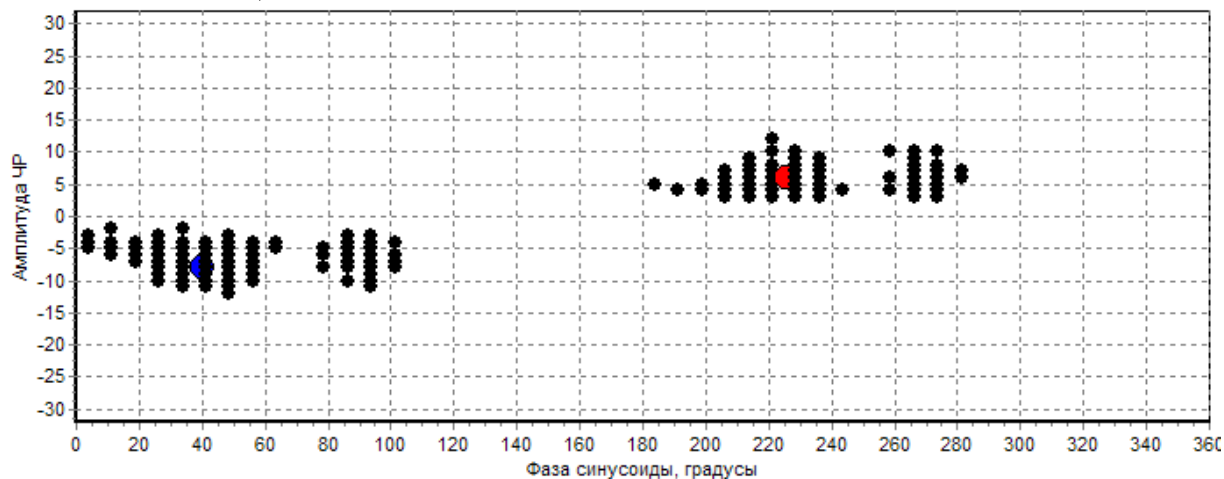


Рисунок 4.19

2. ЧР у высоковольтного электрода.

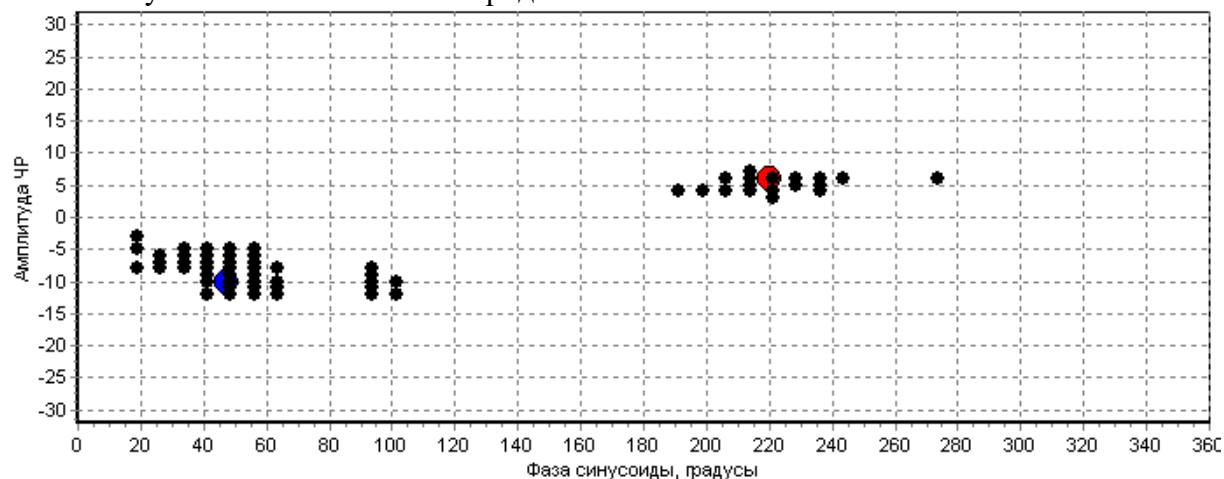


Рисунок 4.20

3. Коронные разряды

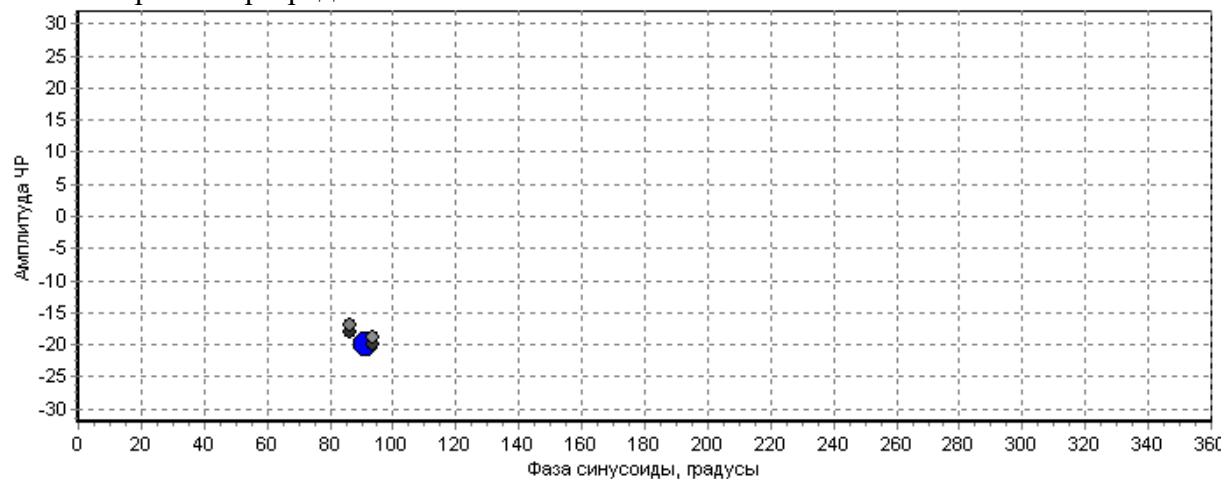


Рисунок 4.21

Центр мощности имеет 2 координаты: амплитуда центра мощности (Y) и фаза центра мощности (X). Использование параметра «центра мощности» в условиях диагностических правил позволяет просто и точно разделить виды дефектов, различающиеся по фазе

проявления. Что не всегда однозначно, при использовании максимальной амплитуды импульсов.

Например, ЧР в изоляции относительно земли имеют максимум вблизи 45 градусов на положительной полуволне и 225 градусов на отрицательной. Межфазные ЧР в изоляции имеют максимум вблизи 15 (75 в зависимости от сочетания фаз) градусов на положительной полуволне и 195 (155 в зависимости от сочетания фаз) градусов на отрицательной полуволне испытательного напряжения. «Центр мощности» является интегральным параметром, использование, которого вместо фазы импульсов с максимальной амплитудой позволяет исключить учет случайных импульсов (помех) и значительно повысить достоверность диагностики.

4.3.6 Составление диагностического правила

Для описания диагностического правила и ведения архива правил в программе создан специальный инструмент. Вызов осуществляется из меню программы выбором пункта «Редактирование диагностических правил».

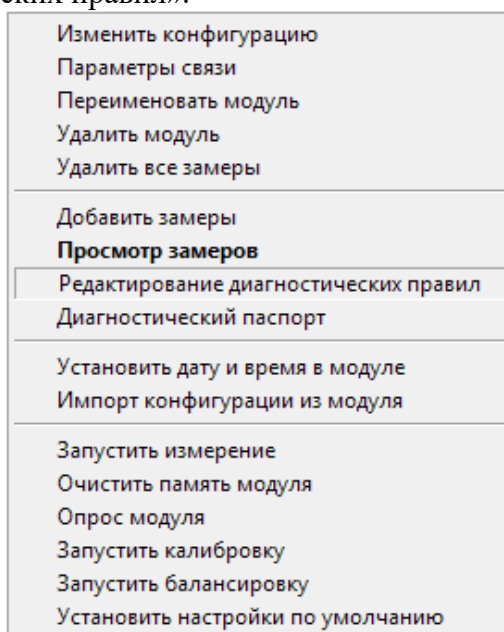


Рисунок 4.22

Следующий шаг – выбор правила для редактирования (кнопка «Выбор») или создания нового (кнопка «Создать»).

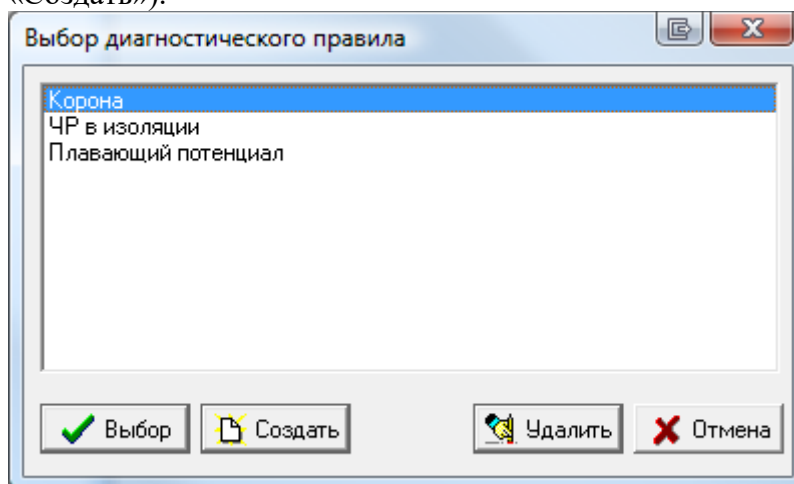


Рисунок 4.23

Так же в данном окне можно удалить ошибочно созданное диагностическое правило. Окно создания (редактирования) диагностического правила имеет следующие поля:

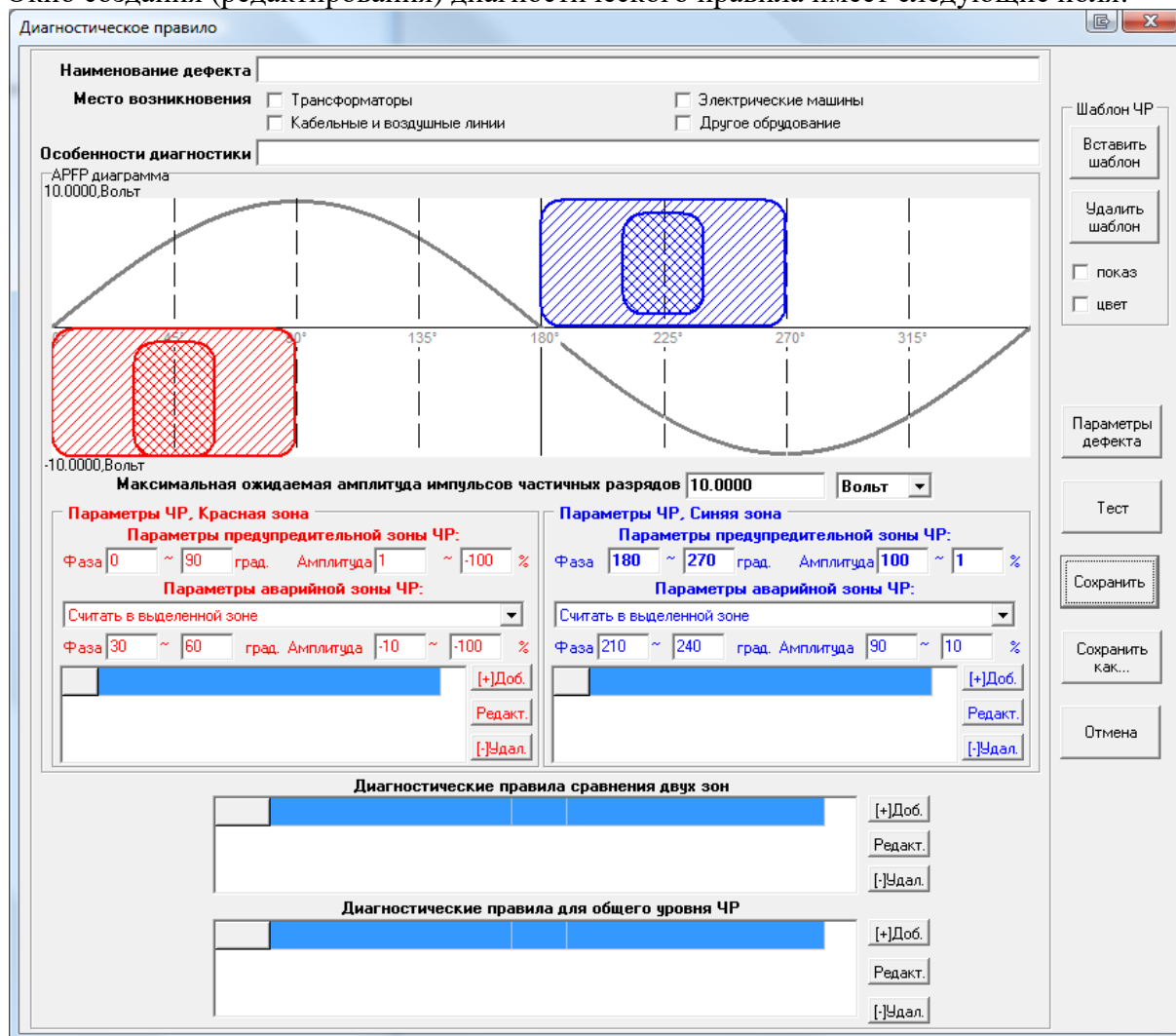


Рисунок 4.24

Наименование дефекта. В данное поле вводится наименование, которое будет выводиться в отчете, при выполнении всех условий данного правила.

Место возникновения. Тип оборудования, для которого будет возможность применять данное правило. Необходимо отметить один или несколько типов оборудования из предложенных: трансформаторы, кабельные или воздушные линии, электрические машины или другое высоковольтное оборудование.

АФФР (амплитудно-фазовая) диаграмма. Данный шаблон амплитудно-фазовой диаграммы позволяет выбрать 2 зоны ЧР параметры которых будут использоваться в диагностическом правиле. Каждая зона для удобства имеет свой цвет – красная и синяя. Удобнее всего использовать красную зону для описания импульсов на положительной полуволне питающего напряжения, синюю зону – для импульсов на отрицательной полуволне.

Изменение параметров тревожной зоны возможно при помощи «мыши», зажав левую кнопку мыши на границе зоны и перетаскивая эту границу или задавая параметры непосредственно в поле описания параметров соответствующей зоны ЧР.

Наибольшая по площади красная или синяя зона называется – предупредительной. Она предназначена для определения амплитудных и фазовых границ импульсов, параметры которых будут участвовать в описании правила. Все импульсы за границами этих зон – игнорируются.

Каждая тревожная зона имеет внутри себя еще одну зону, называемую «аварийной». Аварийная зона описывает наиболее характерную зону для данного правила, например, зону с максимальной интенсивностью или амплитудой ЧР.

Изменение параметров аварийной аналогично параметрам тревожной, но кроме задания параметров зоны в виде конкретных значений, есть возможность задать относительные значения, относительно рассчитанного для каждого конкретного случая «центра мощности». Выбор относительного типа аварийной зоны производится с помощью выбора параметра «Считать в зоне вокруг «Центра мощности»».

Максимальная ожидаемая амплитуда импульсов ЧР. Данный параметр определяет максимальную ожидаемую амплитуду для данного типа дефекта. Эта амплитуда будет считаться максимальным порогом (100%), выше которого импульсы анализироваться не будут. Порог можно задавать в Вольтах или нКл.

Не рекомендуется задавать очень большое значение порога («с большим запасом»), т.к. анализ импульсов малой амплитуды будет затруднен, хотя они хорошо видны на при использовании логарифмической шкалы.

Параметры ЧР (красная и синяя зоны). Данные параметры определяют размеры предупредительной и аварийной зон, а также задают условия для каждой из этих зон.

Размеры зон изменяются при помощи «мыши» или явным заданием значений в поле ввода.

Добавить, Редактировать или удалить условия можно с помощью соответствующих кнопок управления (см. 3.6.1).

Диагностические правила сравнения 2-х зон. Данные правила задают условия, по которым сравниваются 2 зоны. Сравнение может быть по амплитуде, мощности, количеству импульсов, центру мощности и т.д. Добавить, Редактировать или Удалить условия можно с помощью соответствующих кнопок управления (см. 3.6.2).

Диагностические правила для общего ЧР. Данные правила задают условия, по которым каждая из зон сравнивается со всеми импульсами в группе или со всеми зарегистрированными импульсами. Добавить, Редактировать или Удалить условия можно с помощью соответствующих кнопок управления (см. 3.6.3).

Использование шаблона ЧР для формирования правила

На амплитудно-фазовую диаграмму правила может быть наложен шаблон реальных, измеренных ЧР и программы СКИ или любой шаблон из файла с расширением bmp.

Исходная диаграмма без шаблона ЧР.

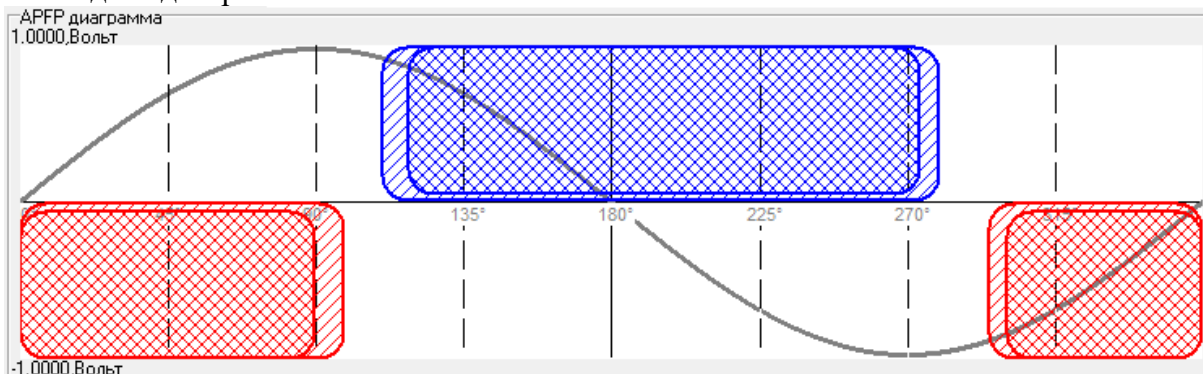


Рисунок 4.25

Для использования шаблона из программы СКИ в режиме просмотра амплитудно-фазовой диаграммы нажмите правую кнопку «мыши» и в меню выберите пункт «Копировать для шаблона». Распределение ЧР будет скопировано в буфер обмена для последующей возможности вставить как шаблон в правило.

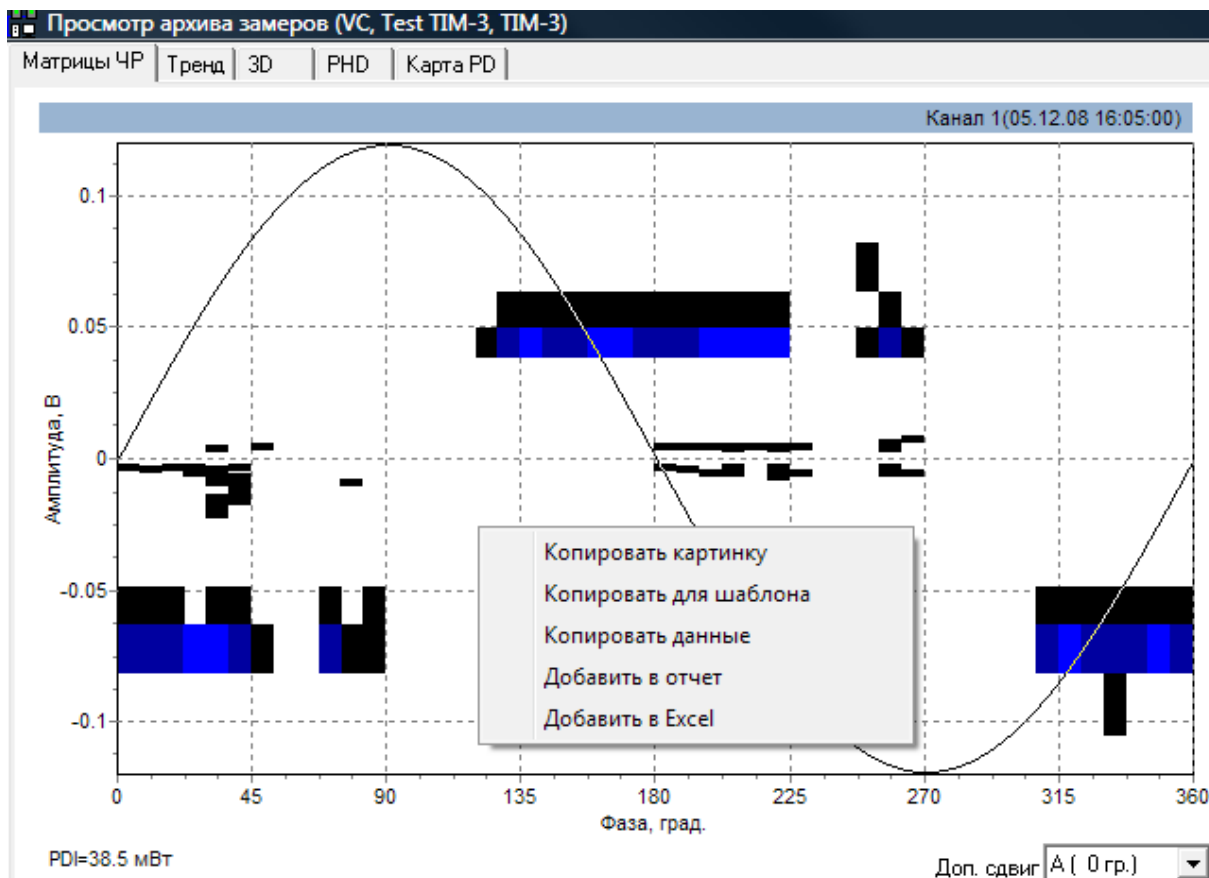


Рисунок 4.26

Для использования в качестве шаблона любого другого изображения с расширением BMP, откройте его в любом графическом редакторе и скопируйте в буфер обмена Windows.

Чтобы использовать картинку в качестве шаблона используйте меню «Шаблон ЧР» в правом верхнем углу окна формирования правила.

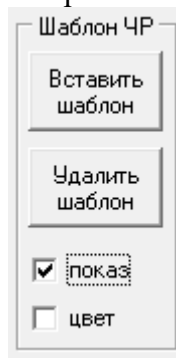


Рисунок 4.27

Нажмите «Вставить шаблон» для использования подготовлено картинки.

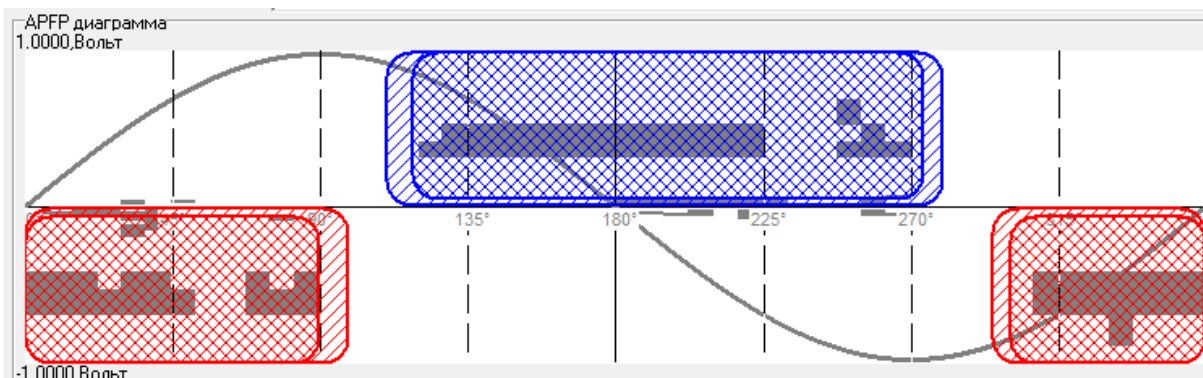


Рисунок 4.28

Шаблон отображается только при выделенном пункте меню «показ».

При выделении пункта меню «цвет», шаблон отображается в исходном цвете.

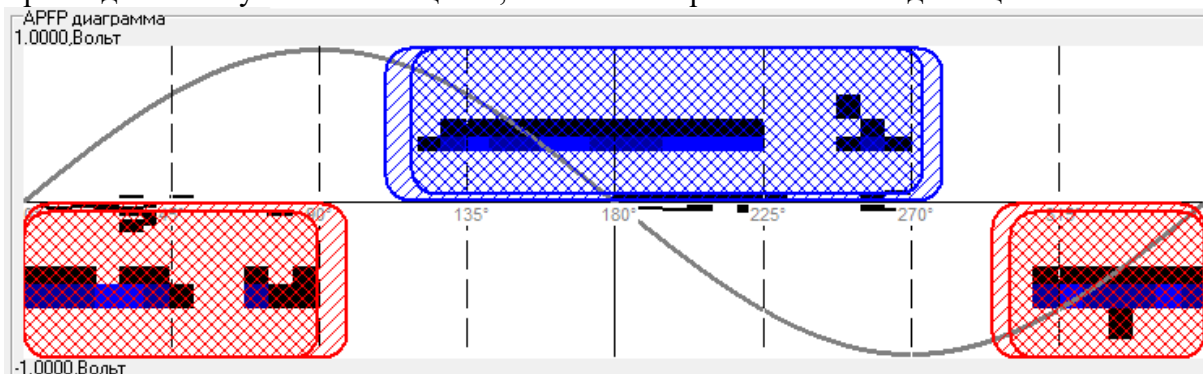


Рисунок 4.29

Задание условий правила для выбранных зон

Выбрав добавить новое или редактировать выделенное условие для зоны, открывается окно задания условия (на примере красной зоны):

Рисунок 4.30

В этом окне формируется строка условия выбором следующих параметров:

1. Открывающая скобка. Позволяет объединить несколько условий в одно общее (сгруппировать условия).
2. Параметр ЧР. Выбирается параметр ЧР и зона (аварийная или тревожная), который предполагается использовать в сравнении с другим параметром или

«конкретным» числом. Параметром может быть: «-[PDI]предупр.» - мощность предупредительной зоны; «[Q02]предупр.» - амплитуда предупредительной зоны; «[N]предупр.» - количество импульсов предупредительной зоны; «[PC] Ампл. Пред.» - амплитуда «центра мощности» предупредительной зоны; «[PC] Фаза. Пред.» - фаза «центра мощности» предупредительной зоны и аналогичные параметры для аварийной зоны.

3. Арифметическое действие. «*» - умножить, «/» - разделить, «+» - прибавить, «-» - вычесть. Выбранное действие будет производиться с числом, заданным в поле «Коэффициент».
4. Коэффициент. Число с которым выполняется выбранное в предыдущем пункте действие.
5. Условие. «>» - больше, «<» - меньше, «>=» - больше или равно, «<=» - меньше или равно, «=» - равенство. Данное сравнение производится с выбранными параметрами в правой части условия.
6. Параметр ЧР. Аналогично параметру в левой части условия. Параметр может быть не выбран, тогда сравнение производится с числом из поля «Коэффициент».
7. Арифметическое действие. Аналогично параметру в левой части условия.
8. Коэффициент. Аналогично параметру в левой части условия.
9. Закрывающая скобка. Заканчивает объединение нескольких условий в одно общее (группировка условий).
10. Логическое действие. «И» «ИЛИ». Задаёт логическое действие со следующим условием. Если действие не выбрано, по умолчанию используется условие «И».

Для удобства составленного условия «текстовая» расшифровка выводится в данном окне. Для сохранения условия нажмите «Сохранить».

Задание условий правила для сравнения 2-х зон

Окно задания условий для сравнения 2-х зон:

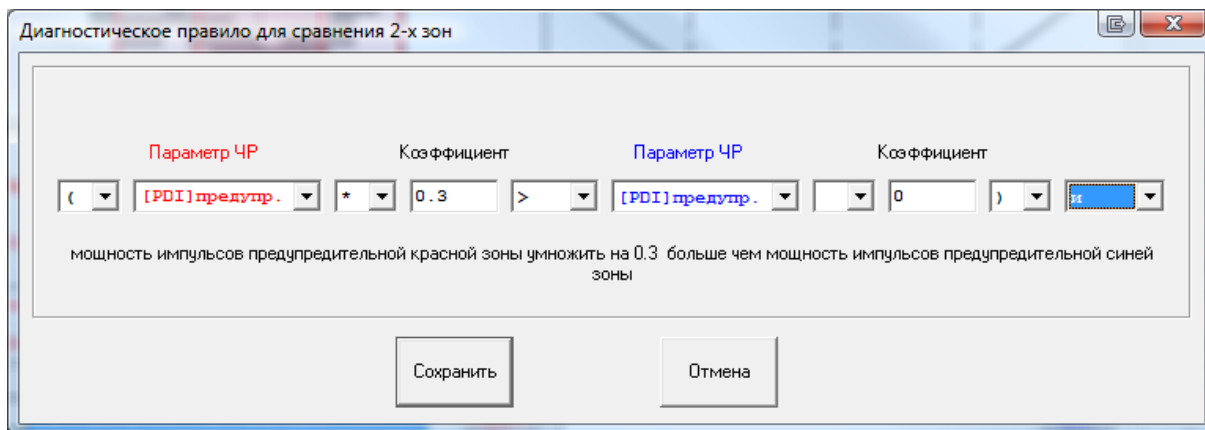


Рисунок 4.31

Параметры ЧР и условие формирования аналогичны параметрам для каждой зоны. Отличие в том, что в левой части условия используются только параметры красной зоны, а в правой – синей. Таким образом, задаются условия сравнения зон между собой.

Задание условий правила для общего уровня ЧР

Окно задания условий для общего уровня ЧР:

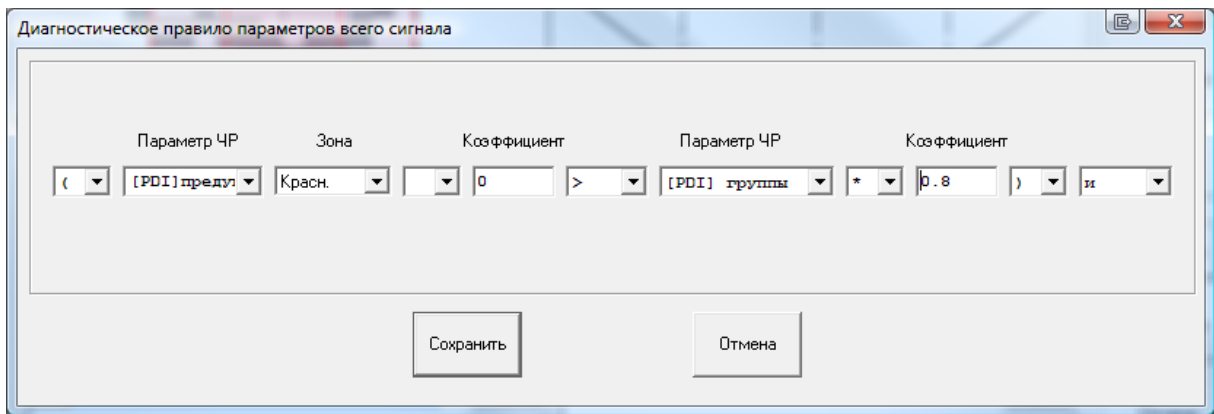


Рисунок 4.32

В левой части условия выбираются параметры и зона, а в правой части – параметры импульсов всей группы или всех импульсов в сигнале ЧР. «[PDI] группы» - мощность выделенной на основании «Т-Ф плоскости» группы ЧР; «[Q02] группы» - амплитуда выделенной на основании «Т-Ф плоскости» группы ЧР; «[N] группы» - количество импульсов выделенной на основании «Т-Ф плоскости» группы ЧР; «[PDI] общая» - мощность всех зарегистрированных импульсов ЧР; «[Q02] максимум» - максимальная амплитуда всех зарегистрированных импульсов ЧР; «[N] общая» - количество всех зарегистрированных импульсов ЧР.

Параметры дефекта

К параметрам дефекта относится:

- вероятность определения типа дефекта (достоверность диагностики)
- мощность дефекта (вклад дефекта в общую мощность сигнала ЧР).

Вызов окна задания параметров осуществляется кнопкой «Параметры дефекта».

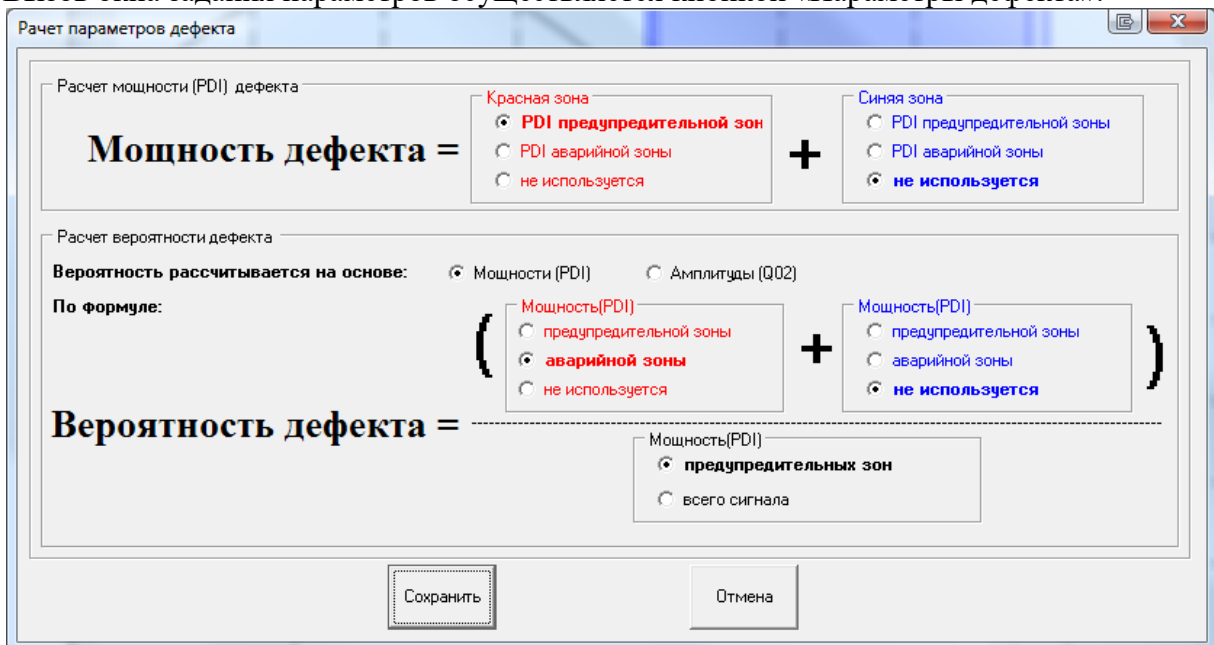


Рисунок 4.33

Мощность дефекта может складываться из суммы мощностей предупредительно или аварийной зон. Необходимо выбрать один из параметров в формуле «Расчет мощности (PDI) дефекта».

Вероятность дефекта может рассчитываться на основе анализа мощностей или амплитуд импульсов. Выберите соответствующий параметр в поле «Расчет вероятности дефекта».

При расчете на основании мощности

По формуле:

$$\left(\begin{array}{l} \text{Мощность(PDI)} \\ \text{предупредительной зоны} \\ \text{аварийной зоны} \\ \text{не используется} \end{array} \right) + \left(\begin{array}{l} \text{Мощность(PDI)} \\ \text{предупредительной зоны} \\ \text{аварийной зоны} \\ \text{не используется} \end{array} \right)$$

Вероятность дефекта = $\frac{\text{Мощность(PDI) предупредительных зон}}{\text{Мощность(PDI) всего сигнала}}$

Рисунок 4.34

выберите соответствующие мощности зон в формуле расчета вероятности дефекта. Формула представляет собой отношение выбранных параметров зон к Сумме параметров или всей группы импульсов. В данной формуле вероятность дефекта всегда меньше 1. В отчетах, вероятность может отображаться в процентах, простым умножением на 100%.

При расчете на основании амплитуды

По формуле:

$$\left(\begin{array}{l} \text{Амплитуда(Q02)} \\ \text{предупредительной зоны} \\ \text{аварийной зоны} \\ \text{не используется} \end{array} \right) \left(\begin{array}{l} \text{Амплитуда(Q02)} \\ \text{предупредительной зоны} \\ \text{аварийной зоны} \\ \text{не используется} \end{array} \right)$$

Вероятность дефекта = $\frac{\text{Амплитуда(Q02) предупредительных зон}}{\text{Амплитуда(Q02) всего сигнала}}$

Рисунок 4.35

выберите соответствующие амплитуды зон в формуле расчета вероятности дефекта. Формула представляет собой отношение максимального значения выбранных параметров зон к максимальному значению параметров предупредительных или всей группы импульсов. В данной формуле вероятность дефекта всегда меньше 1. В отчетах, вероятность может отображаться в процентах, простым умножением на 100%.

Проверка правильности составления правила

Проверка правильности составления правила производится нажатием кнопки «Тест». В случае правильного составления правила будет выдано сообщение:

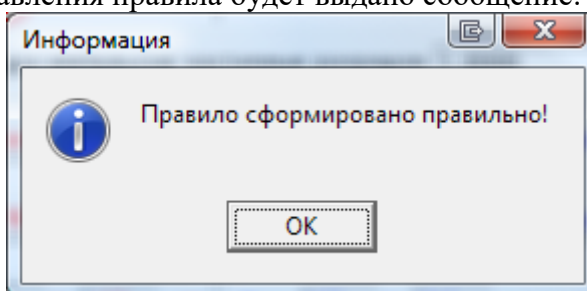


Рисунок 4.36

В случае не правильного составления правила будет выдано сообщение:

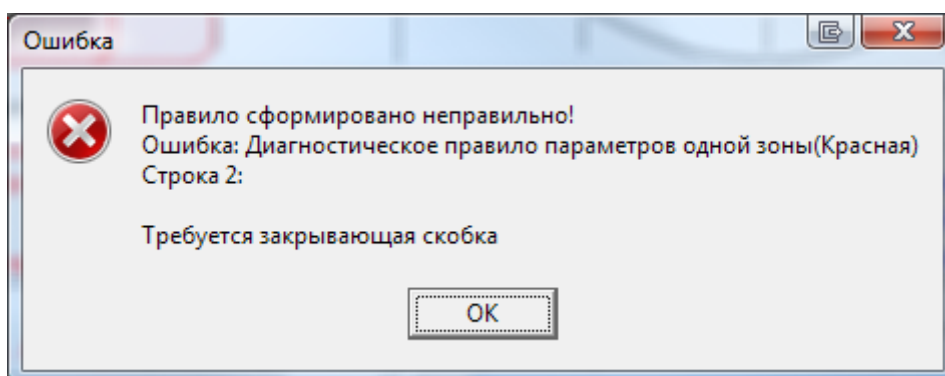


Рисунок 4.37

где отображается, в каком из условий обнаружена ошибка («Диагностическое правило параметров одной зоны (красная)»), по возможности строка условия и тип ошибки («Требуется закрывающая скобка»).

Необходимо проверить параметры на корректность составления правила.

4.3.7 Диагностический паспорт объекта

Диагностический паспорт составляется для каждого типа высоковольтного оборудования или индивидуально для объекта. В паспорте указываются индивидуальные данные объекта, места установки датчиков и их количество, диагностические правила для каждого датчика (канала измерения).

Вызов осуществляется из меню программы выбором пункта «Диагностический паспорт».

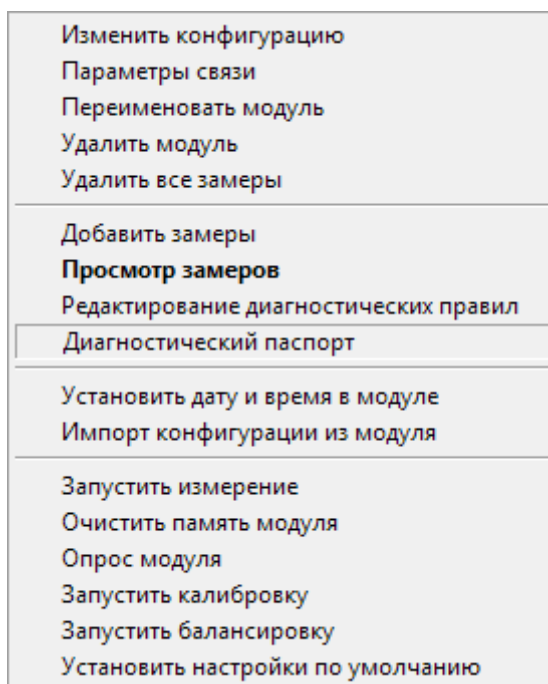


Рисунок 4.38

Следующий шаг – выбор диагностического паспорта (если их создано несколько для разного количества каналов измерения и измерительных схем).

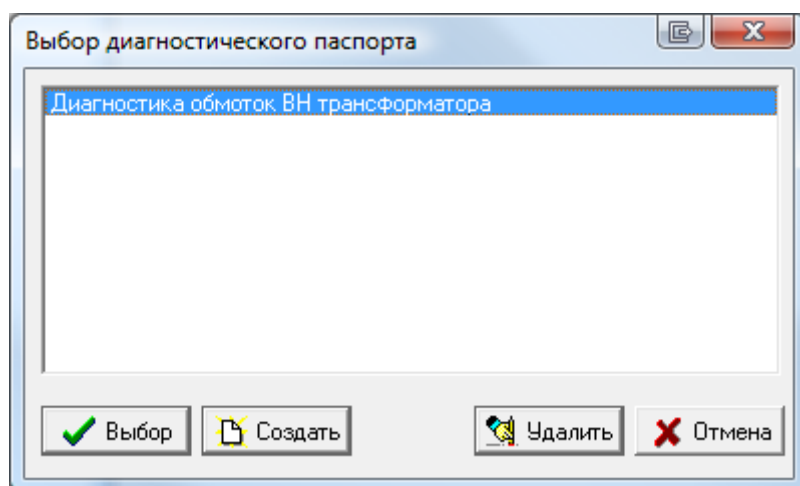


Рисунок 4.39

Так же в данном окне можно удалить ошибочно созданные диагностические паспорта.

Окно создания (редактирования) диагностического паспорта имеет следующие поля:

Рисунок 4.40

Схема включения датчиков. Графическое изображение контролируемого объекта или фотография с указанием мест установки датчиков ЧР.



Схема представляет собой любой чертеж и рисунок в формате BMP. Загрузить, очистить, редактировать или сохранить копию для другого паспорта можно с помощью специального меню справа от схемы. Выбрав пункт «Загрузить», необходимо стандартным образом для системы Windows выбрать файл с расширением bmp.

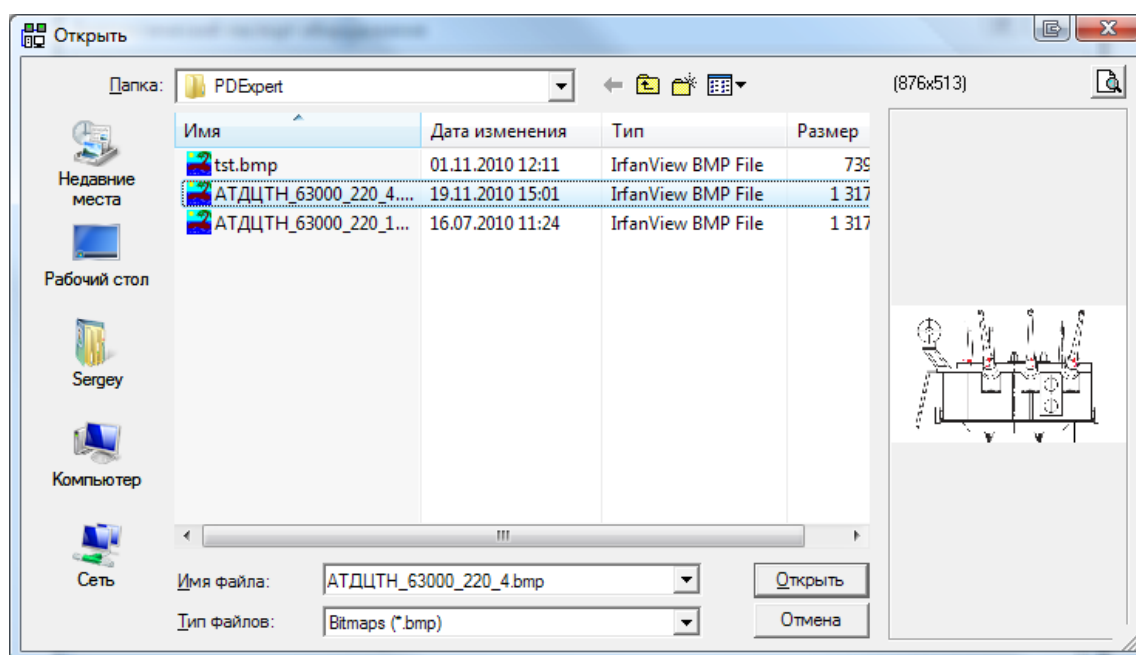


Рисунок 4.42

Окно диагностического паспорта со схемой объекта и установки датчиков:

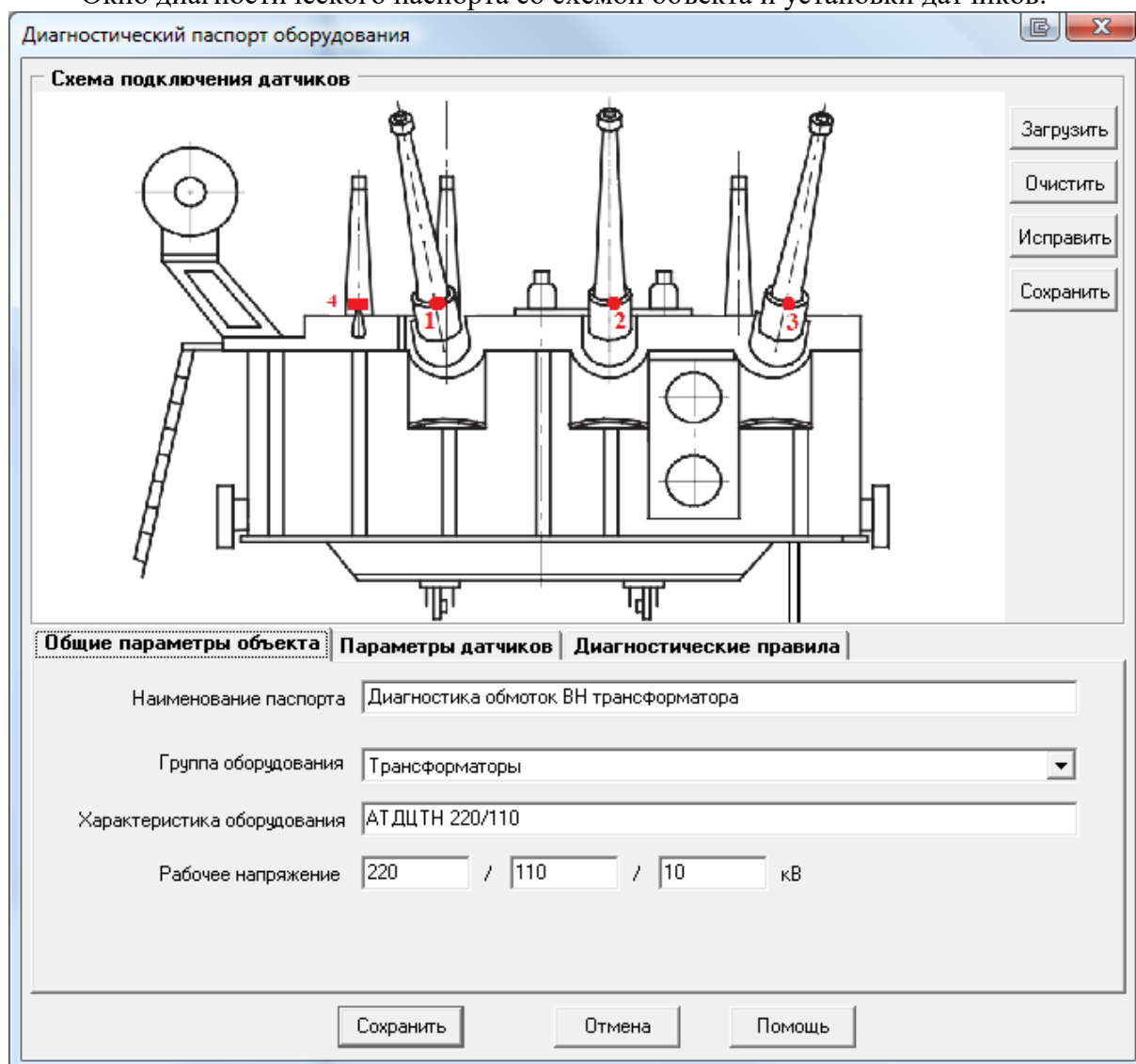


Рисунок 4.43

Общие параметры объекта. В этих полях диагностического паспорта необходимо указать:

- Наименование паспорта. Любое символьное обозначение для описания паспорта и особенностей диагностики;
- Группа оборудования. Выбрать одну из групп, к которой принадлежит объект контроля. Диагностические правила можно будет использовать только разрешенные для данной группы.
- Характеристика оборудования. Марка или любая другая характеристика оборудования.
- Рабочее напряжение на объекте. Для трансформаторов можно указать до трех напряжений (3-х обмоточный), для других объектов – только одно.

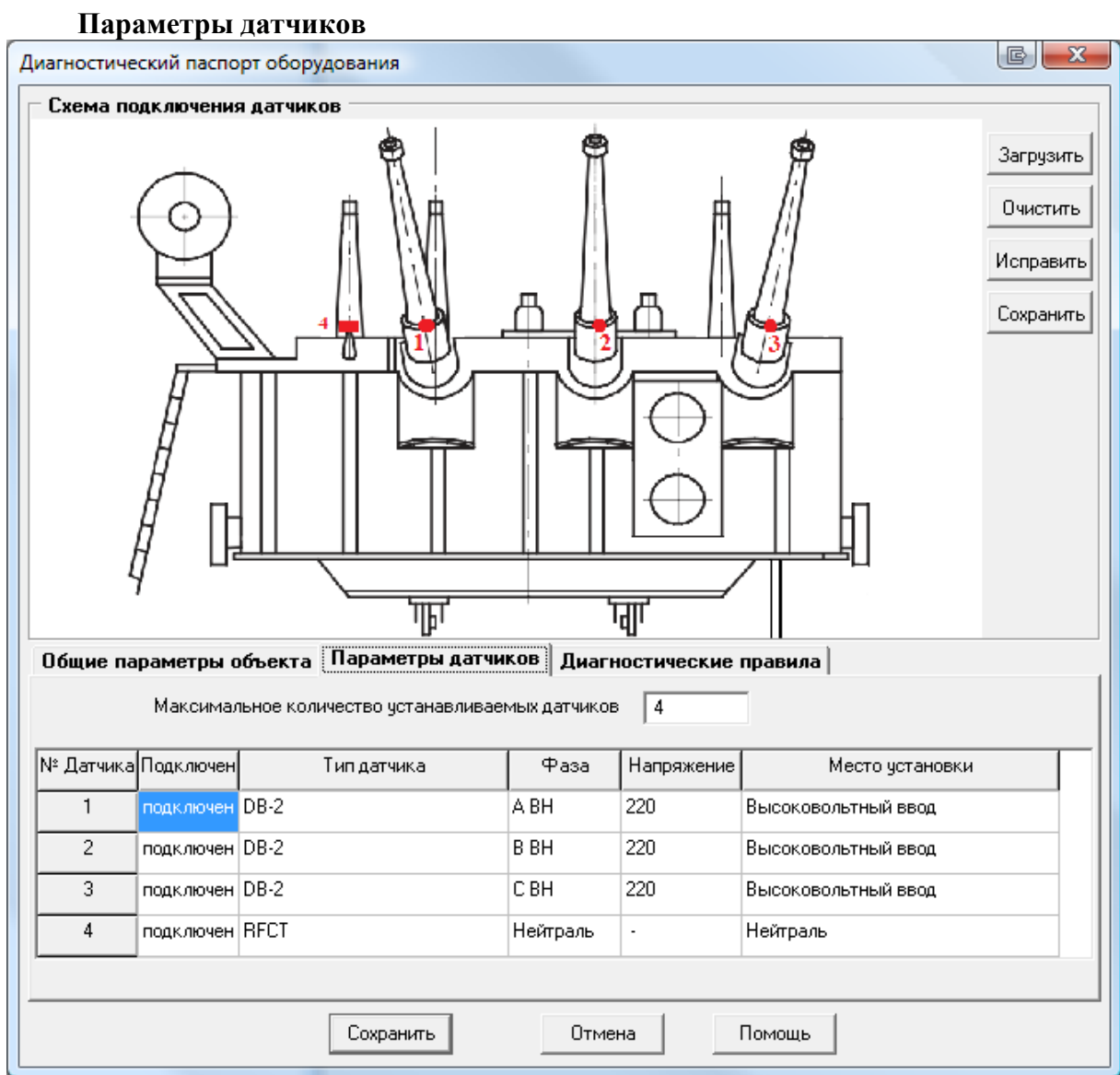


Рисунок 4.44

Максимальное количество устанавливаемых датчиков. Необходимо ввести число максимально возможных датчиков на объекте.

Для каждого датчика в таблице указывается:

- Подключен/ отключен.

№ Датчика	Подключен	Тип датчика	Фаза	Напряжение	Место установки
1	подклк ▼	DB-2	А ВН	220	Высоковольтный ввод
2	отключен подключен	DB-2	В ВН	220	Высоковольтный ввод
3	подключен	DB-2	С ВН	220	Высоковольтный ввод
4	подключен	RFCT	Нейтраль	-	Нейтраль

Рисунок 4.45

- Тип датчика.

№ Датчика	Подключен	Тип датчика	Фаза	Напряжение	Место установки
1	подключен	DB-2	A ВН	220	Высоковольтный ввод
2	подключен	DB-2	B ВН	220	Высоковольтный ввод
3	подключен	DRTD Конденсатор связи	C ВН	220	Высоковольтный ввод
4	подключен	RFCT	Нейтраль	-	Нейтраль

Рисунок 4.46

- Фаза, на которую установлен датчик.

№ Датчика	Подключен	Тип датчика	Фаза	Напряжение	Место установки
1	подключен	DB-2	A ВН	220	Высоковольтный ввод
2	подключен	DB-2	A ВН	220	Высоковольтный ввод
3	подключен	DB-2	C ВН	220	Высоковольтный ввод
4	подключен	RFCT	B ВН A CH B CH C CH A NH B NH	-	Нейтраль

Рисунок 4.47

- Рабочее напряжение

№ Датчика	Подключен	Тип датчика	Фаза	Напряжение	Место установки
1	подключен	DB-2	A ВН	220	Высоковольтный ввод
2	подключен	DB-2	B ВН	-	Высоковольтный ввод
3	подключен	DB-2	C ВН	220	Высоковольтный ввод
4	подключен	RFCT	Нейтраль	110 10	Нейтраль

Рисунок 4.48

- Место установки датчика

№ Датчика	Подключен	Тип датчика	Фаза	Напряжение	Место установки
1	подключен	DB-2	A ВН	220	Высоковольтный ввод
2	подключен	DB-2	B ВН	220	Высоковольтный ввод
3	подключен	DB-2	C ВН	220	Нейтраль Шина заземления Высоковольтная шина
4	подключен	RFCT	Нейтраль	-	Нейтраль

Рисунок 4.49

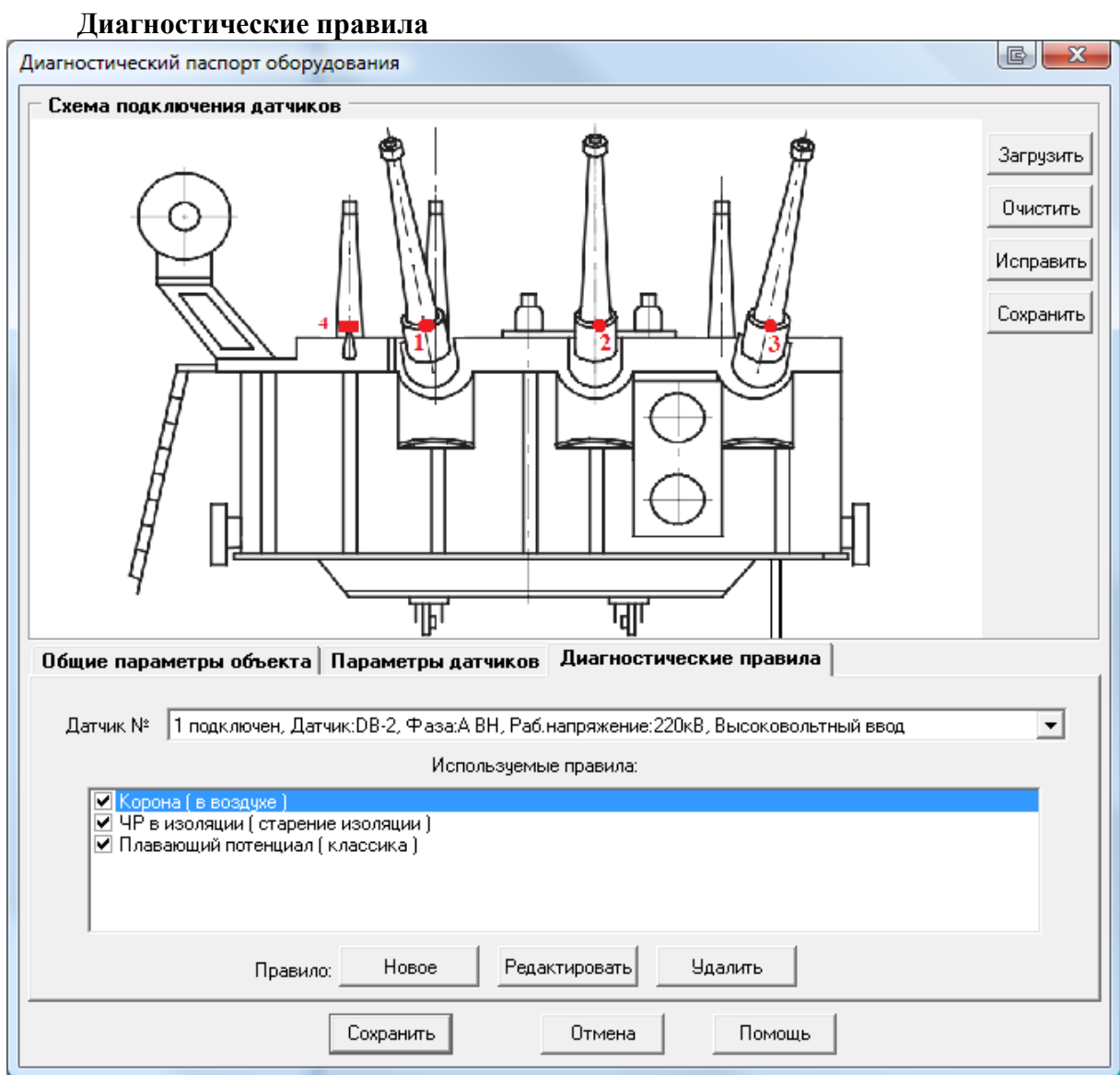


Рисунок 4.50

В этом поле паспорта необходимо для каждого датчика отметить правила, которые будут использоваться при диагностике. Здесь однозначно определяются правила для каждого датчика (канала измерения).

В случае необходимости любое правило можно отредактировать, удалить или создать новое непосредственно в процессе написания паспорта.

Сформированный паспорт сохраняется и может использоваться для данного объекта.

4.3.8 Проведение диагностики на основании диагностического паспорта и анализ результатов

Процесс диагностики запускается при просмотре «карты ЧР», нажатием кнопки «Запустить систему диагностики «PD-Expert».

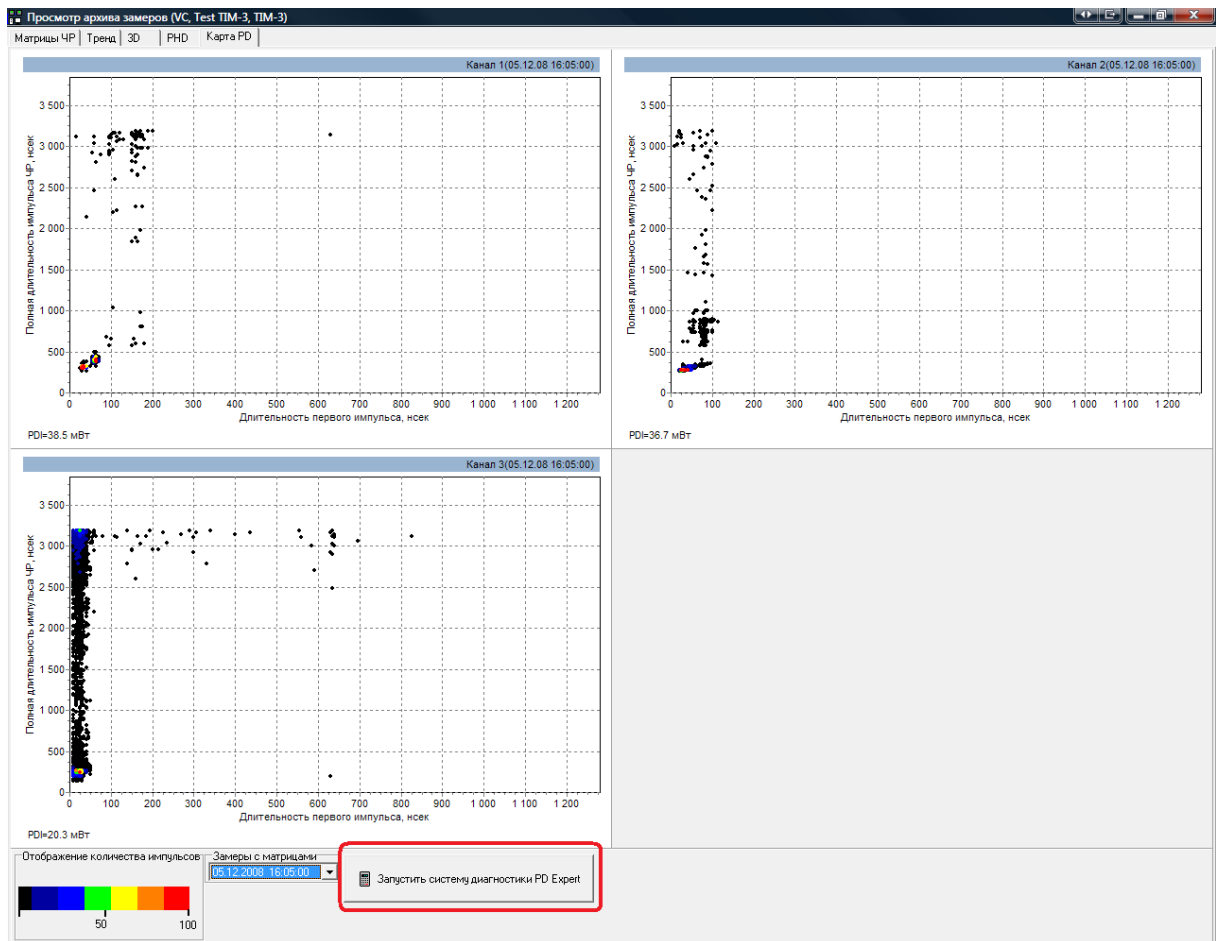


Рисунок 4.51

Программа предлагает выбрать диагностический паспорт.

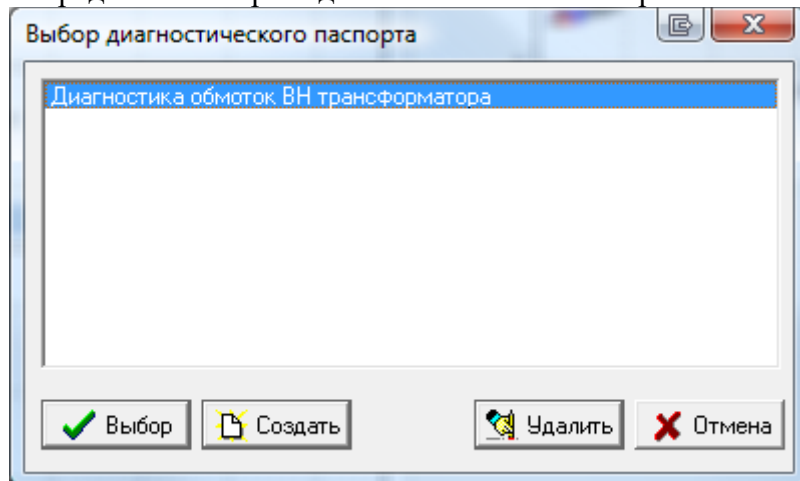


Рисунок 4.52

После выбора паспорта запускается алгоритм диагностики на основе выбранного паспорта и правил, указанных для каждого датчика (канала измерения).

Результат диагностики отображается в специальном окне.

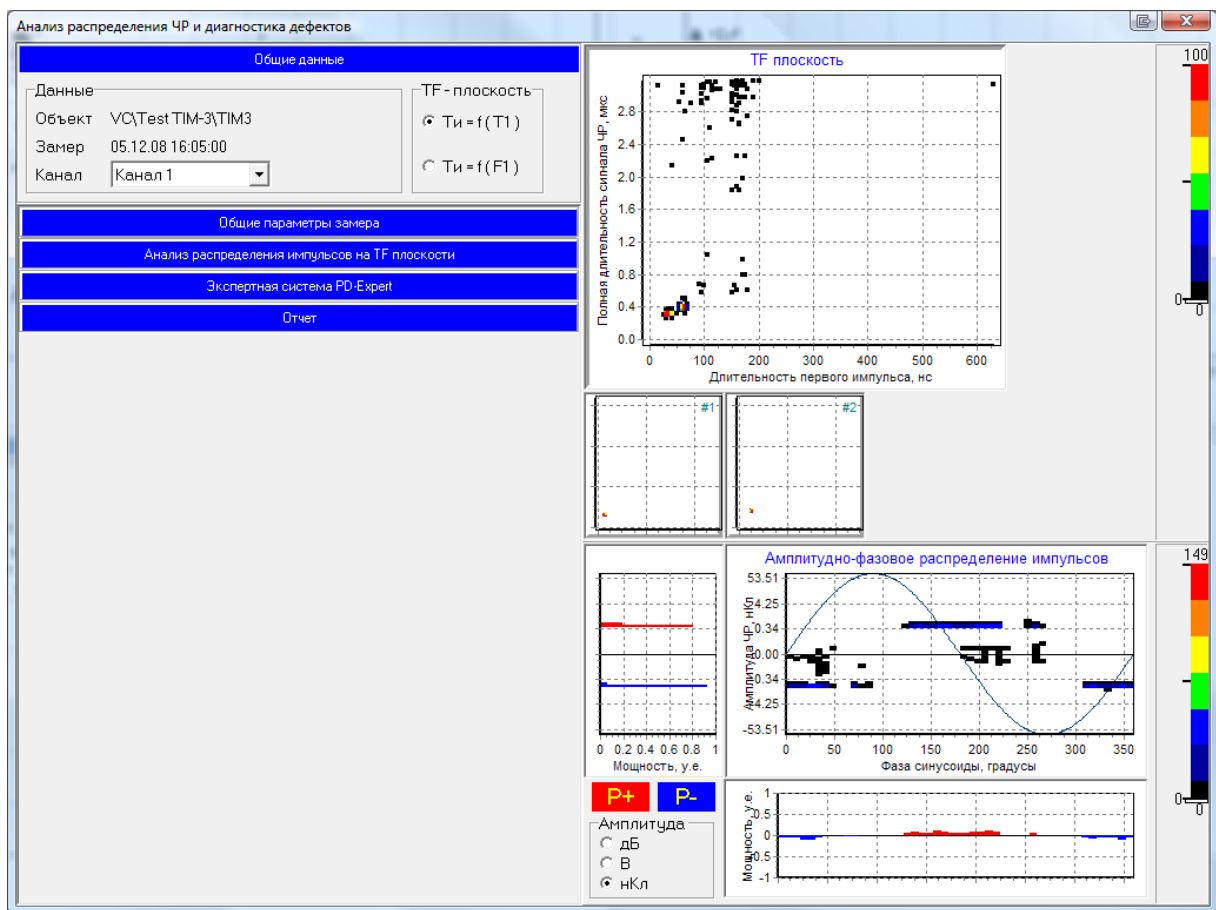


Рисунок 4.53

В левой части окна отображаются:

- Общие данные по объекту и диагностируемому замеру.

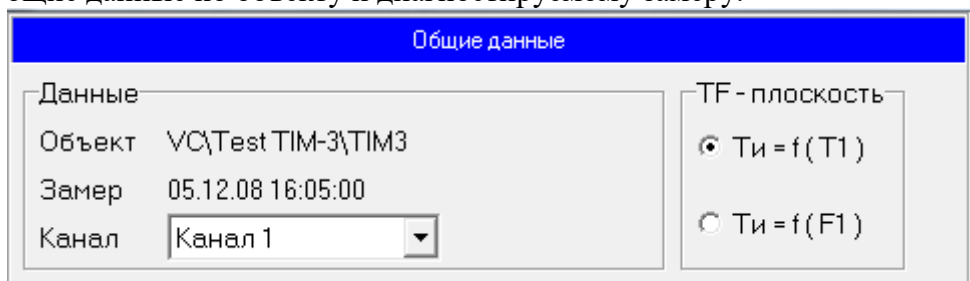


Рисунок 4.54

Здесь же можно выбрать канал (датчик) для отображения диагностической информации и данных по ЧР. Для выбранного канала можно просмотреть исходные данные для диагностики.

Внимание! Свертывание и разворачивание параметров производится нажатием на выделенный заголовок, например, «Общие параметры замера».

- Общие параметры замера

Общие параметры замера		
	Общее	Из них > 5 % от Pmax
Количество импульсов	1143	975
Положительных	607	514
Отрицательных	536	461
Мощность, мВт	38.59	35.74

Рисунок 4.55

Это данные, рассчитанные по всем зарегистрированным импульсам ЧР.
- Анализ распределения импульсов на «TF-плоскости».

Анализ распределения импульсов на TF плоскости	
<input type="radio"/> По выбору <input checked="" type="radio"/> Автоматический <input type="button" value="Параметры"/>	
#1	#2
Количество импульсов	517
Из них	
положительных	88
отрицательных	429
Мощность группы, мВт	22.82
от полной мощности, %	59.14

Рисунок 4.56

Группировка импульсов по параметрам на основе анализа «TF-плоскости» может производиться автоматически по заданным параметрам. Изменение параметров группировки производится нажатием кнопки «Параметры».

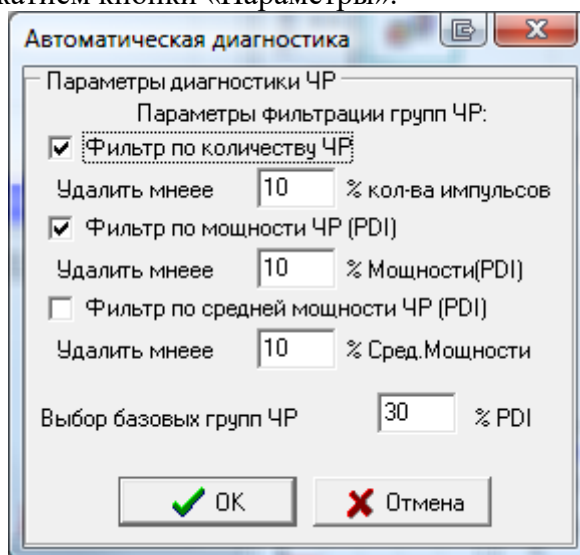


Рисунок 4.57

Данные параметры определяют количество импульсов в группе или говоря проще «ширину пятна» группы. Разбиение на группы начинается с выделения точки с наибольшей интенсивностью импульсов. Границы зоны группы определяются параметрами:

- «Фильтр по количеству ЧР» - граница зоны определяется по количеству импульсов в %, относительно точки на «TF-плоскости» с максимальным количеством импульсов в группе;

- «Фильтр по мощности ЧР» - граница зоны определяется по мощности импульсов в %, относительно точки на «ТФ-плоскости» с максимальной мощностью ЧР в группе;
- «Фильтр по средней мощности ЧР» - граница зоны определяется по средней мощности импульсов в %, относительно точки на «ТФ-плоскости» с максимальной средней мощностью ЧР в группе. Средняя мощность – мощность импульсов деленная на их количество в каждой точке «ТФ-плоскости».

Выбрать можно один или несколько параметров определения зоны группы, при этом зона результирующая зона будет определяться сложением зон, определенных каждым из параметров.

Параметр «Выбор базовых групп ЧР» определяет возможное количество зон. После определения зоны с максимальной мощностью ЧР (основной зоны) ведется поиск дополнительных зон ЧР до тех пор, пока максимальная мощность в новой группе больше заданного процента от максимальной мощности на «ТФ-плоскости». Уменьшая процент выбора базовых групп, мы имеем возможность увеличить количество автоматически выделяемых зон за счет учета зон с меньшей мощностью и вкладом в общую мощность ЧР в зарегистрированном сигнале. Увеличивая процент – мы ограничиваем мощность групп и выделяем самые значимые.

Анализ групп импульсов может производиться автоматически, на основе заданных параметров или пользователем самостоятельно. Для самостоятельного выбора групп импульсов выбираем пункт «по выбору» в окне «Анализ распределения импульсов ЧР».

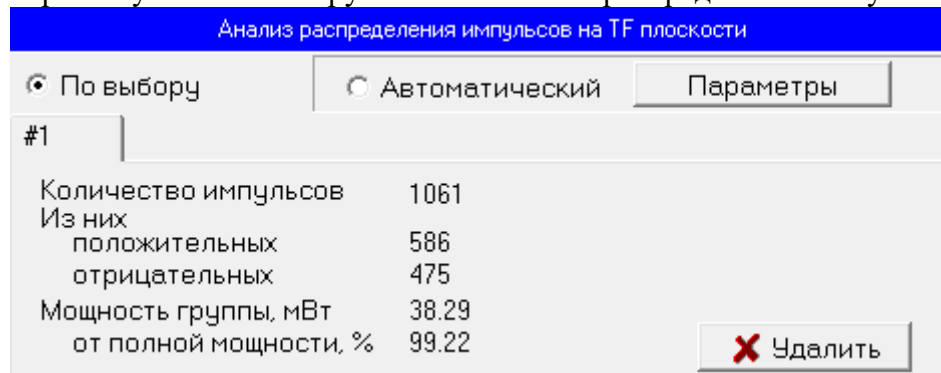


Рисунок 4.58

После этого имеем возможность на основной «ТФ-плоскости» (в правой верхней части окна) при помощи средней кнопки «мыши» выделить интересующую группу, и выбрать ее для анализа нажатием кнопки «Добавить». Пользователь может выбрать несколько групп для анализа, причем группы могут пересекаться или быть вложенными одна в другую.

В этом же окне имеется возможность удалить из рассмотрения любую выбранную группу.

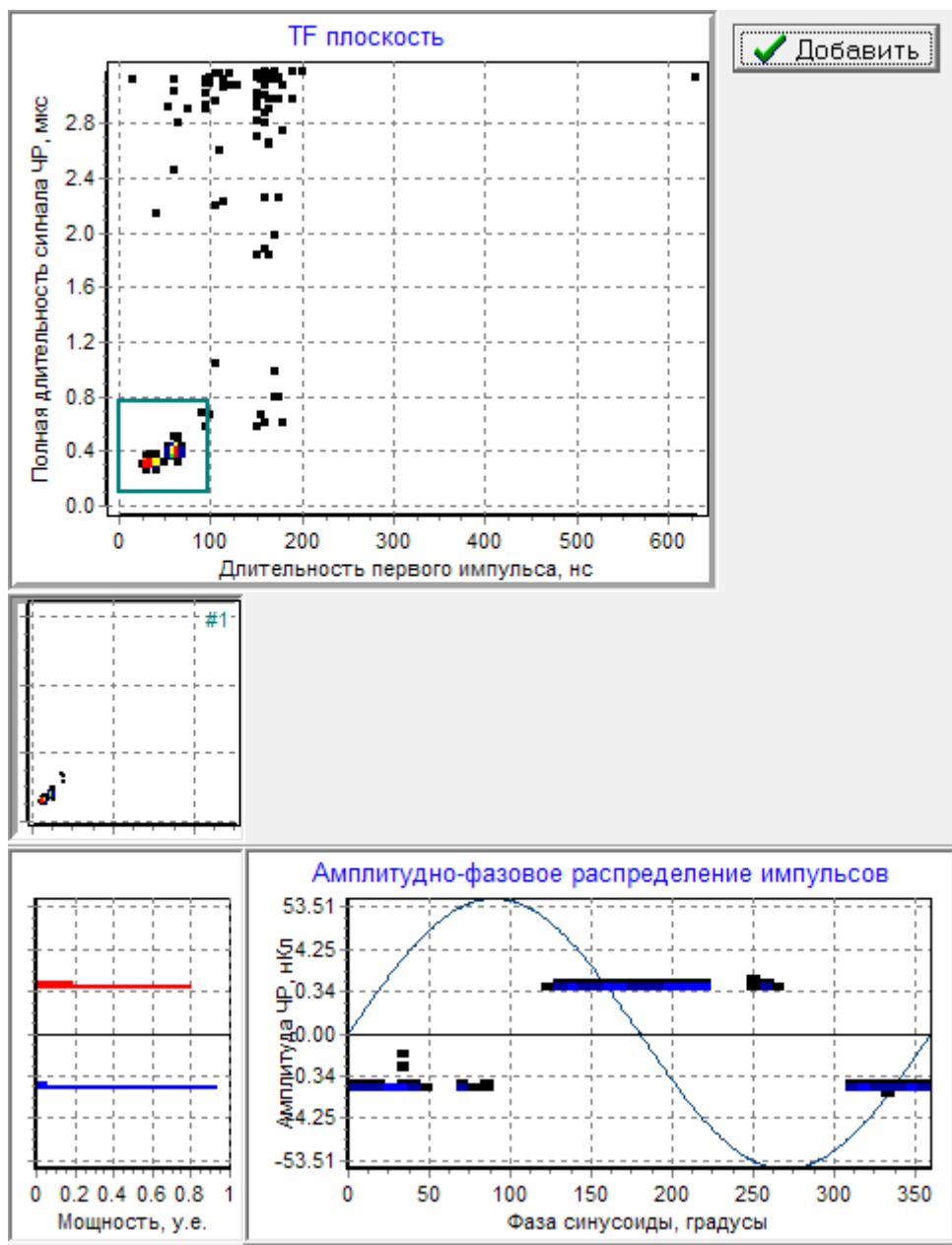


Рисунок 4.59

Экспертная система «PD-Expert» работает абсолютно одинаково как для «автоматического», так и «ручного» разбиения на группы.

- Экспертная система «PD-Expert».

Результат работы экспертной системы для каждой группы выводится в окне «Экспертная система PD-Expert». В каждой строку данного окна отображается результат применения только тех правил, заданные условия которых были выполнены полностью.

В каждой строке окна отображается:

- тип дефекта – наименование правила и в скобках его особенность так, как оно было задано в описании правила;
- доля дефекта в замере – рассчитывается как мощность дефекта заданная в формуле при описании правила деленная на полную мощность сигнала ЧР и умноженная на 100%;
- достоверность диагностики – так же рассчитывается по формуле, заданной в описании правила и умноженная на 100%.

Экспертная система PD-Expert		
Диагностика дефектов		
Тип дефекта	Доля дефекта в замере	Достоверность диагностики, %
ЧР в изоляции (старение изоляции)	27	100

Рисунок 4.60

Для каждой группы может быть не применимо ни одно правило (пустое окно «PD-Expert») или выполниться условие более чем одного правила.

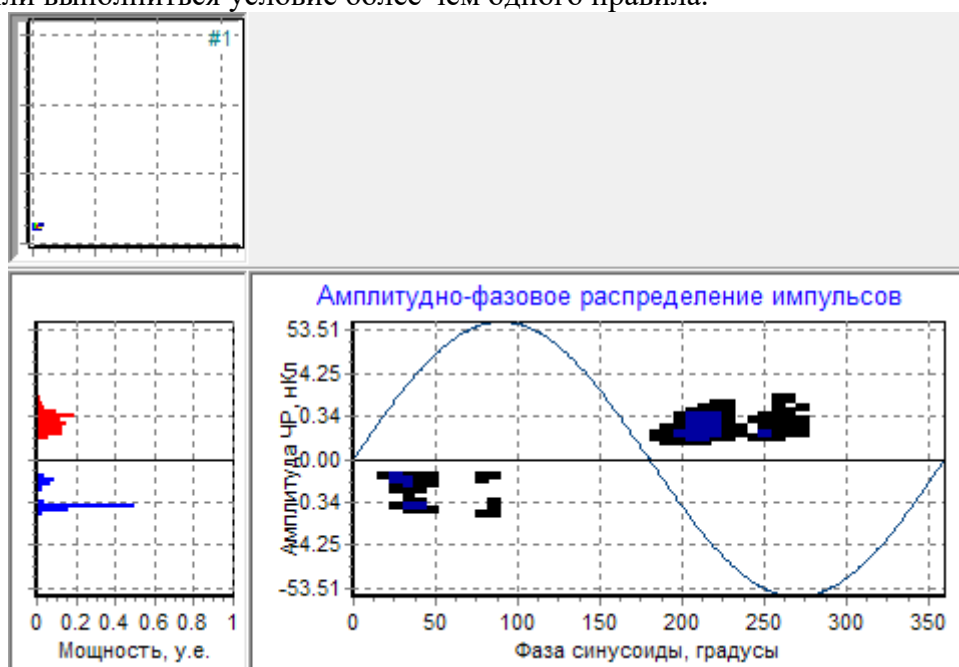


Рисунок 4.61

Выбирая каждую группу, выделенную на «TF-плоскости» можно просматривать результат работы системы «PD-Expert» для каждой группы.

По результатам диагностики имеется возможность получить результат в виде готового отчета в MS Word.

4.3.9 Отчет по результатам диагностики

В специальном окне «отчет» имеется возможность выбрать каналы, исходные данные и результаты диагностики, которые будут отображены в отчете:

1. «Общее заключение о состоянии изоляции». В данном пункте выбирается объем составляемого отчета – по выбранному (текущему) каналу измерения или по всем зарегистрированным каналам.

2. «Диагностика дефектов изоляции». Выбирается количество отображаемых в отчете дефектов – все или 3 дефекта с наибольшей мощностью.

3. «Вид отчетности по дефектам». Определяется количество и тип информации, описывающей каждый дефект.

- «Только общая информация». В отчете отображается только текстовая информация с наименованием дефекта, его мощности и вероятности.
- «Общая информация + TF-плоскость». В дополнение к общей информации в отчете отображается исходная «TF-плоскость» и «TF-плоскость» группы для каждого дефекта.
- «Общая информация + TF-плоскость + АФ-график». В дополнение, в отчете отображается «амплитудно-фазовое» распределение импульсов ЧР, как исходного сигнала ЧР, так и для каждого обнаруженного дефекта.

Рисунок 4.62

Запустить формирование отчета можно нажатием кнопки «Создать отчет». При этом программа автоматически запускает новое окно MS Word. При составлении отчета в исходном окне программы «Анализ распределения ЧР и диагностика дефектов» может наблюдаться «мелькание» данных по разным каналам и дефектам. Это необходимо программе для отображения графической информации в отчете.

4.3.9.1 Пример отчета системы «PD-Expert»

Сформированный отчет в максимальной выбранной конфигурации содержит в себе несколько групп информации:

1. Заголовок с описанием предприятия и оборудовании, на котором производилось измерение параметров ЧР. Дата и время проведения измерений.
2. Исходные данные по количеству зарегистрированных импульсов ЧР, их амплитуде и мощности.
3. «TF-плоскость» и амплитудно-фазовое распределение всех зарегистрированных импульсов ЧР в канале.
4. Результат группировки импульсов ЧР, с отображением номера группы, количества импульсов, амплитуды и мощности группы.
5. «TF-плоскость» и амплитудно-фазовое распределение каждой выделенной группы импульсов.
6. Результат диагностики по группе с указанием типа дефекта, доли мощности дефекта в сигнале, достоверности проведенной диагностики.

Все данные отображаются для одного выбранного канала или всех измеренных данных в замере.

Пример отчета системы «PD-Expert» с выделением групп информации:

Заключение о состоянии изоляции

1 VC\Test TIM-3\TIM3
05.12.08 16:05:00

Канал 1

Исходные данные ЧР:

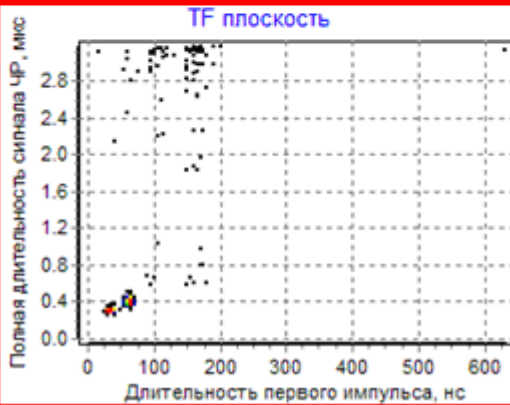
Количество импульсов 1143

Из них

положительных 607

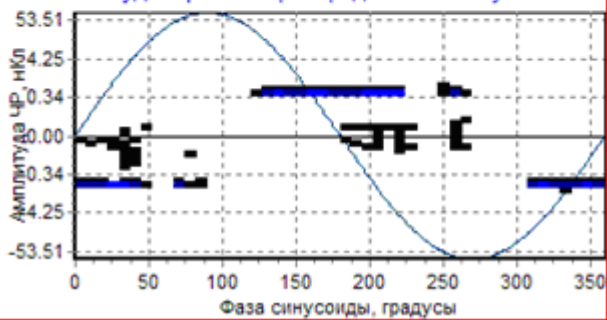
отрицательных 536

Мощность, мВт 38.59



3

Амплитудно-фазовое распределение импульсов



Результат группировки импульсов

Группа #1

Количество импульсов 517

Из них

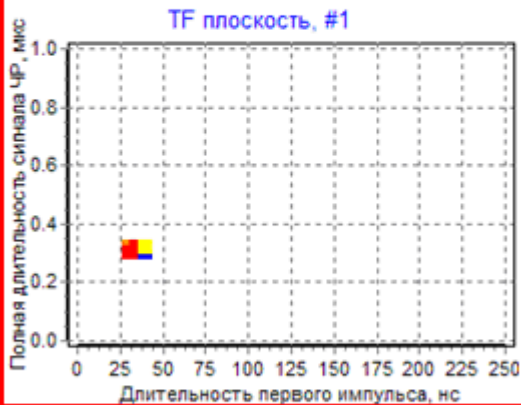
положительных 88

отрицательных 429

Мощность группы, мВт 22.82

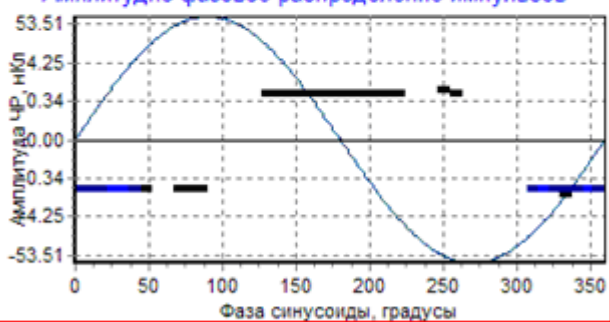
от полной мощности, % 59.14

4



5

Амплитудно-фазовое распределение импульсов



Результат диагностики по группе:

1)

Плавающий потенциал (классика)

Доля дефекта в замере 46

Достоверность диагностики, % 100

6

Рисунок 4.63

Краткая информация о фирме:

ООО «ДИМРУС» (г. Пермь)

Разработка и поставка приборов и программного обеспечения для диагностики в различных отраслях промышленности.

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

Тел.: +7 (342) 212-2318

Факс: +7 (342) 212-8474

Адрес в интернете: [http:// www.dimrus.ru](http://www.dimrus.ru) www.dimrus.com

e-mail: dimrus@dimrus.ru