

АННОТАЦИЯ

Разработана цифровая система тестирования предназначенная для наладки и проверки релейной защиты, автоматики и других электротехнических устройств, выполненных как на электромеханической, так и на цифровой основе

СОДЕРЖАНИЕ

ВСТУПЛЕНИЕ	7
1. ТЕРМИНЫ И ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА РАБОТЫ С ИНТЕРФЕЙСОМ	
ПРОГРАММЫ.....	9
2. СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ.....	17
2.1. Модуль	18
2.2. Объект	18
2.3. Сообщения системы о неисправностях "УСТРОЙСТВА".....	22
2.4. Протокол	24
2.5. Конфигурация.....	27
2.5.1. Команда связи с устройством нижнего уровня.....	28
2.5.2. Команда "Системные функции"	28
2.5.3. Команда "Мультиметр"	29
2.5.4. Команда "Окно аналоговых входов"	29
2.5.5. Команда "Аналоговые входы"	29
2.5.6. Команда "Калибровка".....	30
2.5.7. Команда "Порт обмена".....	35
2.5.8. Команда "Графика"	35
2.5.9. Команда "Автосохранение"	36
2.5.10. Команда "Формирование результата"	37
2.5.11. Команда "Звук"	37
2.5.12. Команда "Синхронизация от сети".....	37
2.5.13. Команда "Первичные координаты"	38
2.5.14. Команда "Вторичные координаты"	38
3. МОДУЛЬ "НЕЗАВИСИМЫЙ ИСТОЧНИК"	39
3.1. Общие положения.....	39
3.2. Страница "Конфигурация"	41
3.2.1. Поле "Устройство".....	42
3.2.2. Поле "Переменный ток"	42
3.2.3. Поле "Постоянный ток"	43
3.2.4. Поле "Бинарные входы"	43
3.2.5. Поле "Бинарные выходы"	46
3.2.6. Состояние бинарных входов и выходов.....	46
3.3. Страница "Векторная диаграмма"	47
3.3.1. Формирование фазных токов и напряжений.....	47
3.3.2. Режимы формирования фазных токов и напряжений.....	48
3.3.3. Режимы запуска цифrogramм	50
3.3.4. Формирование сигналов постоянного тока	51
3.4. Страница "Гармоники"	53
3.4.1. Формирование фазных токов и напряжений.....	53
3.4.2. Создание нового гармонического сигнала	55
3.4.3. Запуск цифrogramм со сложным гармоническим сигналом	57
3.5. Страница "Цифrogramмы"	57
3.5.1. Формирование фазных токов и напряжений.....	58
3.5.2. Запуск цифrogramм	62
3.6. Страница "Изменение координат"	63
3.6.1. Формирование изменения переменных напряжений и токов.....	63
3.6.2. Формирование изменения постоянных напряжений и токов.....	64

3.6.3. Запуск цифrogramм	65
3.7. Страница "Составной режим"	66
3.7.1. Формирование составного режима.....	66
3.7.2. Запуск цифrogramмы составного режима.....	68
3.8. Страница "Результаты"	69
4. МОДУЛЬ "ДИСТАНЦИОННАЯ ЗАЩИТА"	71
4.1. Общие положения.....	71
4.2. Страница "Конфигурация"	72
4.3. Страница "Модель"	72
4.4. Модель электрической сети	73
4.4.1. Модель заданного сопротивления системы ($ZS = \text{const}$).....	76
4.4.2. Модель заданного тока ($I = \text{const}$).....	77
4.4.3. Модель заданного напряжения ($U = \text{const}$)	79
4.5. Страница "Импедансная плоскость"	80
4.5.1. Поле "Импедансная плоскость"	81
4.5.2. Поле "Фиксированный параметр"	84
4.5.3. Поле "Вид повреждения"	85
4.5.4. Поле "Тестовая точка"	85
4.5.5. Поле "Зона срабатывания"	85
4.5.6. Поле "Контакт".....	86
4.5.7. Поля "Бинарные входы", "Бинарные выходы"	86
4.5.8. Построение (выбор) зон срабатывания.....	86
4.5.9. Проверка зон срабатывания в режиме множества точек.....	93
4.5.10. Данные формата RIO	95
4.5.11. Запуск цифrogramм	96
4.6. Страница "Векторная диаграмма"	98
4.7. Страница "Гармоники"	99
4.8. Страница "Цифrogramмы"	99
4.9. Страница "Качания"	99
4.10. Страница "Составной режим"	104
4.11. Страница "Результаты"	105
5. МОДУЛЬ "ТОКОВАЯ ЗАЩИТА"	107
5.1. Страница "Конфигурация"	107
5.2. Страница "Параметры защиты"	107
5.3. Страница "Характеристики реле".....	109
5.4. Страница "Проверка"	117
5.5. Страница "Векторная диаграмма"	121
6. МОДУЛИ ГРУППЫ "ПРОСТЫЕ РЕЛЕ"	123
6.1. Общие положения.....	123
6.2. Модуль "Реле тока"	123
6.2.1. Страница "Конфигурация".....	123
6.2.2. Страница "Проверка"	124
6.2.3. Страница "Протоколирование"	126
6.3. Модуль "Реле напряжения"	127
6.4. Модуль "Промежуточные реле"	128
6.5. Модуль "Реле частоты".....	130
6.6. Модуль "Реле мощности"	131
6.6.1. Страница "Конфигурация".....	131
6.6.2. Страница "Параметры реле"	132

6.6.3. Страница "Проверка"	133
6.7. Модуль "Дифференциальное реле"	139
6.7.1. Страница "Конфигурация"	139
6.7.2. Страница "Параметры реле"	140
6.7.3. Страница "Характеристики"	142
6.7.4. Страница "Проверка"	146
6.7.5. Страница "Векторная диаграмма / Гармоники"	150
7. МОДУЛЬ "СИНХРОНИЗАТОР"	151
7.1. Страница "Конфигурация"	151
7.2. Страница "Параметры синхронизатора"	152
7.3. Страница "Проверка"	154
7.4. Осуществление проверки синхронизатора	163
8. МОДУЛЬ "НЕЗАВИСИМАЯ ЧАСТОТА"	165
8.1. Страница "Конфигурация"	165
8.2. Страница "Векторная диаграмма"	166
8.3. Страница "Результаты"	167
9. МОДУЛЬ "ОСЦИЛЛОГРАФ"	169
9.1. Общие положения	169
9.2. Главное меню модуля	169
9.2.1. Меню "Файл"	170
9.2.1.1. Команда "Временные сигналы"	170
9.2.1.1.1. Локальное меню окна отображения сигналов	176
9.2.1.1.2. Команда "Редактирование сигналов"	176
9.2.1.1.3. Команда "Комментарий"	176
9.2.1.1.4. Команда "Диапазон"	177
9.2.1.1.5. Команда "Масштаб подокна"	177
9.2.1.1.6. Команда "Локальная конфигурация"	178
9.2.1.1.7. Команда "Табличная форма"	179
9.2.1.2. Команда "Годограф"	180
9.2.1.3. Команда "Годограф сопротивления"	183
9.2.1.4. Построение (выбор) зон срабатывания	184
9.2.1.5. Команда "Синтез"	185
9.2.1.6. Команда "Сохранить как (*.GRN)"	187
9.2.1.7. Команда "Загрузить (*.GRN)"	187
9.2.1.8. Команда "Экспорт в COMTRADE"	188
9.2.1.9. Команда "Копирование в буфер обмена"	189
9.2.1.10. Команда "Печать"	190
9.2.1.11. Команда "Выход"	190
9.2.2. Меню "Отображение"	190
9.2.3. Меню "Функции"	191
9.2.3.1. Функция "Выбор отрезка"	192
9.2.3.2. Функция "Горизонтальное перемещение"	193
9.2.3.3. Функция "Вертикальное перемещение"	193
9.2.3.4. Функция "Произвольное перемещение"	193
9.2.3.5. Функция "Выбор по рамке"	194
9.2.3.6. Функция "Маркер"	194
9.2.3.7. Функция "Двойной маркер"	196
9.2.3.8. Функция "Мгновенные значения"	198
9.2.3.9. Функция "Гармонический анализ"	198
9.2.3.10. Функция "Симметричные составляющие"	202

9.2.3.11. Функция "Симметричные составляющие во времени"	205
9.2.3.12. Функция "Активная и реактивная мощность"	208
9.2.4. Меню "Конфигурация"	209
9.2.4.1. Команда "Конфигурация"	209
9.2.4.2. Команда "Автоматическое сохранение конфигурации"	217
9.2.5. Меню "Окна"	217
10. МОДУЛЬ "МРЗС-05М"	219
10.1. Общие положения	219
10.2. Присоединение устройства МРЗС-05М для проверки	219
10.3. Страница "Конфигурация"	220
10.4. Страница "Уставки устройства"	221
10.5. Страница "Погрешности"	223
10.6. Страница "Бинарные сигналы"	225
10.6.1. Подстраница "Дискретные входы"	225
10.6.2. Подстраница "Дискретные выходы"	227
10.6.3. Подстраница "Светодиодная индикация"	228
10.6.4. Подстраница "Определяемые функции"	229
10.7. Страница "Сценарий"	230
10.8. Проверка устройства МРЗС	231
10.8.1. Проверка максимальной токовой защиты	232
10.8.1.1. Характеристика срабатывания / возврата	232
10.8.1.2. Временная характеристика	232
10.8.1.3. Проверка ускорения МТЗ и ускоренной МТЗ	233
10.8.1.4. Проверка блокировки МТЗ	234
10.8.2. Проверка защиты от замыканий на землю	235
10.8.2.1. Проверка токового органа	236
10.8.2.2. Проверка органа напряжения	236
10.8.2.3. Проверка органа направления мощности	236
10.8.2.4. Временные характеристики	237
10.8.3. Проверка АПВ	237
10.8.4. Запуск устройства для проверки	239

ВСТУПЛЕНИЕ

Цифровая система тестирования имеет двухуровневую иерархическую структуру. Верхний уровень создан на основе стандартного портативного компьютера (ПК). На нижнем уровне находится специальное устройство (в дальнейшем "УСТРОЙСТВО"), к которому непосредственно подсоединяется проверяемый объект. Связь между нижним и верхним уровнем осуществляется через порт последовательной передачи данных RS-232.

Для оптимального функционирования системы верхнего уровня желательно обеспечить следующие характеристики ПК:

- тактовая частота центрального процессора не менее, чем 600 МГц;
- объем оперативной памяти не менее, чем 128 Мб;
- разрешающая способность режима монитора не менее, чем 1024x768 пиксел;
- наличие последовательного COM порта, или при его отсутствии наличие USB порта с переходником USB – COM;
- операционная система Windows XP, или Windows 2000. При использовании других операционных систем, например, Windows 95, Windows 98, Windows Me возможны сбои в функционировании программы верхнего уровня.

На верхнем уровне цифровой тестовой системы выполняются следующие задачи:

- осуществляется управление устройством нижнего уровня;
- задаются параметры проверки конкретного устройства РЗА;
- формируются цифrogramмы проверки;
- отображаются результаты проверки и осуществляется их анализ;
- осуществляется архивирование результатов проверки.

На нижнем уровне реализуются следующие функции:

- осуществляется первичная обработка цифrogramм проверки;
- генерируются аналоговые сигналы трех токов и трех напряжений;
- контролируется состояние дискретных входов объекта проверки;
- осуществляется регистрация временных интервалов.

В данной инструкции описывается специальное программное обеспечение для цифровой системы тестирования, которое инициализируется на верхнем уровне системы – на ПК.

Специальное программное обеспечение "GRAN Test System" предназначено для устройства "РЗА-ТЕСТЕР", разработанного АО "ЮНИТИ"

1. ТЕРМИНЫ И ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА РАБОТЫ С ИНТЕРФЕЙСОМ ПРОГРАММЫ

Интерфейс программы – это набор средств управления работой программы. Он состоит из отдельных элементов управления и элементов отображения информации.

Щелкнуть – выполнить однократное нажатие левой клавиши "мыши". Щелкнуть на определенном элементе управления значит, что сначала необходимо переместить курсор "мыши" к выбранному элементу, а затем нажать левую клавишу "мыши".

Дважды щелкнуть - выполнить двойное быстрое нажатие левой клавиши "мыши", интервал между двумя нажатиями должен быть минимальный.

Нажать комбинацию клавиш – значит сначала нажать первую клавишу комбинации на клавиатуре, а затем удерживая эту клавишу нажатой, выполнить нажатие второй клавиши комбинации.

Активизировать элемент управления (выбрать элемент управления, сфокусировать его). Это можно осуществить с помощью манипулятора "мыши" или с помощью клавиатуры. С помощью "мыши" сначала курсор подводится к нужному элементу управления и нажимается левая клавиша "мыши". С помощью клавиатуры для выбора нужного элемента управления необходимо путем нажатия клавиши табуляции <Tab> или комбинации клавиш <Shift +Tab> переместить фокус ввода от активного элемента к нужному. Нажатие клавиши <Tab> приводит к выбору следующего элемента управления, <Shift+Tab> - предыдущего.

Переместить – выполнить перемещение с помощью "мыши". Для этого сначала необходимо подвести курсор "мыши" к перемещаемому элементу, потом нажать левую клавишу "мыши" и удерживая ее нажатой, переместить элемент в необходимое место и отпустить клавишу "мыши".

Выделить фрагмент – операция, предназначена для выделения фрагмента текста или фрагмента графического изображения. Для выделения фрагмента необходимо переместить курсор "мыши" к началу фрагмента, нажать левую клавишу "мыши" и, не отпуская, переместить ее до конца фрагмента и отпустить клавишу "мыши".

Пиктограмма – условное графическое изображение определенной команды, например, изображение команды оконного меню, или изображение команд, размещенных на панели инструментов (рис. 1.1).

Окно – стандартный объект системы WINDOWS, в котором отображается информация (рис. 1.1) и который является основой для других элементов интерфейса. Есть несколько типов окон:

- главное окно программы;
- модальные окна;
- немодальные окна;
- диалоговые окна.

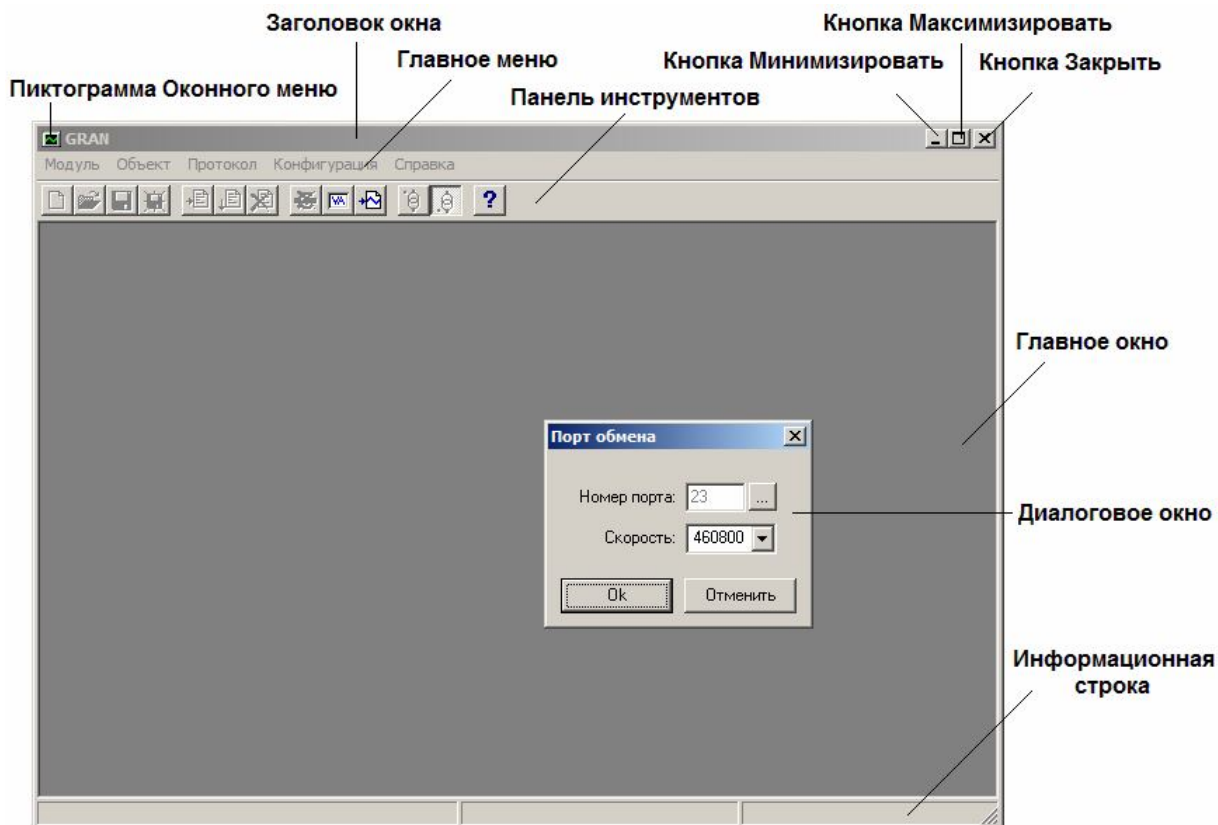


Рис. 1.1. Главное и диалоговое окна программы

После загрузки программы открывается главное окно и могут открываться другие дочерние окна программы. После закрытия главного окна – осуществляется выход из программы.

Если открывается модальное окно, то это окно фокусируется и управление можно осуществлять только в нем, а для работы с другими окнами программы необходимо это окно закрыть.

Если окно является немодальным, можно установить фокус на другое окно, не закрывая данное немодальное окно.

Диалоговые окна предназначены для задания или изменения определенных параметров. Диалоговые окна являются модальными и содержат кнопки **"Ok"** и **"Отменить"**, нажатие которых приводит к закрытию окна и для подтверждения или отмены введенных изменений (соответственно кнопки **"Ok"** и **"Отменить"**).

Любое окно содержит заголовок, в котором отображено название окна; кнопок управления окном в правой части заголовка; оконное меню с списком команд управления окном и клиентную часть, в которой отображены другие элементы интерфейса. С помощью кнопок управления можно осуществлять минимизацию немодального окна (свертывание до размера пиктограммы), максимизацию немодального окна (развертывание до размера экрана), возобновление предыдущего размера немодального окна, закрытие окна и вызов помощи. Эти же функции можно осуществлять и с помощью соответствующих команд

оконного меню, которое вызывается или с помощью "мыши", путем нажатия кнопки "мыши" на пиктограмме в левой части заголовка окна, или с помощью клавиатуры, путем нажатия комбинации клавиш **<Alt+BackSpace>**.

С помощью заголовка можно выполнять перемещение окна по экрану дисплея. Данную функцию можно также осуществлять с помощью соответствующих команд оконного меню.

Если окно является немодальным, можно изменять его размер с помощью "мыши" или команд оконного меню. Чтобы изменить размер окна с помощью "мыши", необходимо подвести курсор к кромке окна (при этом курсор "мыши" изменит свою форму), нажать левую клавишу и, удерживая ее нажатой, переместить курсор в направлении нужного изменения размера.

Главное меню – набор пунктов меню, каждый из которых содержит подменю с набором команд (рис. 1.2). Управление главным меню может осуществляться с помощью "мыши" или с помощью клавиатуры. Для того, чтобы выбрать нужный элемент меню, к нему необходимо подвести курсор и нажать левую клавишу "мыши". С помощью клавиатуры управление осуществляется следующим образом. Сначала нажимается клавиша **<F10>**, после этого с помощью клавиш со стрелками выбирается нужный пункт или команда меню и нажимается клавиша **<Enter>**. Кроме того, некоторые команды можно выполнить непосредственно, используя клавиши быстрого вызова. Если команда может выполняться с помощью клавиши быстрого вызова, тогда название этой клавиши или комбинации клавиш будет отображаться справа от названия пункта меню, например, **"Выход Alt+X"** (рис. 1.2).

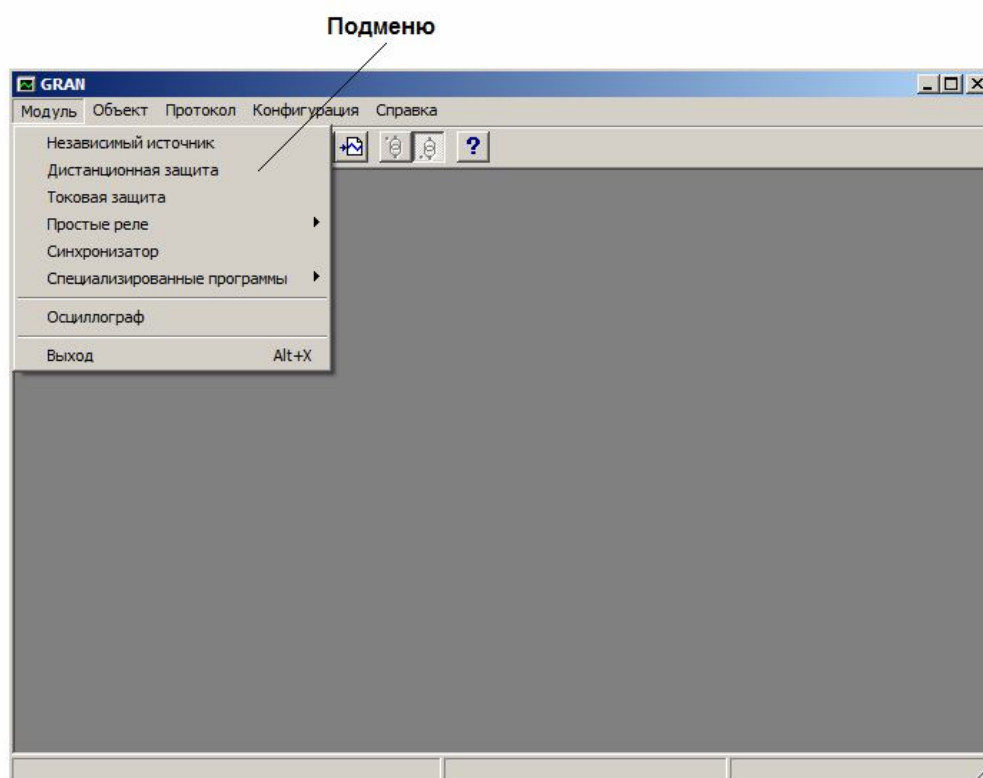


Рис. 1.2. Подменю главного меню программы

Локальное меню – набор команд, которые касаются выбранного объекта. Это меню открывается путем нажатия правой клавиши "мыши". Курсор при этом должен находиться на выбранном объекте. Структура и управление локальным меню аналогичны подменю главного меню.

Панель инструментов – набор кнопок с пиктограммами, с помощью которых можно выполнить определенные команды (рис. 1.1). Как правило, это наиболее употребляемые команды главного меню.

Информационная строка – область в нижней части окна для отображения определенной информации.

Скроллинг – полоса прокручивания. Это стандартный элемент управления системы Windows. Различают вертикальный и горизонтальный скроллинги (рис. 1.3). Элементами управления скроллинга является ползунок и кнопки со стрелками. Ползунок указывает на относительное положение и может отображать пропорцию видимой в окне информации относительно всего объема информации. Перемещение ползунка по полосе дает возможность пользователю прокручивать всю информацию. Прокручивать информацию в окне можно и с помощью кнопок со стрелками. В этом случае прокрутка будет осуществляться дискретно с определенным шагом. Стрелки кнопок указывают направление прокрутки. Прокрутку можно осуществлять с большим шагом дискретизации, щелкая на полосе прокрутки между ползунком и кнопкой со стрелкой.

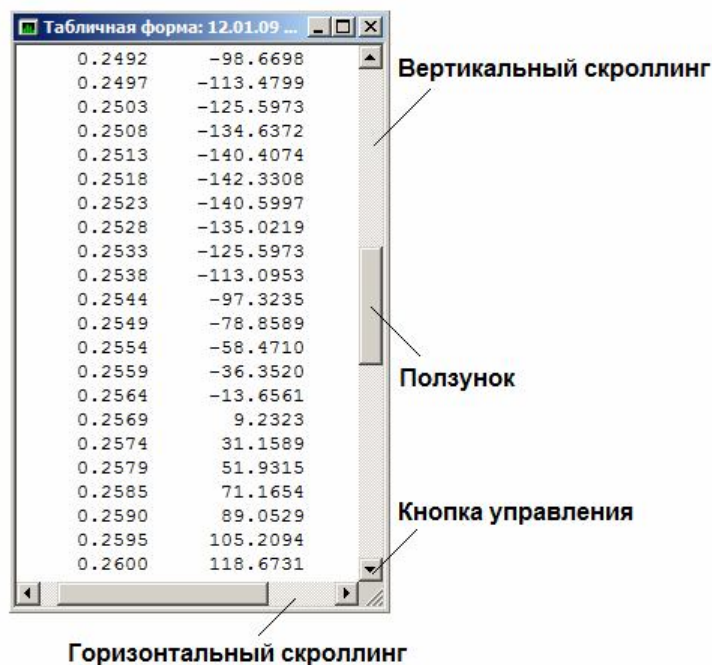


Рис. 1.3. Вертикальный и горизонтальный скроллинги

Закладка страницы – предназначена для группирования по функциональному признаку элементов управления и отображения информации в окне. В окне отображаются только

элементы активной (выбранной) страницы. Переход на другую страницу можно осуществить с помощью "мыши" или клавиатуры. С помощью "мыши" – необходимо курсор подвести к нужной закладке и щелкнуть на ней. Переход с помощью клавиатуры осуществляется путем нажатия комбинации клавиш, **<Ctrl+Tab>** до тех пор, пока не будет выбрана нужная страница.

Групповое поле – предназначено для группирования набора элементов управления и элементов отображения информации в окне (рис. 1.4).

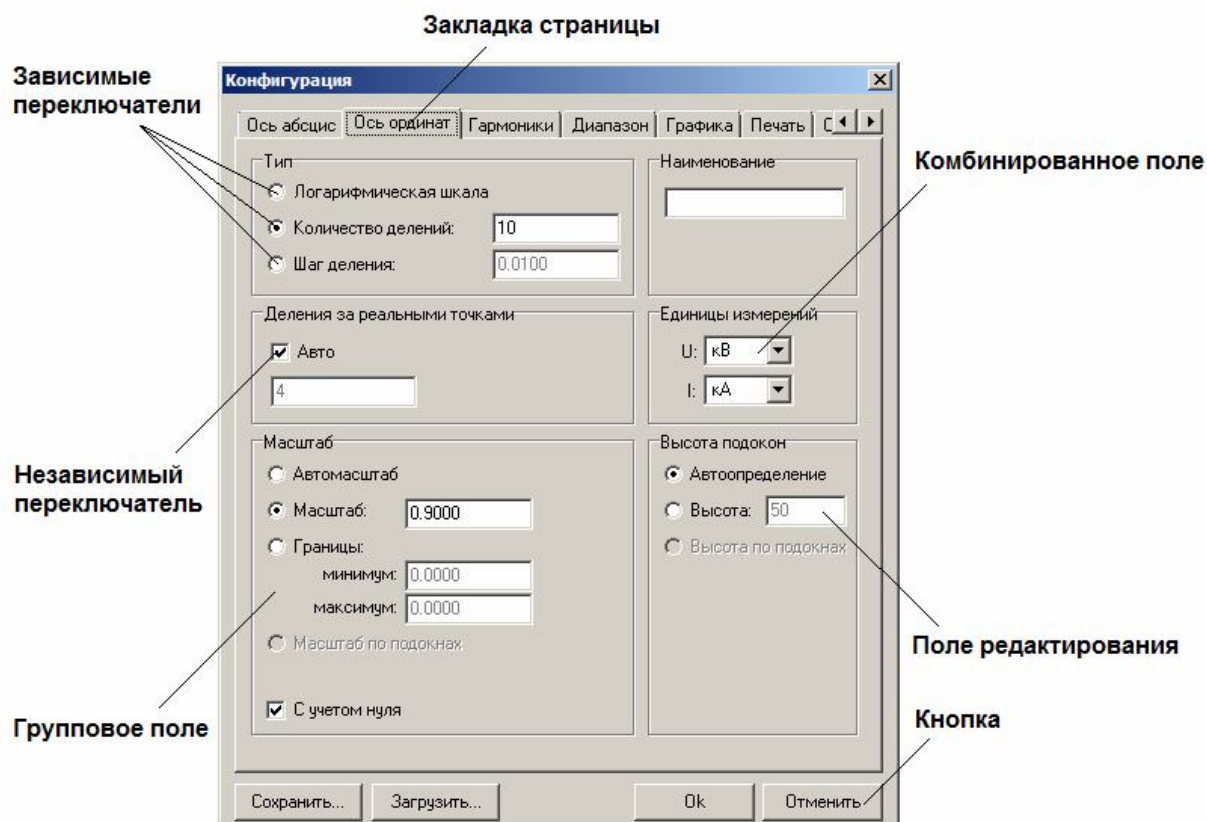


Рис. 1.4. Диалоговое окно с элементами управления и отображения

Поле редактирования – это поле, в котором можно отображать или редактировать однострочный текст (см. рис. 1.4). Для работы с этим полем его необходимо активизировать. После активизации в нем с помощью клавиатуры необходимо ввести нужный текст или отредактировать уже существующий.

Поле отображения – аналогично полю редактирования, но предназначено только для отображения однострочного текста.

Кнопка – элемент управления, предназначена для выполнения определенной команды. Для выполнения команды необходимо щелкнуть на кнопке (см. рис. 1.4).

Переключатель независимый – элемент управления (см. рис. 1.4), предназначенный для активизации определенного режима. Активизированный переключатель обозначен "галочкой", а в неактивизированном переключателе "галочка" отсутствует. Изменение режима осуществляется щелканием на переключателе. Эту операцию можно осуществить

и с помощью клавиатуры. Для этого сначала необходимо выбрать переключатель и нажать клавишу <Space Bar>(пробел).

Переключатель зависимый – элемент управления (см. рис. 1.4), предназначенный для активизации определенного режима. В отличие от независимого переключателя, зависимые переключатели объединяются в группу переключателей. В группе переключателей активным может быть только один. Для активизации переключателя необходимо щелкнуть на нем. Активный переключатель обозначен изображением точки. Управление с помощью клавиатуры осуществляется так же, как и для независимого переключателя.

Комбинированное поле – содержит поле отображения и список определенных однострочных текстов (рис. 1.5). Для выбора нужного текста из списка необходимо подвести курсор к кнопке с изображением стрелки и нажать левую клавишу мыши – откроется список текстов. Из этого списка с помощью курсора необходимо выбрать нужный текст и нажать левую клавишу "мыши" – выбранный текст отобразится в поле отображения. Выбор с помощью клавиатуры осуществляется следующим образом: после активизации элемента нажать клавишу <Space bar>, откроется список однострочных текстов, из которого необходимо выбрать соответствующий текст, перемещая курсор клавишами <Стрелка вниз> и <Стрелка вверх> и нажать клавишу <Enter>.

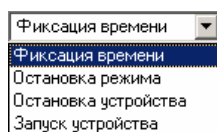


Рис. 1.5. Комбинированное поле

Поле списка – поле, в котором отображен список однострочных текстов. Выбор нужного текста осуществляется так же как и в комбинированном поле. Если список не помещается в поле, перелистывание списка можно осуществлять с помощью вертикального скроллинга.

Таблица данных – поле, в котором в табличной форме по строкам и столбцам в ячейках отображается определенная информация. В ячейках таблицы может содержаться текстовая информация или элементы управления (рис. 1.6). Информация в ячейках таблицы может редактироваться или только отображаться. Для редактирования необходимо сначала активизировать ячейку, а затем с помощью клавиатуры внести соответствующие изменения.

Nº	R, Ом	X, Ом	Z, Ом	Phi Z, °	
1	-18.560	9.695	20.939	152.418	
2	32.410	57.341	65.866	119.476	
3	-5.263	25.208	25.751	101.793	
4	27.424	41.274	49.554	56.399	
5	36.288	55.679	66.460	56.906	
6	-57.341	19.668	60.620	161.068	

Рис. 1.6. Таблица данных

Цифрограмма – запись в цифровой форме множественного числа сигналов – токов, напряжений, состояния бинарных входов и тому подобное.

Подокна отображения сигналов – отдельные поля окна для отображения сигналов.

Более детальную информацию по работе с интерфейсом Windows программы можно получить из справки операционной системы Windows.

2. СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ

После запуска программы на экран монитора ПК выводится главное окно с меню (рис. 2.1).

Главное меню, которое размещено в верхней части окна, состоит из следующих пунктов:

- *"Модуль"*. Дает возможность формировать трехфазные системы напряжений и токов разной конфигурации зависимо от объекта проверки. Предусмотрена возможность работы со следующими модулями: *"Независимый источник"*, *"Дистанционная защита"*, *"Токовая защита"*, *"Простые реле"*, *"Синхронизатор"*, *"Специализированные программы"*, *"Осциллограф"*;
- *"Объект"*. Дает возможность записывать, загружать файл, в котором сохраняется информация о проверке конкретного устройства РЗА. Формат файла зависит от типа модуля проверки;
- *"Протокол"*. Формирование протокола результатов испытания исследуемого устройства РЗА по заданной форме с последующим сохранением его в библиотеке или выводом на печать;
- *"Конфигурация"*. Дает возможность калибровать токовые каналы и каналы напряжения устройства, программно подсоединять (отсоединять) "УСТРОЙСТВО" к ПК, задавать порт обмена, задавать (отменять) режим автосохранения файла данных об объекте, корректировать параметры графики, задавать режим автоматического формирования результатов проверки и тому подобное;
- *"Справка"*. Дает возможность пользователю обратиться к электронной версии данной инструкции.

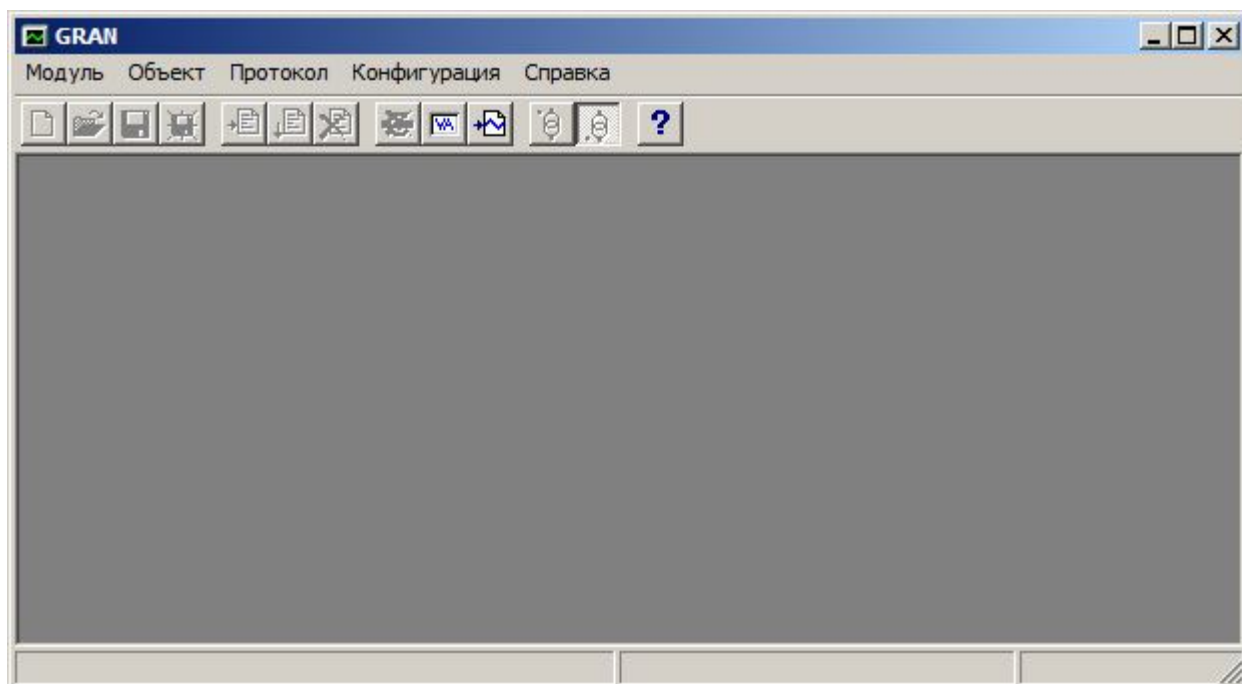


Рис. 2.1. Главное окно программы

Некоторые команды главного меню можно вызывать непосредственно с панели инструментов.

2.1. Модуль

Для наладки и проверки устройств РЗА в программном обеспечении предусмотрены отдельные модули, которые дают возможность пользователю формировать трехфазные системы напряжений и токов разной формы и использовать для работы удобный интерфейс соответственно проверяемому устройству. Модуль отображается в соответствующем окне. Каждый модуль состоит из взаимосвязанных подсистем, размещенных на отдельных страницах окна.

После выбора пункта меню "Модуль" на экран монитора ПК выводится подменю со списком модулей, которые реализованы в системе (рис. 2.2). Детально информация о конкретных модулях для проверки устройств РЗА дана в следующих разделах.

Также предусмотрен отдельный модуль "Осциллограф" для анализа цифrogramм, полученных из разных источников, которые записаны в цифровой форме в определенном формате (об этом детально - в разделе 9).

Выполнение последней команды "Выход" дает возможность завершения работы с программой.

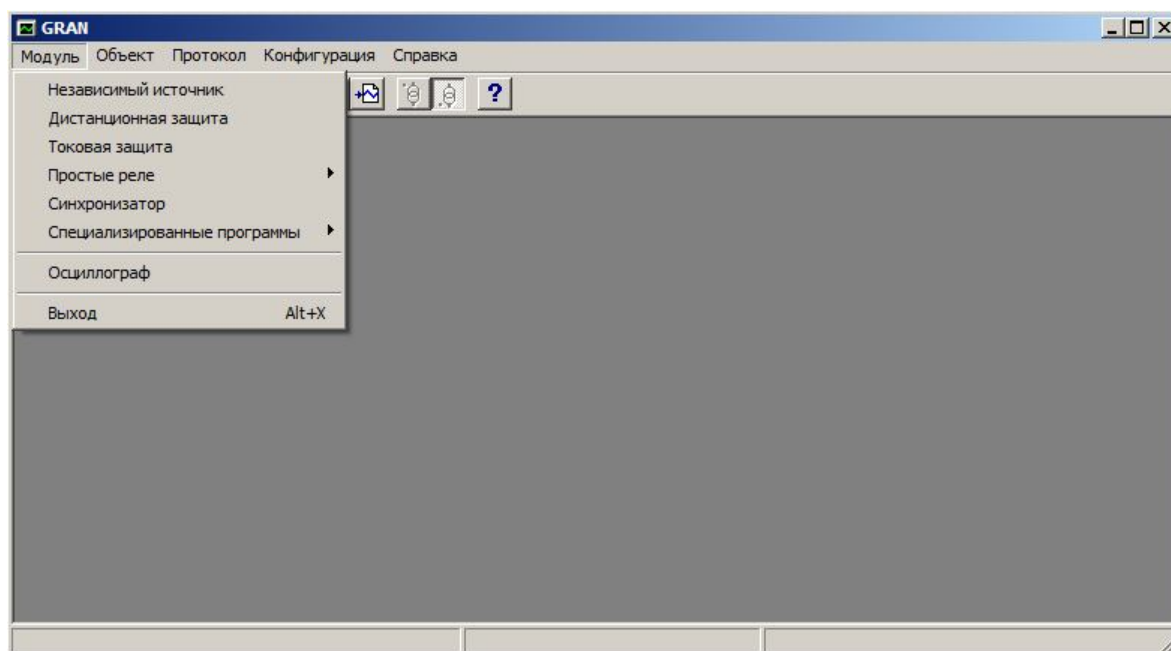


Рис. 2.2. Команды меню "Модуль"

2.2. Объект

В данном программном обеспечении под объектом понимают файл, в котором сохраняется информация, сформированная в конкретном модуле.

Для каждого объекта информация сохраняется в файле в определенном формате, зависимо от модуля:

- модуль "Независимый источник" – *.gnr;
- модуль "Дистанционная защита" – *.dys;
- модуль "Осциллограф" – *.tgr, *.cfg, *.fls, *.fa2, *.epk, *.fg;
- модуль "Токовая защита" – *.ovc;
- модуль "Простые реле" ("Промежуточные реле" – *.smr);
- модуль "Простые реле" ("Реле напряжения" – *.vtr);
- модуль "Простые реле" ("Реле тока" – *.crr);
- модуль "Простые реле" ("Реле частоты" – *.frr);
- модуль "Простые реле" ("Реле мощности" – *.pwr);
- модуль "Простые реле" ("Дифференциальные реле" – *.dif);
- модуль "Синхронизатор" – *.syn;
- модуль "Специализированные программы" ("Независимая частота" – *.anf;
"MP3C-05M" – *.mrz).

Модули являются механизмами для создания отдельных объектов (рис. 2.3). Эти механизмы реализованы на отдельных страницах окна модуля. На каждой странице могут быть сформированы отдельные режимы. Эти режимы сохраняются в библиотеке объекта.

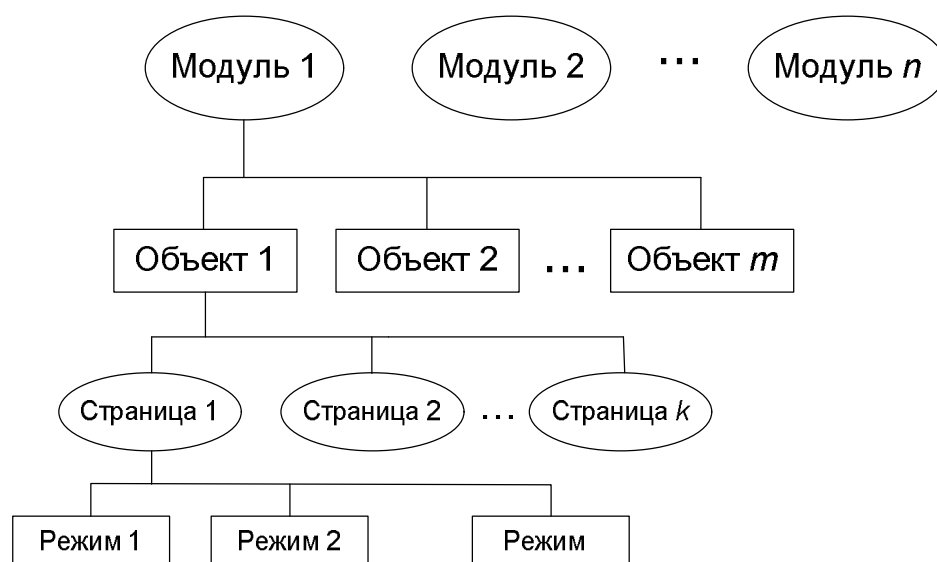


Рис. 2.3. Структура данных объекта

Пункт главного меню "Объект" дает возможность пользователю работать с библиотеками, в которых сохраняется информация для проверки устройств РЗА. Предусмотрена возможность создавать новый объект, сохранять созданный объект под своим или под другим именем, загружать из библиотеки ранее созданный объект (рис. 2.4). Данный пункт

меню будет доступен в случае активизации соответствующего модуля. Меню "Объект" содержит следующие команды:

- "Новый" ;
- "Загрузить" ;
- "Сохранить" ;
- "Сохранить как" .

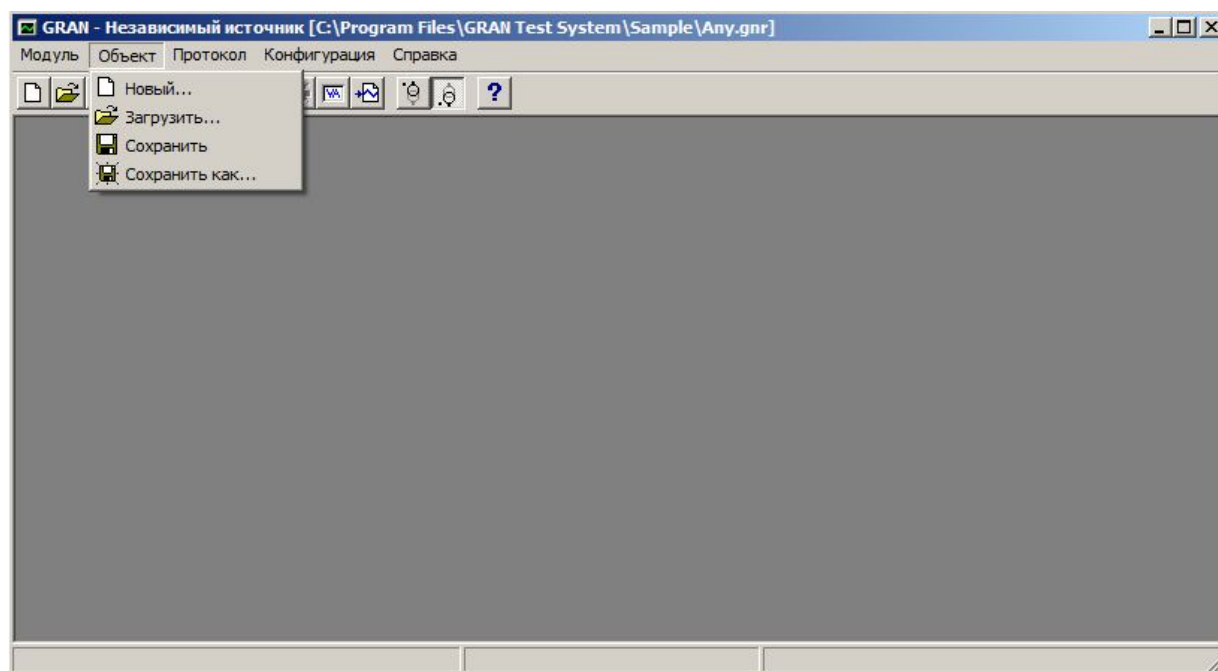


Рис. 2.4. Команды меню "Объект"

Команда "Новый"  предназначена для создания нового объекта в модуле. После активизации данной команды предыдущий объект закрывается. Закрытие зависит от режима "Автосохранение" (см. п. 2.5.8).

Команда "Загрузить"  предназначена для считывания объекта. После активизации данной команды откроется диалоговое окно, в котором необходимо выбрать нужный объект. После загрузки название выбранного объекта будет отображено в заголовке главного окна (см. рис. 2.4). Структура заголовка является следующей: *GRAN – <название модуля> [<путь и имя объекта>]*. Предыдущий объект при этом будет закрыт. Как и в предыдущем случае, закрытие зависит от режима "Автосохранение" (см. п. 2.5.8).

Команда "Сохранить"  предназначена для записи объекта в файл с названием, определенным раньше. В случае записи нового объекта необходимо задать в соответствующем диалоговом окне место расположения его на диске и название.

Команда "Сохранить как"  предназначена для записи объекта с новым названием.

Кроме того, для ряда модулей предусмотрена возможность работать с информацией, записанной в международном формате RIO. В этом случае информация сохраняется в файлах с расширением *.rio. Для загрузки файла в этом формате необходимо в диалоговом окне выбора файла задать тип файла в формате RIO. Данное диалоговое окно открывается после активизации команды "Загрузить".

Предусмотрена возможность записывать в библиотеку и считывать из нее информацию о режимах, сформированных на отдельных страницах модуля. Для выполнения этих операций необходимо воспользоваться командами пункта меню "Режим" окна модуля. Предусмотрены следующие команды:

- "Сохранить";
- "Сохранить как";
- "Загрузить".

Следует помнить, что на некоторых страницах модуля не предусмотрено сохранение режима в библиотеке. В этом случае пункт меню "Режим" является недоступным!

Команда "Сохранить" используется для записи в библиотеку информации о режиме, сформированном на активной странице. Если данный режим уже существует, то запись будет осуществляться в библиотеку с тем же названием, которое отображается в заголовке окна модуля. Структура заголовка является следующей: *название модуля – название страницы [название режима]*. В противном случае откроется диалоговое окно, где необходимо ввести название режима.

Команда "Сохранить как" используется для записи режима с новым названием.

Команда "Загрузить" обеспечивает возможность считывания из библиотеки нужного режима. После инициализации данной команды появится диалоговое окно "Список режимов" (рис. 2.5).

В окне отображаются все режимы, сформированные на данной странице. После выбора нужного режима необходимо нажать кнопку "Ок".

В этом окне предусмотрена возможность изымать ненужные режимы из библиотеки. Для этого необходимо воспользоваться кнопкой "Удалить".

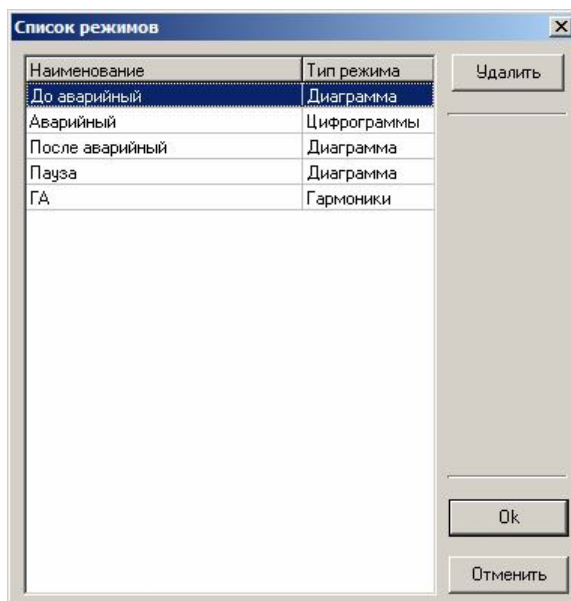


Рис. 2.5. Список режимов

Пункт меню "Закреть" окна модуля предназначен для выхода из модуля. Действие этого пункта меню такое же, как и кнопки в верхнем правом окне модуля.

2.3. Сообщения системы о неисправностях "УСТРОЙСТВА"

"УСТРОЙСТВО" имеет систему самодиагностики, которая выполняет защитные функции. После обнаружения системой самодиагностики неисправностей в "УСТРОЙСТВЕ" на высший уровень передаются соответствующие сообщения пользователю. Эти сообщения выводятся на экран.

Предусмотрены следующие сообщения:

- "Устройство не заземлено!";
- "Отключение прибора!";
- "Закорачивание цепей напряжения(название цепей напряжения)!";
- "Разрыв токовых цепей (название токовых цепей)!";
- "Перегрев каналов (название каналов тока и напряжения)!";
- "Заблокированы цепи напряжения (название цепей напряжения)!";
- "Заблокированы токовые цепи (название токовых цепей)!";
- " Остановка работы устройства. Разрыв по времени при передаче данных!";
- "Остановка работы устройства. Переполнение памяти!";
- "Нет связи с устройством!";
- "Отказ усилителей каналов (название каналов напряжения)!";

- *"Срабатывание защит каналов (название токовых цепей)!"*.

Сообщение *"Устройство не заземлено!"* возникает в случае, когда "УСТРОЙСТВО" не заземлено. Сообщение возникает однократно. Это сообщение является информационным и не влияет на работу "УСТРОЙСТВА".

Сообщение *"Отключение прибора!"* возникает в случае прекращения питания "УСТРОЙСТВА".

Сообщение *"Закорачивание цепей напряжения(название цепей напряжения)!"* возникает в случае, когда сопротивление нагрузки, присоединенной к соответствующей цепи напряжения, будет меньше допустимого. После закрытия окна с этим сообщением открывается диалоговое окно с запросом *"Продолжить работу?"*. Если пользователь устранит неисправность и нажмет кнопку **"Да"**, система продолжит работу. Если пользователь нажмет кнопку **"Нет"**, "УСТРОЙСТВО" остановится и для дальнейшей работы необходимо его выключить и повторно включить.

Сообщение *"Разрыв токовых цепей (название токовых цепей)!"* появится в случае, когда сопротивление нагрузки, подсоединенной к соответствующей токовой цепи, будет больше допустимого. Действия пользователя должны быть такими же, как и в предыдущем случае.

Сообщение *"Перегрев каналов (название каналов тока и напряжения)!"* возникает в случае нарушения температурного режима усилителей каналов. Необходимо выключить "УСТРОЙСТВО" на некоторое время для охлаждения.

Сообщения *"Заблокированы цепи напряжения (название цепей напряжения)!"* и *"Заблокированы токовые цепи (название токовых цепей)!"* возникают при трехкратном повторе аварийной ситуации (*"Закорачивание цепей напряжения!"*, *"Разрыв токовых цепей!"*).

Сообщение *"Остановка работы устройства. Разрыв по времени при передаче данных!"* появится в случае, когда в пакете передачи данных от ПК к "УСТРОЙСТВУ" возникают недопустимо большие паузы по времени, что сигнализирует о сбоях в канале связи. Необходимо проверить канал связи и продолжить работу.

Сообщение *"Остановка работы устройства. Переполнение памяти!"* появится в случае, когда пользователь подготовил цифrogramму, которая занимает объем памяти больше предусмотренного в "УСТРОЙСТВЕ". После такого сообщения пользователю необходимо сократить длительность цифrogramмы.

Сообщение *"Нет связи с устройством!"* появится во время загрузки программы в случае, когда отсутствует связь с "УСТРОЙСТВОМ". После такого сообщения пользователю необходимо установить связь.

Сообщение *"Отказ усилителей каналов (название каналов тока и напряжения)!"* появится в случае появления внешнего напряжения на канале или неисправности канала. Необходимо выключить "УСТРОЙСТВО" на некоторое время для охлаждения, повторно включить. Если неисправность не ликвидировалась, отправить "УСТРОЙСТВО" в ремонт.

Сообщение *"Срабатывание защит каналов (название токовых цепей)!"* появится в случае срабатывания защиты токового канала. Необходимо выключить "УСТРОЙСТВО" на

некоторое время для охлаждения, повторно включить. Если неисправность не ликвидировалась, отправить "УСТРОЙСТВО" в ремонт.

2.4. Протокол

Команды этого пункта меню позволяют пользователю создавать протоколы с информацией о результатах проверки. Форма протокола является определенной для каждого режима проверки конкретного устройства. После выбора пункта меню "Протокол" открывается подменю (рис. 2.6) со списком команд, которые позволяют добавлять к уже созданным протоколам новые (команда "Добавить" ) , выводить на экран монитора созданные в данной сессии проверки протоколы (команда "Показать" ) , изымать созданные в данной сессии проверки протоколы (команда "Очистить" ) и загружать раньше созданные и сохраненные протоколы (команда "Архив протоколов").

Следует помнить, что никаких изменений в протокол пользователь вносить не может!

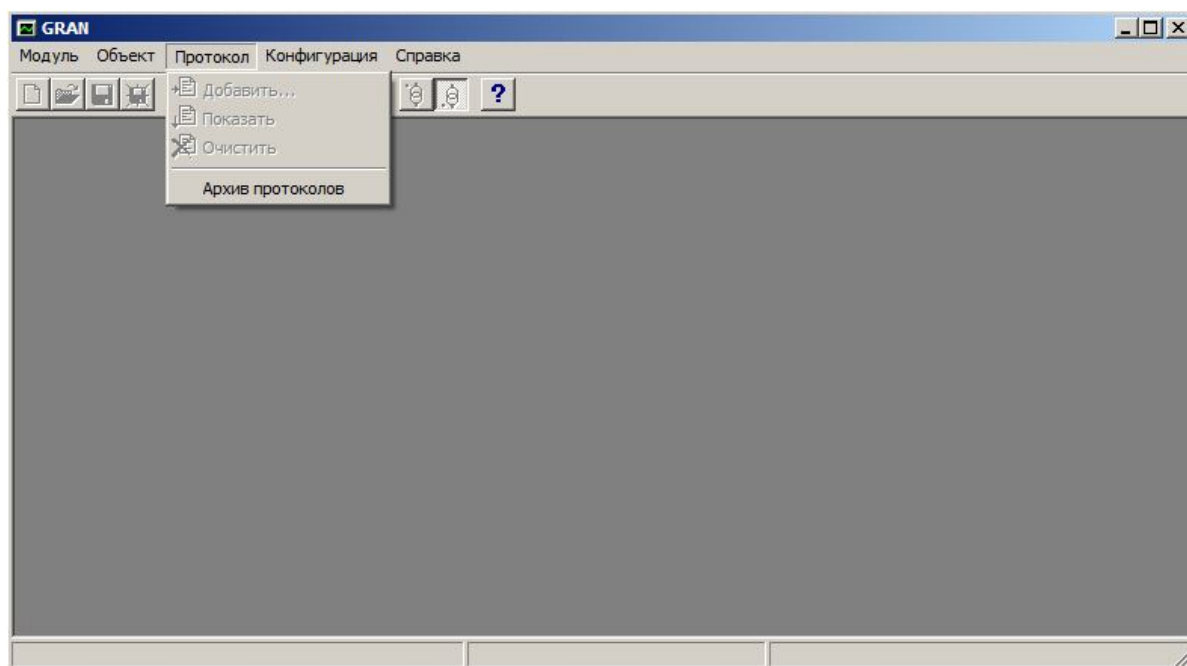


Рис. 2.6. Команды меню "Протокол"

После выбора команды "Добавить" на экране дисплея появляется диалоговое окно, в котором пользователь может записать комментарий, который отобразится в протоколе (рис. 2.7) и после нажатия кнопки "Ok" будет создан и добавлен новый протокол.

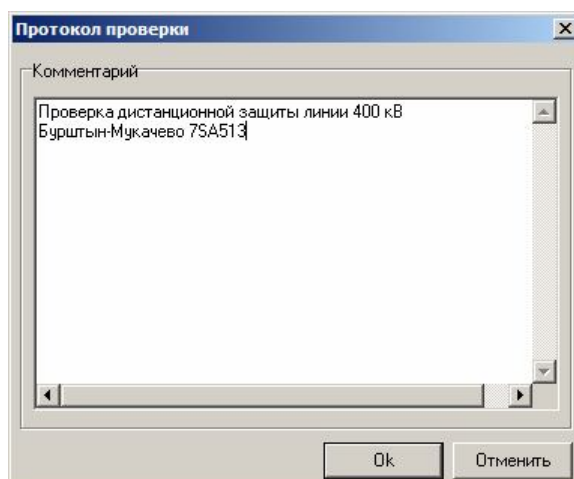


Рис. 2.7. Окно для записи комментария при создании протокола

Команда "*Показать*" позволяет пользователю отобразить созданные в данной сессии проверки протоколы в отдельном окне, в котором можно осуществлять их просмотр, запись в библиотеку или печать.

После активизации команды "*Очистить*" откроется диалоговое окно, где будет предложено подтвердить данную команду, и после подтверждения данный протокол будет уничтожен.

После активизации команды "*Архив протоколов*" на экран монитора выводится окно (рис. 2.8), где можно отобразить протокол из файла. Для отображения нужного протокола необходимо воспользоваться пиктограммой  – "*Загрузить протокол*".

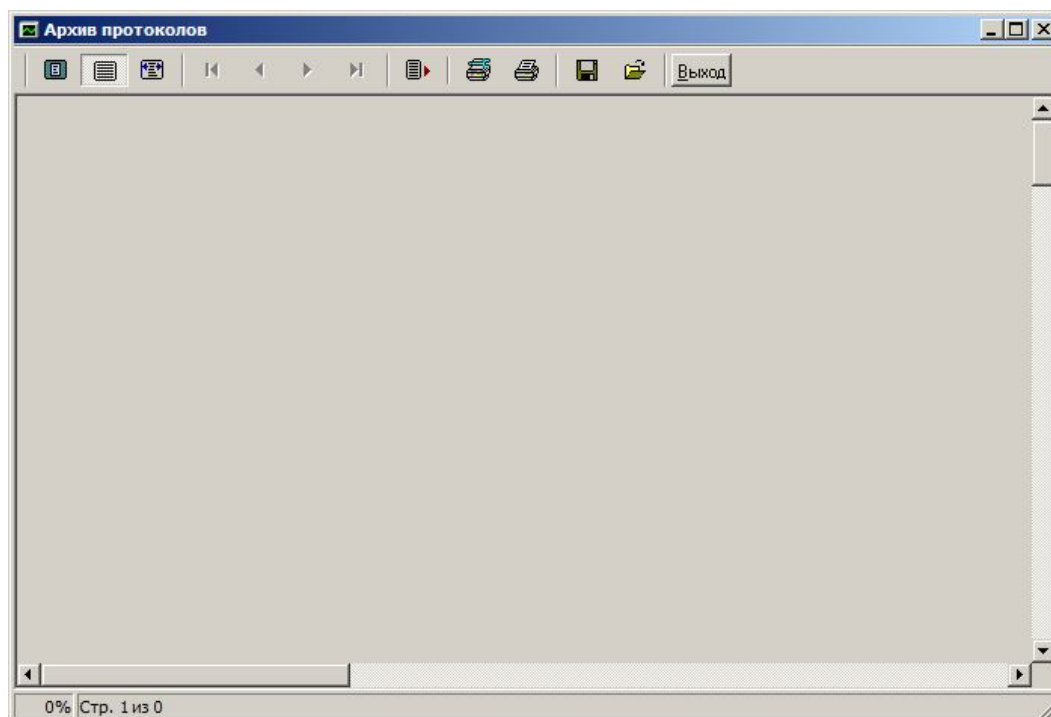


Рис. 2.8. Окно отображения протоколов из архива

Для примера на рис. 2.9 приведен протокол результатов работы устройства из страницы "Векторная диаграмма" модуля "Независимый источник".

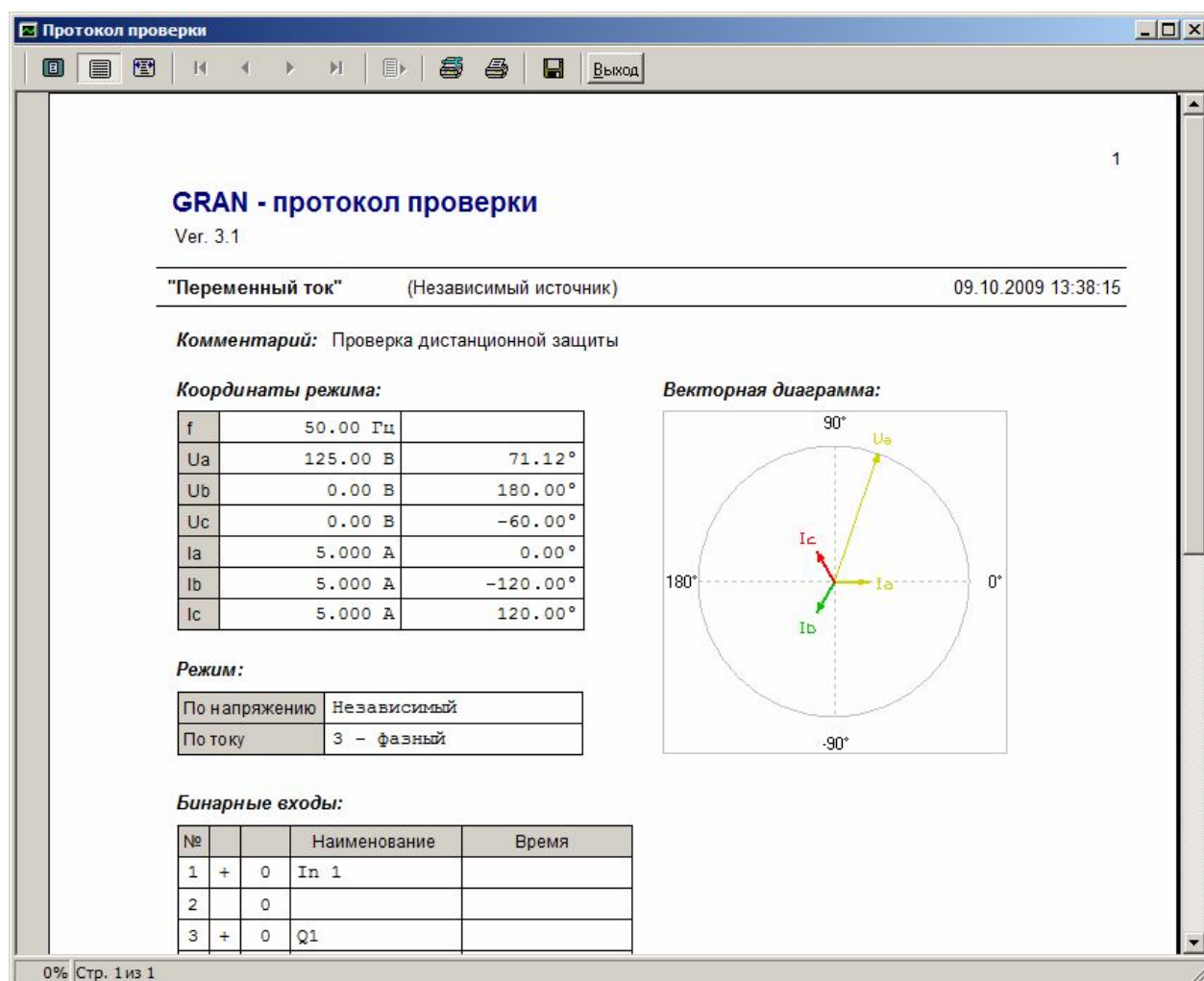


Рис. 2.9. Пример протокола

Окно "Протокол исследований" содержит панель инструментов с набором следующих команд:

- - масштабирование по окну;
- - отображение протокола на экране без масштабирования;
- - масштабирование по ширине окна;
- - переход на первую страницу протокола;
- - переход на предыдущую страницу;
- - переход на следующую страницу;
- - переход на последнюю страницу;

-  - переход на страницу с номером;
-  - установка параметров конфигурации печати;
-  - печать протокола;
-  - сохранение протокола в заданном файле;
-  - выход из протокола.

Следует помнить, если пользователь не осуществил запись протокола в файл, после выхода из программы он будет потерян!

2.5. Конфигурация

Меню "Конфигурация" (рис. 2.10) содержит следующие команды:

- "Без связи (Связь)";
- "Системные функции"; *
- "Мультиметр";
- "Окно аналоговых входов"; *
- "Аналоговые входы"; *
- "Калибровка";
- "Порт обмена";
- "Графика";
- "Автосохранение";
- "Формирование результата";
- "Звук"; *
- "Синхронизация от сети"; *
- "Первичные координаты";
- "Вторичные координаты".

* Для некоторых модификаций устройства эта команда может отсутствовать

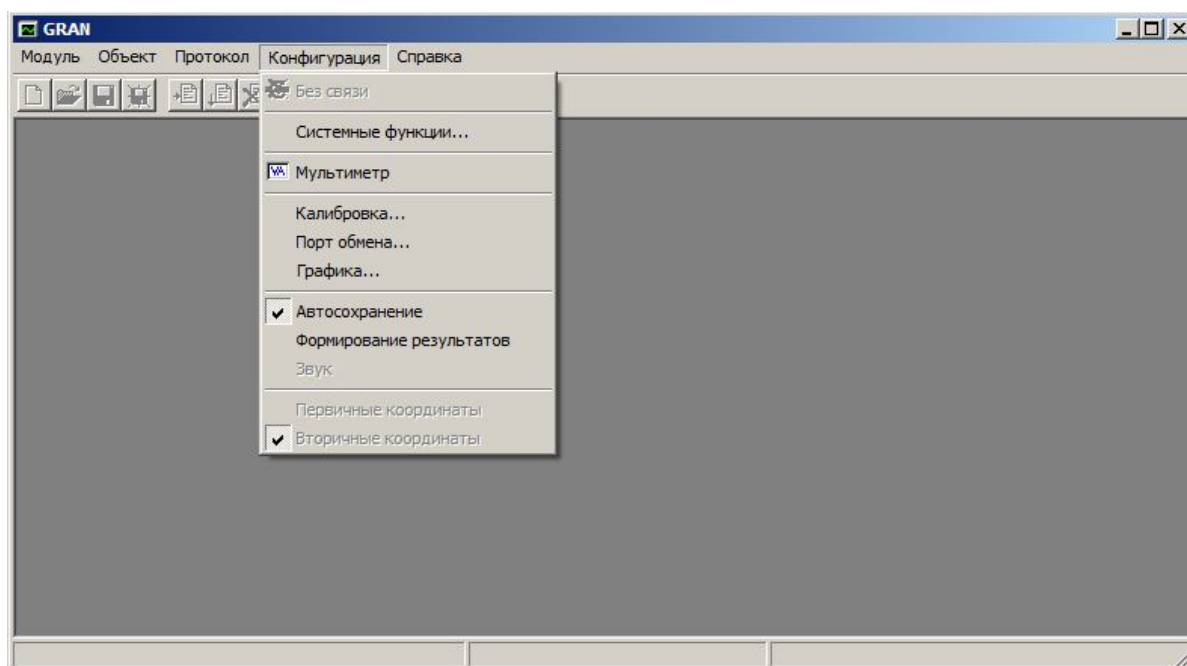


Рис. 2.10. Меню "Конфигурация"

2.5.1. Команда связи с устройством нижнего уровня

Команда "Без связи"  ("Связь" ) позволяет программно подсоединять (отсоединять) "УСТРОЙСТВО" к ПК. В режиме "Без связи" ПК переводится в автономный режим.

Если "УСТРОЙСТВО" физически не подсоединено к ПК, отключено от сети, физически поврежден тракт связи, подсоединено к незадекларированному COM порту, еще не успела загрузиться программа "УСТРОЙСТВА", то перейти в режим "Со связью" невозможно. Если такая попытка возникает, то на дисплее ПК появляется окно (рис. 2.11).

В случае, когда заданный в конфигурации номер COM порта не инициализируется в ОС Windows, команда будет недоступна. В этом случае необходимо установить нужный номер COM порта (см. п. 2.5.4).



Рис. 2.11. Сообщение об отсутствии связи с устройством

В режиме "Без связи" управление "УСТРОЙСТВОМ" невозможно.

2.5.2. Команда "Системные функции"

Эти функции предназначены для настройки "УСТРОЙСТВА" и для пользователя они недоступны.

2.5.3. Команда "Мультиметр"

В устройстве предусмотрена возможность отображать величины аналоговых сигналов от цифрового мультиметра, который подсоединяется к "УСТРОЙСТВУ" через разъем RS-232, размещенный на лицевой панели.

Для отображения величины аналогового сигнала необходимо инициализировать команду "Мультиметр". На экран монитора ПК выведется окно (рис. 2.12).

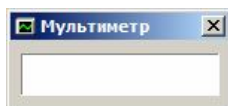


Рис. 2.12. Мультиметр

В этом окне отобразится информация об измеряемом аналоговом сигнале от цифрового мультиметра.

2.5.4. Команда "Окно аналоговых входов"

В некоторых модификациях "УСТРОЙСТВА" предусмотрена возможность непосредственно измерять аналоговые сигналы. Для контроля за аналоговыми сигналами на лицевой панели предусмотрены соответствующие разъемы. На эти разъемы подаются аналоговые сигналы от внешних устройств.

Значение этих аналоговых сигналов или их определенные характеристики отображаются в окне (рис. 2.13). Для этого необходимо инициализировать команду "Окно аналоговых входов". Количество полей отображения будет отвечать количеству аналоговых входов "УСТРОЙСТВА".



Рис. 2.13. Окно аналоговых входов

2.5.5. Команда "Аналоговые входы"

Эта команда предназначена для определения режимов работы аналоговых входов. После инициализации этой команды на экране ПК появится окно (рис. 2.14).

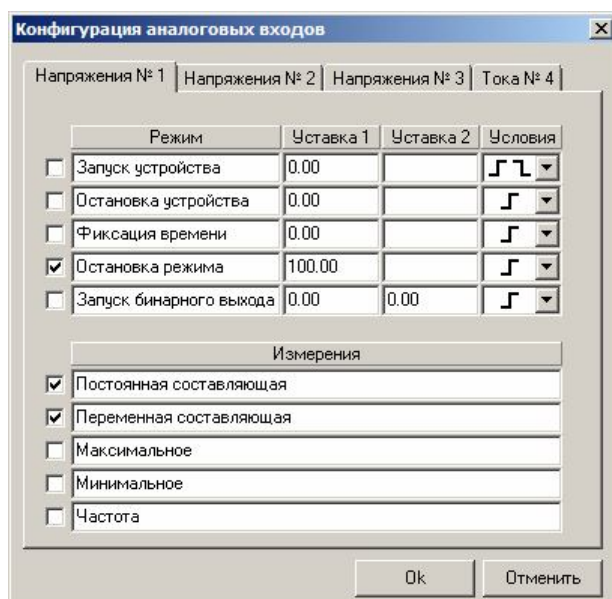


Рис. 2.14. Конфигурация аналоговых входов

Режимы работы для каждого аналогового входа задаются на отдельных страницах окна. Предусмотрены следующие режимы:

- запуск устройства;
- остановка устройства;
- фиксация времени;
- остановка режима;
- запуск бинарного выхода.

Условия выполнения этих режимов задаются в полях "Уставка 1", "Уставка 2", "Условия".

Описание этих режимов приведено в п. 3.2.4.

Кроме того предусмотрены измерения по аналоговым входам следующих величин:

- постоянная составляющая;
- переменная составляющая;
- максимальное значение;
- минимальное значение;
- частота.

2.5.6. Команда "Калибровка"

Команда "Калибровка" позволяет откалибровать каналы напряжения и каналы тока как по переменному, так и по постоянному току. Кроме того есть возможность определить реальное время срабатывания и возврата дискретных выходов для точного отображения

результатов проверки. Предварительно к аналоговым выходам напряжения и тока "УСТРОЙСТВА" необходимо подсоединить поверенные приборы на класс точности выше от класса точности "УСТРОЙСТВА".

Калибровка сигналов осуществляется для режимов как переменного, так и постоянного тока.

Следует помнить, что в режиме постоянного тока "УСТРОЙСТВО" генерирует сигналы сформированные по точкам. Также к сигналам, сформированным по точкам, принадлежат: сигналы с гармоническими составляющими, цифrogramмы и их комбинации. Поэтому необходимо обязательно откалибровать "УСТРОЙСТВО" как по переменному, так и по постоянному току!

После активизации команды "Калибровка" на дисплее ПК появится окно (рис. 2.15).

Из страницы "Переменный ток" данного окна осуществляется калибровка "УСТРОЙСТВА" для режима переменного тока.

Рис. 2.15. Калибровка каналов устройства по переменному току

Для этого в соответствующих полях для каждого канала задаются коэффициенты для коррекции величины сигнала и его фазы. В нулевом приближении предусмотрен коэффициент коррекции величины сигнала "1", а его фазы – "0".

Следует помнить, если значение коэффициента калибровки по величине больше 1, при генерировании "УСТРОЙСТВОМ" максимальных величин или близких к ним возможно искажение сигнала!

На этой странице предусмотрена также возможность коррекции частоты.

Для калибровки канала в соответствующих полях задаются величины тока и напряжения. После этого необходимо нажать на кнопку **"Старт"** – заданные напряжения и токи будут поступать на "УСТРОЙСТВО" и выводиться на соответствующие приборы измерения. Действуя на смену коэффициента калибровки, необходимо добиться равенства показаний прибора заданной величине. Изменение коэффициента калибровки осуществляется дискретно с помощью кнопок со стрелками возле соответствующего поля редактирования. Дискретность задается в полях " ΔU ", " ΔI ", " Δj ", " Δf ".

Кроме этого, значение коэффициента можно задать непосредственно в соответствующем поле. Калибровка осуществляется отдельно для всех шести каналов.

Для калибровки каналов по постоянному току необходимо перейти на страницу **"Постоянный ток"** (рис. 2.16).

Рис. 2.16. Калибровка каналов устройства по постоянному току

Калибровка каналов по постоянному току осуществляется так же как и по переменному.

Для установления реального времени срабатывания (возврата) реле бинарных выходов необходимо перейти на страницу **"Бинарные выходы"** (рис. 2.17).

Рис. 2.17. Калибровка бинарных выходов

Калибровка бинарных выходов необходима для более точного воссоздания результатов проверки (с учетом реального времени работы реле бинарного выхода "УСТРОЙСТВА"). Для этого необходимо определить время срабатывания и время возврата каждого реле бинарного выхода "УСТРОЙСТВА". С этой целью нужно провести следующий эксперимент:

- 1) в окне "Калибровка каналов" (см. рис. 2.17) в соответствующих полях редактирования задать значение "ноль" для времен срабатывания и возврата;
- 2) активизировать модуль "Независимый источник" (детально см. раздел 3);
- 3) на странице "Конфигурация" этого модуля необходимо выбрать любой бинарный вход в режиме "Фиксация времени", например №1;
- 4) выбрать бинарный выход, который калибруется. В комбинированном поле "Старт" установить разомкнутое начальное состояние - . В поле "Режим" задать время срабатывания, например, 1, а в поле "Время" – задать время возврата относительно времени срабатывания, например, 1;
- 5) соединить выбранный бинарный вход с бинарным выходом на лицевой панели "УСТРОЙСТВА". При таком соединении бинарный вход будет повторять бинарный выход;
- 6) в пункте главного меню "Конфигурация" (см. рис. 2.10) установить режим "Формирования результатов";

- 7) на странице "Векторная диаграмма" значения напряжений и токов установить равными нулю и нажать кнопку "Старт". По истечении установленной (см. п. 4) 1 сек. сработает выбранный бинарный выход, а еще через 1 сек. реле бинарного выхода вернется в исходное состояние. После этого необходимо нажать кнопку "Стоп";
- 8) перейти на страницу "Результаты", на которой будет отображена в графической форме работа бинарного выхода и входа. По результатам эксперимента необходимо найти разницу времен срабатывания ($\Delta t_{\text{ср}}$) и возврата ($\Delta t_{\text{пов}}$) бинарного выхода и входа (рис. 2.18). Эти значения необходимо ввести в соответствующие поля в окне "Калибровка каналов" (см. рис. 2.17). Для более точного измерения необходимо осуществить масштабирование графического изображения по времени. Для этого в режиме "Выбор отрезка" (этот режим устанавливается в локальном меню) выделить часовой диапазон в границах срабатывания бинарного входа и выхода. В режиме "Мгновенные значения" (выбирается из локального меню) определяются время срабатывания бинарного выхода (t_1) и бинарного входа (t_2), вычисляется разница этих времен, как $\Delta t_{\text{ср}} = t_2 - t_1$. Полученное значение необходимо занести в поле редактирования "Время срабатывания" соответствующего бинарного выхода. Такие же действия повторить для определения времени возврата ($\Delta t_{\text{в}} = t_4 - t_3$). Полученное значение занести в поле редактирования "Время возврата";
- 9) повторить пп. 1-8 для калибровки всех остальных бинарных выходов.

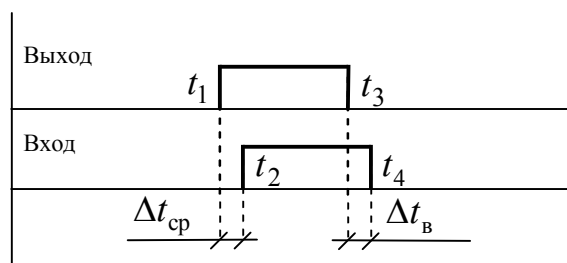


Рис. 2.18. Определение времени срабатывания и возврата бинарного выхода

По окончании процесса калибровки необходимо сохранить полученные значения времени срабатывания и возврата. Для этого нужно нажать кнопку "Применить".

Все коэффициенты калибровки будут сохранены в конфигурационном файле и учтены в последующей работе "УСТРОЙСТВА". Перед записью необходимо в поле редактирования "Исполнитель" задать фамилию пользователя, который осуществлял калибровку. При записи коэффициентов калибровки автоматически записывается и дата осуществления калибровки.

2.5.7. Команда "Порт обмена"

Команда предназначена для выбора последовательного порта ПК, который будет использоваться для связи с "УСТРОЙСТВОМ".

После активизации данной команды на дисплее компьютера появится окно (рис. 2.19).

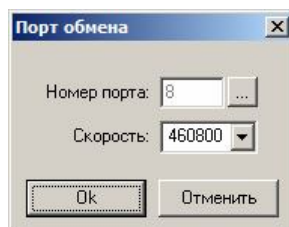


Рис. 2.19. Окно выбора порта связи

В поле "Номер порта" будет отображен номер выбранного порта. Для изменения номера порта нажать кнопку справа от поля, откроется диалоговое окно с списком доступных портов (рис. 2.20). Необходимо выбрать нужный порт и нажать кнопку "Ok". Связь ПК с "УСТРОЙСТВОМ" будет осуществляться через выбранный порт.

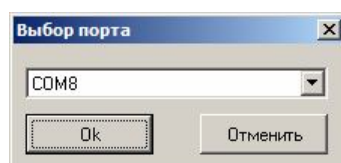


Рис. 2.20. Перечень последовательных портов

В некоторых модификациях устройства возможно задавать скорость обмена, выбор её осуществляется с помощью комбинированного поля "Скорость".

Следует помнить, если такой возможности нет, тогда необходимо задать скорость 115200.

2.5.8. Команда "Графика"

После активизации данной команды на дисплее ПК появится окно (рис. 2.21). Для изменения параметров графики необходимо выбрать страницу "Графика".

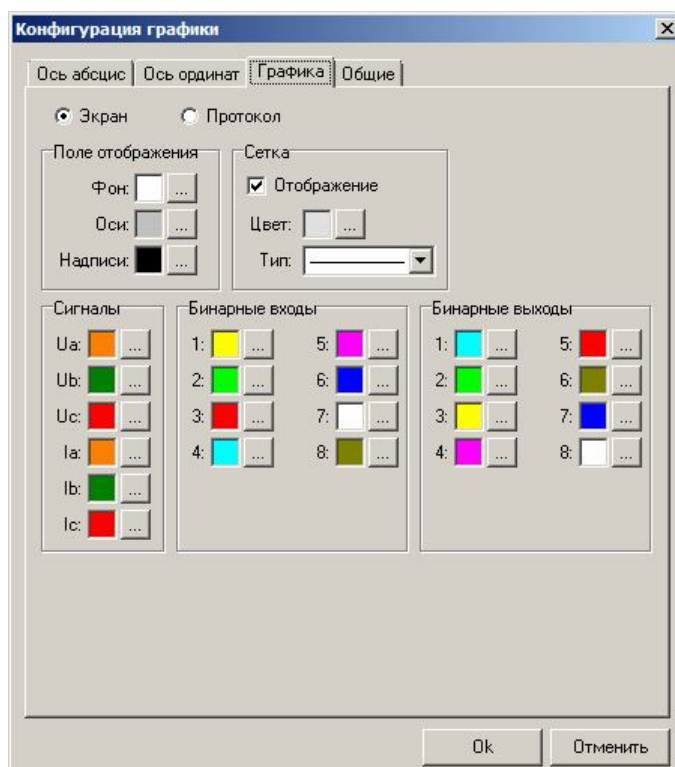


Рис. 2.21. Окно изменения параметров графики

На этой странице пользователь может изменять цвет фона, осей, надписей полей отображения векторных диаграмм, цифрограмм, цвет и стиль отображения сетки, цвета отображения сигналов, а также цвета отображения изменения во времени состояний бинарных входов и выходов.

Для изменения цвета нужно нажать кнопку, которая расположена возле поля с образцом цвета, – появится стандартное окно палитры цветов, из которого осуществляется выбор нужного цвета. По окончании выбора желаемых цветов в окне (см. рис. 2.21) необходимо нажать кнопку **"Ok"** – при последующей работе будут использоваться выбранные цвета.

Предусмотрена возможность задавать отдельно параметры графики для отображения на экране ПК, а также для вывода информации в протокол. Для этого предусмотрены соответствующие переключатели (**"Экран"**, **"Протокол"**).

Следует помнить что для разных модулей на странице "Графика" могут быть дополнительные параметры графики.

Работа с другими страницами данного окна (**"Ось X"**, **"Ось Y"**, **"Общие"**) детально описана в п. 9.2.4.1.

2.5.9. Команда "Автосохранение"

Команда позволяет задавать режим автоматического сохранения данных объекта.

После активизации данного режима при закрытии модуля проверки или при загрузке объекта модуля с диска текущая информация будет автоматически сохранена в объекте с

именем, которое было определено раньше. Если эта информация еще не была сохранена, то перед ее записью откроется стандартное диалоговое окно, где нужно определить имя и место расположения объекта.

Если режим "Автосохранение" не активизирован, тогда при закрытии модуля проверки или при загрузке нового объекта с диска, сохранение информации необходимо будет подтвердить в диалоговом окне (рис. 2.22).

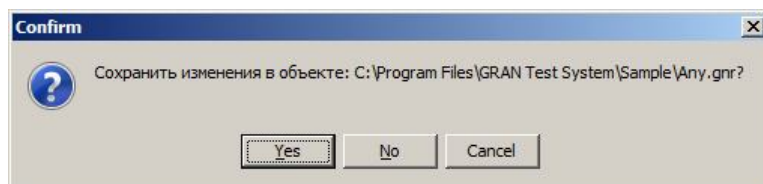


Рис. 2.22. Сохранение изменений в объекте

2.5.10. Команда "Формирование результата"

Команда позволяет задавать (отменять) режим формирования результатов проверки.

В программном обеспечении устройства в большинстве модулей предусмотрена страница "Результаты", на которую выводится информация о проверке устройства РЗА. На ней выводятся изменения координат режима (токов и напряжений), а также возможны срабатывания дискретных входов и выходов устройства. Если команда не активизирована результаты проверки не формируются. Последний режим целесообразно применять в случае, когда пользователю не нужны детальные результаты проверки, а достаточно лишь информации на активной странице, которая может сохраняться в протоколе проверки (см. п. 2.4).

2.5.11. Команда "Звук"

Команда предназначена для задания режима со звуковым сопровождением работы "УСТРОЙСТВА" или без такого сопровождения. Если режим активизирован во время работы "УСТРОЙСТВА" некоторые операции, например, пуск, остановка "УСТРОЙСТВА" будут сопровождаться разными звуковыми сигналами.

2.5.12. Команда "Синхронизация от сети"

Данная команда позволяет установить режим синхронизации от сети. Если этот режим активизирован, тогда гармонические сигналы, генерируемые "УСТРОЙСТВОМ" определяются частотой сети, от которой питается "УСТРОЙСТВО". В этом режиме задать частоту генерирования вручную невозможно – соответствующие поля редактирования на всех страницах модулей будут недоступными.

2.5.13. Команда "Первичные координаты"

Команда предназначена для задания режима токов и напряжений в первичных координатах. Этот режим доступен в следующих модулях проверки: *"Независимый источник"*, *"Дистанционная защита"*, *"Независимая частота"*. Для пересчета из вторичных в первичные координаты используются коэффициенты трансформации по току и напряжению, которые автоматически рассчитываются на основе номинальных первичных и вторичных значений токов и напряжений трансформаторов тока и напряжения соответственно. Эти значения задаются на странице *"Конфигурация"* соответствующих модулей.

2.5.14. Команда "Вторичные координаты"

Команда предназначена для задания режима токов и напряжений во вторичных координатах.

3. МОДУЛЬ "НЕЗАВИСИМЫЙ ИСТОЧНИК"

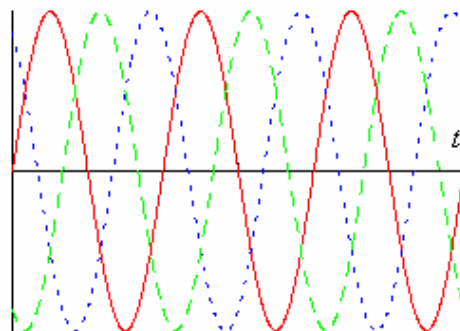
3.1. Общие положения

Модуль "Независимый источник" предназначен для ручной проверки и наладки устройств РЗА и других электротехнических аппаратов любой степени сложности.

Использование этого модуля дает возможность пользователю проверять работу исследуемого устройства при генерировании "УСТРОЙСТВОМ" сигналов разной сложности:

- гармонических – значения фазных токов и напряжений формируются по гармоническим законом с заданной частотой;
- постоянного напряжения и постоянного тока – генерируются не гармонические сигналы напряжений и токов;
- сложные гармонические сигналы – значения токов и напряжений формируются с учетом высших гармонических составляющих и субгармоник;
- сложные гармонические сигналы с учетом аperiodической составляющей – значения токов и напряжений формируются с учетом высших гармонических составляющих, субгармоник и аperiodической составляющей;
- цифрограммы – воспроизводятся сформированные другими цифровыми устройствами РЗА или различными цифровыми моделями формы токов и напряжений;
- сложные режимы – реализуются формы токов и напряжений с последовательной обработкой во времени различных комбинаций всех выше названных сигналов.

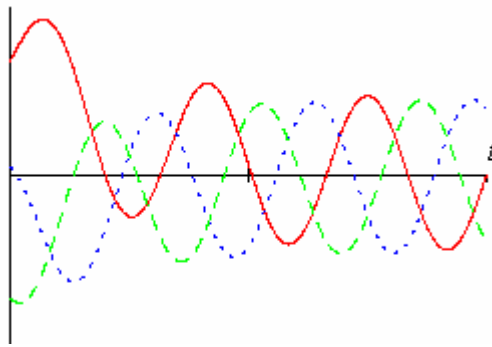
На рис 3.1 показаны примеры различных цифрограмм.



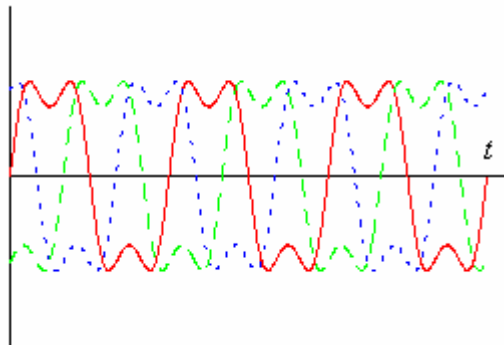
а) гармонические сигналы



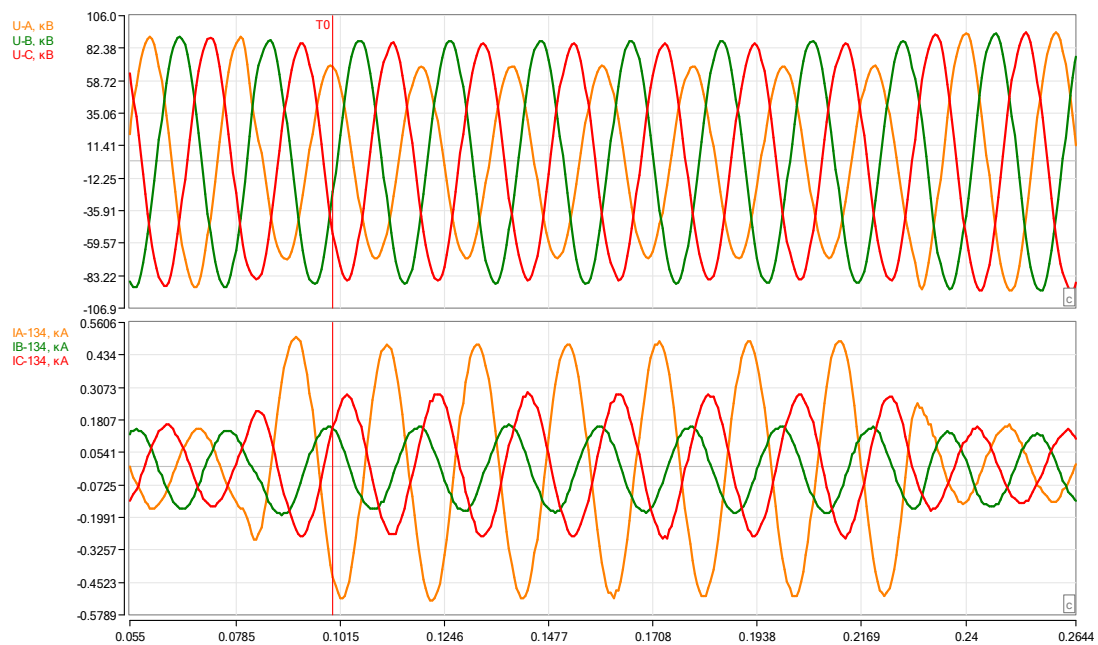
б) сигналы постоянного напряжения или тока



в) гармонические сигналы с аперiodической составляющей



г) гармонические сигналы с высшими гармоническими составляющими



д) цифровая запись, записанная на реальной подстанции цифровым осциллографом

Рис. 3.1. Примеры различных видов сигналов

Для организации таких режимов необходимо выполнить ряд подготовительных операций. Эти операции функционально разделены и сформированы на отдельных страницах.

Предусмотрены следующие страницы:

- "Конфигурация";
- "Векторная диаграмма (переменный ток) ";
- "Векторная диаграмма (постоянный ток) ";
- "Гармоники";
- "Цифрограммы";
- "Изменение координат (по переменному току)";
- "Изменение координат (по постоянному току) ";
- "Сложный режим";
- "Результаты".

Информация, формируемая на страницах модуля, может записываться в библиотеку с целью использования ее для наладки других устройств РЗА (см. п.2.2).

3.2. Страница "Конфигурация"

На странице "Конфигурация" задаются предельные параметры проверяемого устройства, частота переменного тока, дискретность изменения координат режима (напряжения, тока, угла, частоты), а также информация для дискретных (бинарных) входов, дискретных (бинарных) выходов.

Общий вид страницы "Конфигурация" приведен на рис. 3.2. На этой странице размещены групповые поля "Устройство", "Переменный ток", "Постоянный ток", "Бинарные входы", "Бинарные выходы", "Состояние бинарных входов (выходов) ".

Независимый источник - конфигурация

Режим:

Конфигурация | Векторная диаграмма | Гармоники | Цифрограммы | Изменение координат | Составной режим | Результаты

Устройство

Станция / подстанция: Бурштинская ТЭС

Присоединение: Линия 400 кВ Бурштин-Мукачево

Устройство: 7SA513

Проверяющий: Шмагала В.М.

Положение бинарных входов (выходов)

☐ разомкнутый

☒ замкнутый

Переменный ток

Частота, Гц	Первичные U, кВ	Вторичные U, В	Первичные I, кА	Вторичные I, А
f _{ном} : 50.00	U _{ном.л} : 110.00 U _{ном.ф} : 63.51	U _{ном.л} : 100.00 U _{ном.ф} : 57.74 U _{макс.ф} : 125.00	I _{ном} : 1.00	I _{ном} : 1.00 I _{макс} : 20.00
Δf: 0.10				

Постоянный ток

U, В	I, А
U _{ном} : 57.74 U _{макс} : 175.00	I _{ном} : 5.00 I _{макс} : 7.50

Бинарные входы

Название	Положение	Фиксация времени	Режим
1 ☒ In 1		0.0000	Фиксация времени
2 ☐		0.0000	Фиксация времени
3 ☒ Q1		0.0000	Остановка режима
4 ☐		0.0000	Фиксация времени
5 ☐		0.0000	Фиксация времени
6 ☐		0.0000	Фиксация времени
7 ☐		0.0000	Фиксация времени
8 ☐		0.0000	Фиксация времени

Бинарные выходы

Название	Старт	Режим	Время
1 ☒ Out 1		1.0000	1.0000
2 ☐		0.0000	0.0000
3 ☐		0.0000	0.0000
4 ☐		0.0000	0.0000
5 ☐		0.0000	0.0000
6 ☐		0.0000	0.0000
7 ☐		0.0000	0.0000
8 ☐		0.0000	0.0000

Рис. 3.2. Страница "Конфигурация" модуля "Независимый источник"

3.2.1. Поле "Устройство"

В этом поле пользователь записывает короткую характеристику проверяемого устройства.

В отдельных полях редактирования записывается название электрической станции (подстанции), где находится данное устройство, присоединение, для которого оно предназначено, например, название линии, трансформатора и тому подобное, название самого устройства, а также имя проверяющего. Эта информация вместе с результатами проверки в дальнейшем будет сохраняться в протоколе.

3.2.2. Поле "Переменный ток"

Для проверки устройств переменного тока в групповом поле "Переменный ток" необходимо задать следующую информацию:

- $f_{ном}$ – номинальная частота гармонических сигналов токов и напряжений;
- Δf – шаг изменения частоты – для организации гармонических сигналов с переменной частотой;
- $U_{ном.л}$ – первичное номинальное линейное напряжение;

- $U_{ном.ф}$ – первичное номинальное фазное напряжение;
- $U_{ном.л}$ – вторичное номинальное линейное напряжение;
- $U_{ном.ф}$ – вторичное номинальное фазное напряжение;
- $U_{max ф}$ – максимальное значение вторичного фазного напряжения;
- $I_{ном}$ – номинальное значение первичного фазного тока;
- $I_{ном}$ – номинальное значение вторичного фазного тока;
- I_{max} – максимальное значение вторичного фазного тока.

Следует помнить, что максимальные значения токов и напряжений ограничиваются техническими возможностями самого "УСТРОЙСТВА". В случае, если пользователь задаст большее значение, оно будет автоматически ограничено.

3.2.3. Поле "Постоянный ток"

Для проверки устройств постоянным током в групповом поле "Постоянный ток" необходимо задать следующую информацию:

- $U_{ном}$ – номинальное значение постоянного напряжения;
- U_{max} – максимальное значение постоянного напряжения;
- $I_{ном}$ – номинальное значение постоянного тока;
- I_{max} – максимальное значение постоянного тока.

Следует помнить, что максимальные значения токов и напряжений ограничиваются техническими возможностями самого "УСТРОЙСТВА". В случае, если пользователь задаст большее значение, оно будет автоматически ограничено.

При этом на экран монитора выводится окно с предупреждением "Значение не может быть больше, чем...!"

Если задается номинальное фазное напряжение устройства, то линейное определяется автоматически, как $U_{ном л} = \sqrt{3} \cdot U_{ном ф}$.

Если задается значение номинального линейного напряжения, то автоматически вычисляется значение фазного напряжения.

3.2.4. Поле "Бинарные входы"

Информация о бинарных входах задается в групповом поле "Бинарные входы". Предусмотрена возможность обработки информации о 8 бинарных входах (см. рис. 3.2). Порядковые номера бинарных входов на странице "Конфигурация" соответствуют физическим входам "УСТРОЙСТВА", к которым подсоединяются выходные контакты реле проверяемого устройства.

Следует помнить, что в зависимости от модификации "УСТРОЙСТВА", бинарные входы могут быть разделенными (рис. 3.3, а), или иметь общую точку с 1-го до 4-го, и с 5-го до 8-го (рис. 3.3, б).

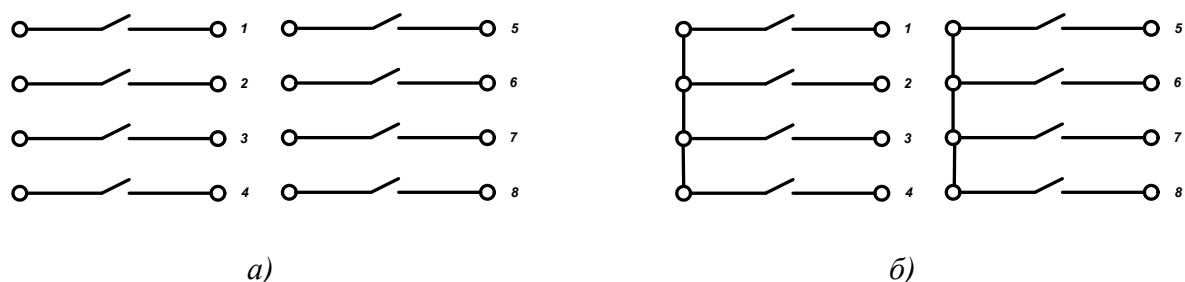


Рис. 3.3. Схемы соединения бинарных входов

Для контактов проверяемого устройства задается следующая информация.

В *первом поле* активизируется (деактивируется) бинарный вход. Активизированный бинарный вход будет обрабатываться устройством. Активизировать необходимо только те бинарные входы, которые будут использоваться в процессе проверки.

Во *втором поле* вводится название бинарного входа. Это название будет фиксироваться в протоколах испытания и на всех других страницах проверки данного модуля. Длина названия не ограничивается.

В *третьем поле* отображается состояние бинарного входа. Зависимо от состояния в этом поле выводится условное изображение контакта, согласно рис.3.4.



Рис. 3.4. Состояние бинарного входа (контакта)

В *четвертом поле* вводится режим фиксации времени срабатывания бинарного входа.

Предусмотрены следующие возможные режимы фиксации времени:

- фиксация времени срабатывания бинарного входа с момента подачи цифrogramмы от "УСТРОЙСТВА" на проверяемое устройство. В этом случае в поле необходимо ввести значение "0";
- фиксация времени срабатывания относительно заранее заданного момента времени. Для этого в поле редактирования необходимо ввести значение времени, относительно которого будет осуществляться отсчет времени срабатывания данного контакта. Если данный контакт сработает раньше заданного времени, то зафиксируется отрицательное значение;
- фиксация времени срабатывания относительно момента срабатывания другого контакта. Для этого необходимо из списка комбинированного поля (в списке есть перечень всех активизированных контактов исключая данный контакт) выбрать нужный номер контакта. Если данный контакт сработает раньше от контакта,

относительно которого необходимо фиксировать время срабатывания, но оба контакта сработали в течение заданной цифрограммы, то устройство зафиксирует отрицательное значение времени срабатывания.

Временные диаграммы, иллюстрирующие все три режима фиксации времени по факту срабатывания исходного контакта проверяемого устройства, приведены на рис. 3.5.

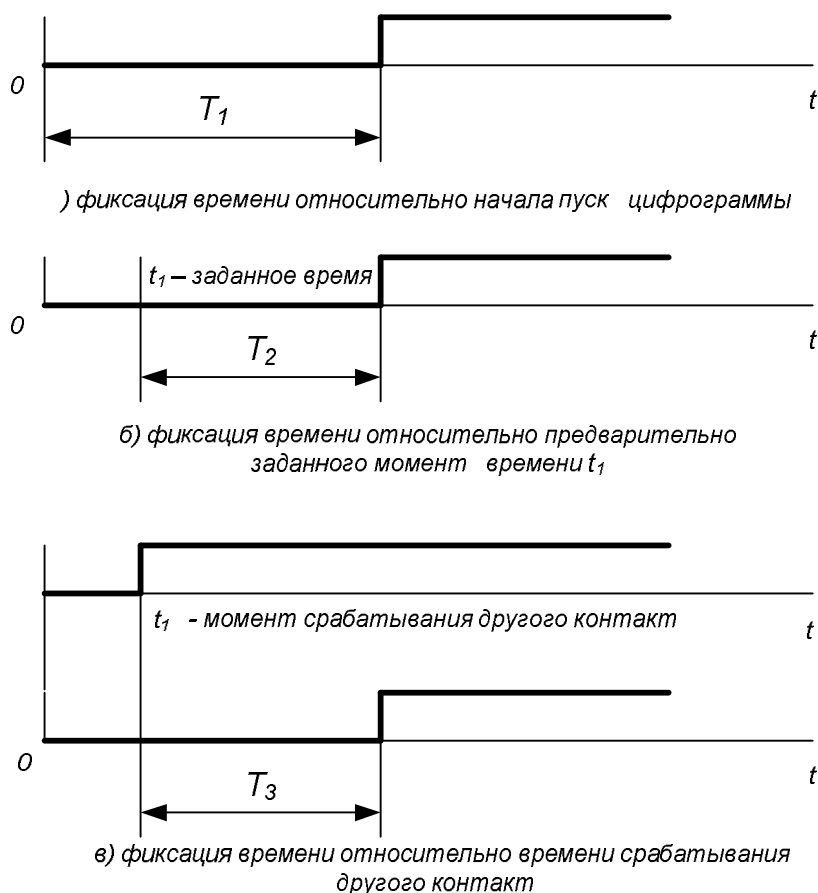


Рис. 3.5. Временные диаграммы фиксации времени срабатывания

В пятом поле выбирается режим работы "УСТРОЙСТВА" зависимо от срабатывания контакта.

Предусмотрены следующие режимы:

- "Фиксация времени". В этом режиме срабатывание данного контакта никакого влияния на работу "УСТРОЙСТВА" не произведёт. Зафиксируется лишь время срабатывания согласно заданного в четвертом поле режима фиксации времени;
- "Остановка режима". В этом режиме после срабатывания контакта происходит остановка простой цифрограммы, которая является составной частью сложной цифрограммы. Об этом детально описано в п. 3.7;
- "Остановка устройства". В этом режиме после срабатывания данного контакта происходит полная остановка "УСТРОЙСТВА";

- *"Запуск устройства"*. После срабатывания данного контакта осуществляется запуск заранее подготовленной цифrogramмы. Об этом детально описано в п. 3.7.2.

3.2.5. Поле "Бинарные выходы"

Предусмотрено восемь бинарных выходов, которые служат для управления "УСТРОЙСТВОМ" внешними устройствами (в некоторых модификациях "УСТРОЙСТВА" может быть другое количество бинарных выходов).

Информация о бинарных выходах задается в групповом поле *"Бинарные выходы"* (рис. 3.2). Порядковые номера бинарных выходов на странице *"Конфигурация"* соответствуют физическим выходам "УСТРОЙСТВА".

Для функционирования бинарных выходов необходимо задать следующую информацию.

В *первом поле* активизируется бинарный выход. Активизировать необходимо только те бинарные выходы, которые будут использоваться в процессе проверки.

Во *втором поле* вводится название бинарного выхода. Это название будет фиксироваться в протоколах испытания и на других страницах модуля *"Независимый источник"*.

В *третьем поле* задается начальное состояние бинарного выхода – замкнутый или разомкнутый (рис. 3.4). Состояние выбирается из списка. Заданное начальное состояние сразу же реализуется физически в "УСТРОЙСТВЕ" при наличии связи.

В *четвертом поле* задается режим работы бинарного выхода. Предусмотрены два режима работы:

- *"Независимый"* – для этого режима в четвертом поле задается время, когда этот бинарный выход должен переключиться в процессе проверки;
- *"Повторение"* – в этом режиме бинарный выход будет переключаться в моменты переключения выбранного бинарного входа проверяемого устройства. Бинарный вход устройства, который проверяется, выбирается из списка (в списке только активизированные бинарные входы).

В *пятом поле* задается время, в течение которого бинарный выход находится в состоянии противоположном начальному (задается в третьем поле), начиная от момента времени, заданного в четвертом поле. Это время будет использоваться только в режиме работы бинарного выхода *"Независимый"*.

3.2.6. Состояние бинарных входов и выходов

Предусмотрена сигнализация о срабатывании контактов проверяемого устройства. Сигнализация реализована с помощью изображения "ламп" соответствующего цвета.

В групповом поле *"Состояние бинарных входов (выходов)"* (рис. 3.2) показано возможное изображение состояния контактов. Зависимо от характера срабатывания это изображение может быть:

- серого цвета – контакт разомкнутый;

- красного цвета – контакт замкнутый.

3.3. Страница "Векторная диаграмма"

Страница "Векторная диаграмма" предусмотрена для формирования трехфазных гармонических сигналов напряжений и токов, сигналов постоянного тока и запуска сложных цифрограмм.

Общий вид страницы "Векторная диаграмма" (переменный ток) приведен на рис. 3.7.

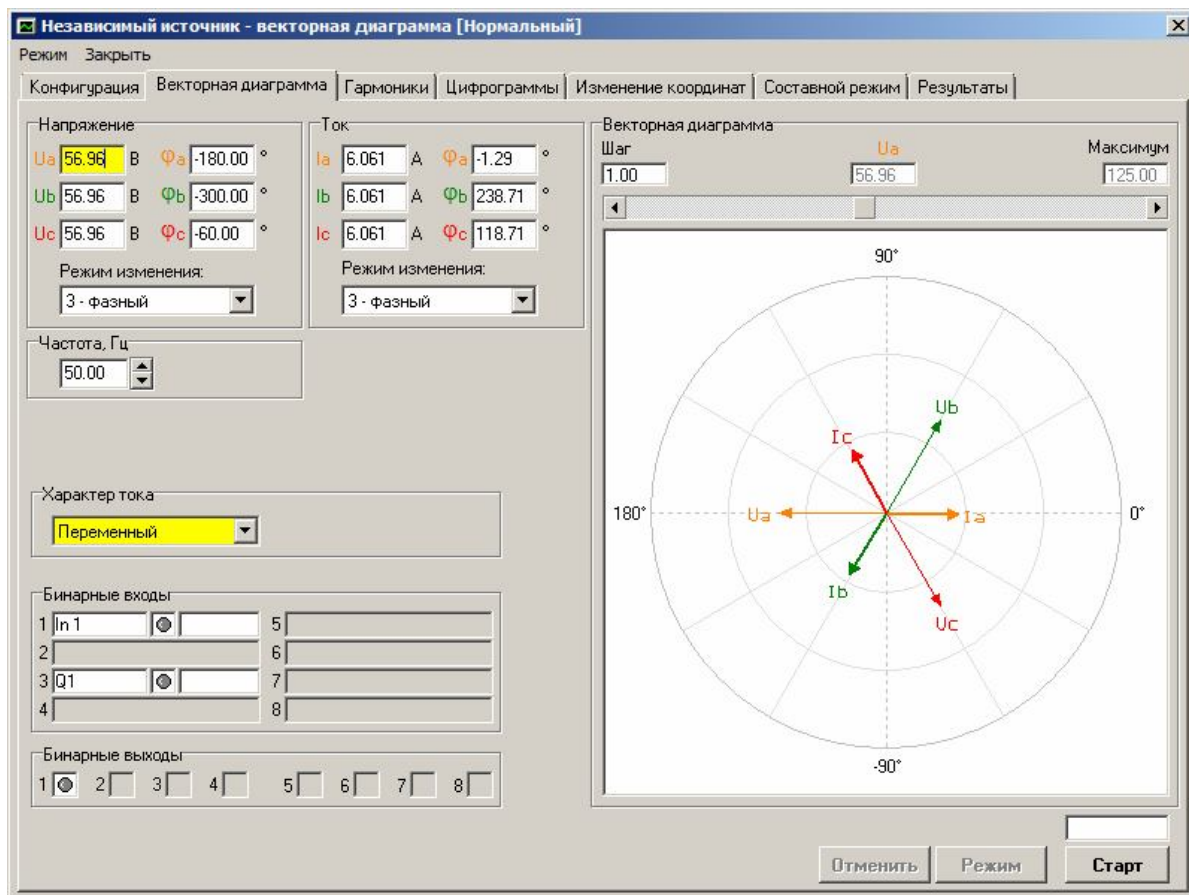


Рис. 3.7. Страница "Векторная диаграмма" для переменного тока

3.3.1. Формирование фазных токов и напряжений

На этой странице можно задавать координаты режима, как переменного, так и постоянного тока. Выбор нужного режима осуществляется в комбинированном поле "Характер тока".

Значения величин токов, напряжений и их начальных фаз можно задавать одним из следующих способов:

- с помощью клавиатуры. Для этого в соответствующем поле редактирования необходимо ввести нужное значение. После перехода к другому полю или после нажатия клавиши <Enter> это значение зафиксировывается и отобразится в поле "Векторная диаграмма" соответствующим положением вектора. Следует помнить,

что значения величин токов и напряжений будут ограничиваться максимальными значениями, которые задаются на странице "*Конфигурация*";

- с помощью скроллинга. С помощью скроллинга можно изменять значение выбранной величины плавно (путем перемещения ползунка скроллинга) или дискретно (нажимая кнопки со стрелками). Для выбора соответствующей величины необходимо сначала активизировать эту величину. Для этого необходимо выбрать соответствующее поле редактирования "*Напряжение*" ("*Ток*") – поле подсветится желтым цветом. После этого над скроллингом (скроллинг находится в верхней части поля "*Векторная диаграмма*") появится название величины, которое можно изменять. Над скроллингом также находятся два поля, в которых выводятся шаг дискретного изменения величины (задается в этом поле) и ее максимальное значение (задается на странице "*Конфигурация*");
- непосредственно действуя на соответствующий вектор, изображенный на векторной диаграмме. Для этого в поле "*Векторная диаграмма*" необходимо курсор подвести до конца нужного вектора (курсор изменит свою форму) и нажать левую клавишу "мыши". Не отпуская левую клавишу "мыши", устанавливается необходимое значение вектора. При этом контролировать величину вектора и его фазу можно в соответствующих полях редактирования "*Напряжение*" ("*Ток*").

Кроме значений фазных токов и фазных напряжений, пользователь может контролировать и другие параметры – линейные напряжения U_{AB} , U_{BC} , U_{CA} ; разницу фазных токов $I_A - I_B$, $I_B - I_C$, $I_C - I_A$; значения симметричных составляющих напряжений и токов, соответственно U_1 , U_2 , U_0 , I_1 , I_2 , I_0 , а также значения активной, реактивной и полной мощностей в фазах P_A , Q_A , S_A , P_B , Q_B , S_B , P_C , Q_C , S_C . Для этого необходимо воспользоваться локальным меню поля "*Векторная диаграмма*".

На странице "*Векторная диаграмма*" предусмотрена возможность изменения частоты гармонических сигналов. Значение частоты можно изменять непосредственно в поле редактирования, а также дискретно, нажимая соответствующие кнопки со стрелками, размещенными справа от поля. Шаг изменения частоты задается на странице "*Конфигурация*".

3.3.2. Режимы формирования фазных токов и напряжений

Предусмотрена возможность задавать режимы формирования токов и напряжений. Нужный режим задается в групповом поле "*Режим изменения*" (для напряжений и токов режимы изменения задаются независимо). Предусмотрены следующие режимы:

- "*Независимый*". В этом режиме можно независимо изменять величину и фазу каждого из векторов напряжения (тока);
- "*Трехфазный*". В этом режиме предусмотрена возможность задавать начальные условия для симметричного режима. После изменения любого из трех векторов (по величине и фазе) два других вектора изменяются автоматически – величина их

становится такой же, как и у измененного вектора, а соответствующие фазы смещаются на $\pm 120^\circ$;

- *"Однофазный"*. В этом режиме задаются одинаковые начальные условия для всех трех векторов как по величине, так и по фазе. Изменение любого из трех векторов автоматически вызывает аналогичное изменение двух других векторов. Все векторы изменяются синфазно. Это дает возможность для токовых цепей (при параллельном соединении всех выходов токовых усилителей) увеличить исходный ток в три раза;
- *"Двухфазный режим (AB – C)"*. В этом режиме изменение вектора напряжения фазы А приводит к автоматическому изменению вектора напряжения фазы В. При этом вектор фазы В изменяется по величине аналогично вектору фазы А, а по фазе смещается на угол 180° . Аналогично осуществляется изменение вектора напряжения (тока) фазы А после изменения вектора напряжения (тока) фазы В. Третий вектор напряжения – фазу С можно изменять независимо. Для токов этот режим несколько иной. Токи фаз А и В изменяются синфазно, а ток фазы С изменяется независимо. Это дает возможность осуществлять проверку сложных устройств РЗА во время имитации двухфазных к.з.;
- *"Симметричные составляющие"*. В этом режиме можно задавать значения величин прямой, обратной и нулевой последовательностей как для токов, так и для напряжений. Значения составляющих и их начальные фазы можно задавать в соответствующих полях редактирования (после перехода в этот режим поля редактирования для фазных величин изменятся на поля редактирования для симметричных составляющих), а также с помощью скроллинга. В поле *"Векторная диаграмма"* будут отображаться фазные значения токов и напряжений, которые соответствуют заданному значению симметричных составляющих и, которые будут генерироваться *"УСТРОЙСТВОМ"*. Следует помнить, что система осуществляет автоматический контроль фазных величин согласно ограничений, заданных на странице *"Конфигурация"*. В случае, когда пользователь задал такое значение одной из симметричных составляющих, которое приведет к увеличению фазной величины больше допустимого предела, то система проигнорирует это изменение и оставит предыдущее значение;
- *"Мощности P и Q"*. В этом режиме пользователь может задавать значения активной и реактивной мощности, которые может генерировать *"УСТРОЙСТВО"* на объект проверки. После перехода в этот режим, в полях редактирования, где задавались значения фазных величин или симметричных составляющих, необходимо вводить значение активной и реактивной мощностей. Значения мощностей задаются независимо для каждой фазы. Для этого режима существует следующая особенность. Если в поле фазных напряжений задается режим *"P, Q"*, то автоматически в поле фазных токов задается режим *"Независимый"* и наоборот, если в поле фазных токов задается режим *"P, Q"*, то в поле фазных напряжений задается режим *"Независимый"*. При этом, если в поле напряжений задаются значения мощностей, то для заданных мощностей и токов осуществляется расчет напряжений, который бы соответствовал соотношениям $P=Real(U \cdot I)$, $Q=Im(U \cdot I)$. В случае, когда значения мощностей

задаются в поле токов, то автоматически осуществляется расчет токов, который бы соответствовал заданным значениям мощностей и напряжений. Значение мощностей можно также задавать при помощи скроллинга. В поле *"Векторная диаграмма"* отображается векторная диаграмма фазных токов и напряжений, которые отвечают заданным мощностям. Как и в режиме симметричных составляющих, система осуществляет автоматический контроль значений фазных токов и напряжений. В случае, когда пользователь задал такое значение мощности, которое приведет к увеличению фазной величины напряжения или тока больше допустимого предела, то система проигнорирует это изменение и оставит предыдущее.

3.3.3. Режимы запуска цифrogramм

Запуск цифrogramмы может осуществляться в двух режимах:

- *"Гармонический сигнал";*
- *"Сложный режим".*

В режиме *"Гармонический сигнал"* осуществляется запуск цифrogramмы соответствующей сформированным на этой странице гармоническим сигналам (напряжениям и токам).

Следует помнить, что сигналы, которые отображены на странице *"Векторная диаграмма"*, представлены в формате действующих значений, а *"УСТРОЙСТВО"* будет генерировать гармонические сигналы в мгновенных координатах следуя закону:

$$\begin{aligned}
 u_A &= \sqrt{2} \cdot U_A \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t + \varphi_{AU}); \\
 u_B &= \sqrt{2} \cdot U_B \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t + \varphi_{BU}); \\
 u_C &= \sqrt{2} \cdot U_C \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t + \varphi_{CU}); \\
 i_A &= \sqrt{2} \cdot I_A \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t + \varphi_{AI}); \\
 i_B &= \sqrt{2} \cdot I_B \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t + \varphi_{BI}); \\
 i_C &= \sqrt{2} \cdot I_C \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t + \varphi_{CI});
 \end{aligned} \tag{3.1}$$

где $U_A, U_B, U_C, I_A, I_B, I_C, \varphi_{AU}, \varphi_{BU}, \varphi_{CU}, \varphi_{AI}, \varphi_{BI}, \varphi_{CI}$ – действующие значения фазных напряжений, токов и их начальные фазы; f – заданная частота, Гц; t – время, с.

Генерация гармонических сигналов осуществляется *"УСТРОЙСТВОМ"* в течение заданного времени, начиная с момента $t=0$.

Для запуска цифrogramмы гармонических сигналов необходимо нажать кнопку **"Старт"** – *"УСТРОЙСТВО"* начнет генерировать заданный гармонический сигнал по закону (3.1). В режиме генерации текст кнопки изменится на **"Стоп"** и начнет мигать, а в поле над кнопкой будет отображаться время генерации.

Генерация может быть остановлена следующим образом:

- нажатием кнопки **"Стоп"**. После этого генерация гармонического сигнала прекратится и в поле отобразится время, в течение которого она происходила;
- срабатыванием контакта запрограммированного в режиме *"остановка устройства"* (см. п. 3.2.4).

В поле *"Бинарные входы"* отображается реальное состояние бинарных входов (независимо от того происходит генерация или нет) соответствующей сигнализацией лампы. Кроме того, в процессе генерации отображается также время первого срабатывания соответствующего бинарного входа. Абсолютное время (от момента начала генерирования) отображается зеленым цветом, а относительное – красным. Например, если в конфигурации бинарного входа значение *"Фиксация времени"* не ноль, то будет фиксироваться относительное время красным цветом.

В поле *"Бинарные выходы"* отображается их реальное состояние. Кроме того, пользователь может руководить состоянием бинарного выхода путем двойного щелкания в поле с изображением сигнальной лампы соответствующего бинарного выхода.

В режиме *"Сложный режим"* осуществляется запуск цифрограммы, сформированной на странице *"Сложный режим"* (см. п. 3.7). Этот режим применяется в случае, когда нужно многократно повторять генерацию сложной цифрограммы, одним из фрагментов которой является гармонический сигнал, сформированный на странице *"Векторная диаграмма"* и который нужно все время изменять. Например, сложная цифрограмма, состоит из доаварийного режима, который является неизменным, и аварийного режима, который нужно все время изменять. Тогда на странице *"Векторная диаграмма"* последовательно формируются различные фрагменты аварийного подрежима и запускается сложный режим, который сформирован на странице *"Составной режим"*.

Запуск сложного режима осуществляется путем нажатия кнопки **"Режим"**. После этого сложный режим загружается в **"УСТРОЙСТВО"**. Процесс загрузки отображается в диалоговом окне. После загрузки название кнопки **"Режим"** изменяется на **"Пуск"**. Нажатием этой кнопки начинается процесс генерации. Пуск генерации может также произойти в случае срабатывания бинарного входа, если он сконфигурирован для режима *"Запуск устройства"*.

Этот режим может быть реализован только в случае, когда он является подрежимом сложного режима. В противном случае кнопка **"Режим"** недоступна.

3.3.4. Формирование сигналов постоянного тока

Для проверки устройств работающих на постоянном токе необходимо страницу *"Векторная диаграмма"* перевести в режим отображения постоянного тока. Для этого на странице *"Векторная диаграмма"* (см. рис. 3.7) в поле списка *"Характер тока"* необходимо задать режим *"Постоянный"*. После этого страница *"Векторная диаграмма"* примет вид (рис. 3.8).

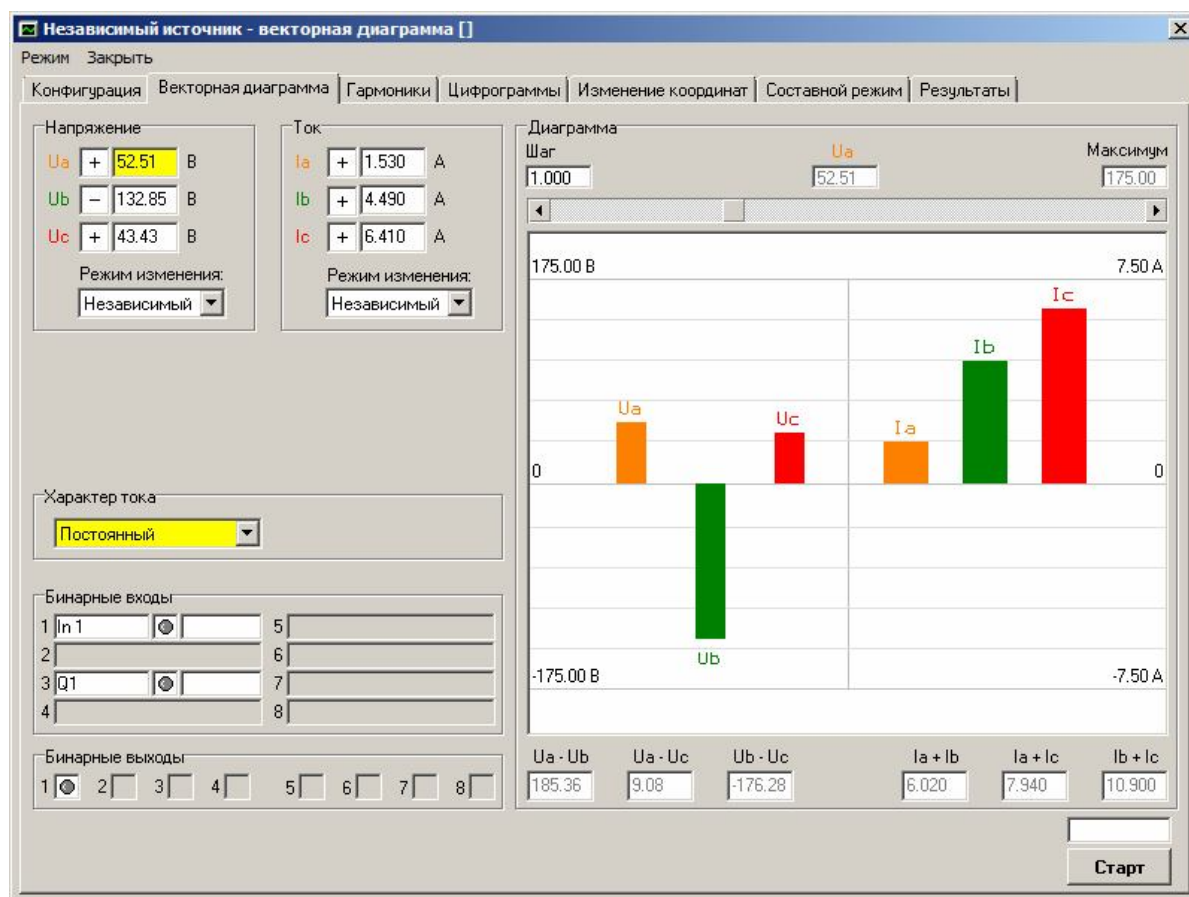


Рис. 3.8. Страница "Векторная диаграмма" для постоянного тока

На этой странице можно задавать величины постоянных напряжений и токов так же, как и для переменного характера тока.

Знак постоянного напряжения и тока задается в поле, которое находится слева от значения величины напряжения или тока. Следует помнить, что для изменения знака величины необходимо дважды щелкнуть в соответствующем поле.

Предусмотрены следующие режимы изменения напряжений и токов, которые задаются в поле "Режим изменения":

- "Независимый". В этом режиме можно независимо изменять величину трех напряжений (токов);
- "A – B – C" - трехфазный. В этом режиме предусмотрена возможность задавать напряжения (токи) для симметричного режима. После изменения величины любого из трех напряжений (токов) две другие величины изменяются автоматически – значения их становятся таким же, как и у измененной величины;
- "A – B", "C – A", "B – C" - двухфазный режим. В этом режиме изменение напряжения A приводит к автоматическому изменению напряжения B. При этом напряжение B изменяется по величине аналогично напряжению A, но с противоположным знаком. Третье напряжение C изменяется независимо. Аналогично осуществляется изменение

напряжения А после изменения напряжения В. Изменение токов в этом режиме происходит немного иначе. Токи А и В изменяются с одним и тем же знаком, а ток С изменяется независимо. Аналогичным способом осуществляется изменение напряжений и токов в режимах $C-A$, $B-C$. Для удобства работы в этом режиме в отдельных полях, размещенных ниже поля "Диаграмма", выводятся значения разниц напряжений $U_A - U_B$, $U_A - U_C$, $U_B - U_C$ и сумм токов $I_A + I_B$, $I_A + I_C$, $I_B + I_C$.

3.4. Страница "Гармоники"

Страница "Гармоники" предусмотрена для формирования сложных гармонических сигналов с учетом высших гармонических составляющих, субгармоник и с учетом аperiodической составляющей.

Общий вид страницы "Гармоники" приведен на рис. 3.9.

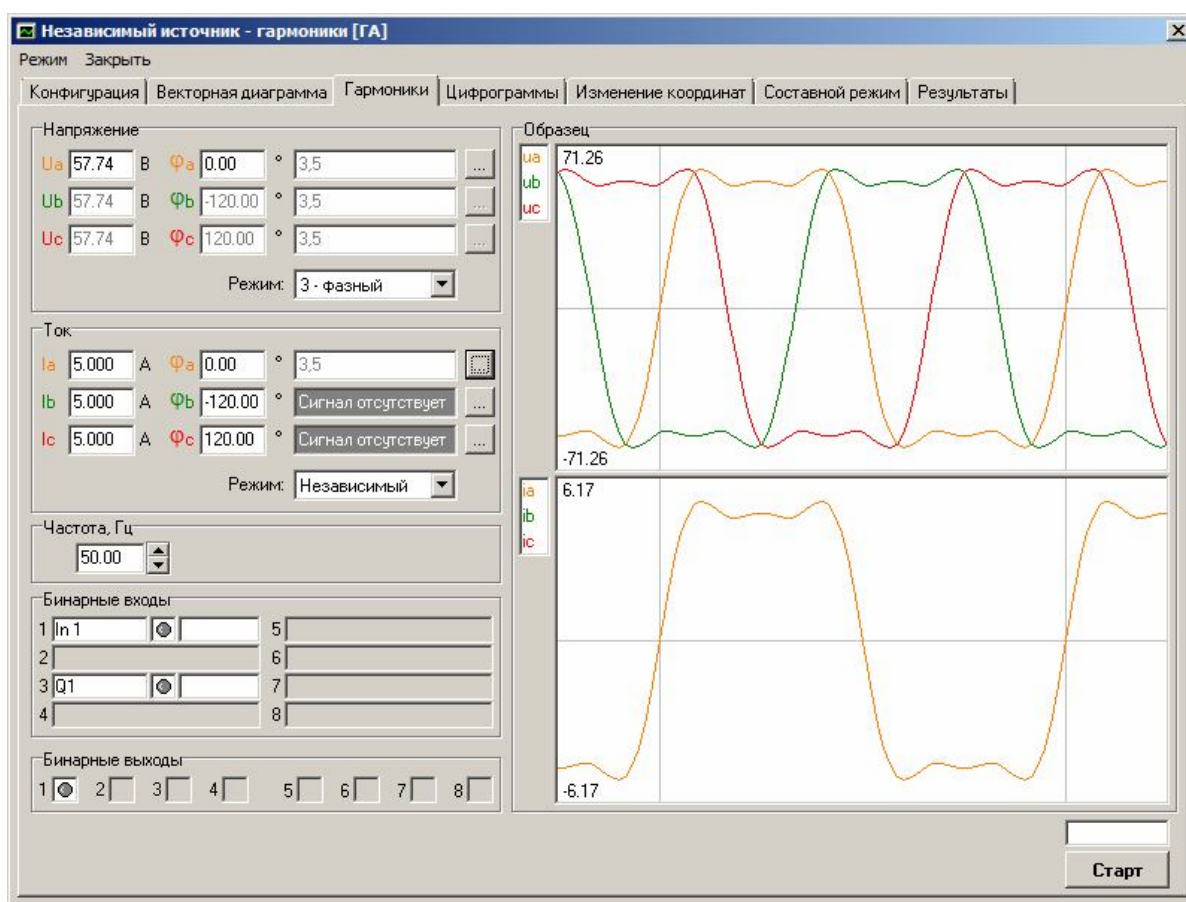


Рис. 3.9. Страница "Гармоники"

3.4.1. Формирование фазных токов и напряжений

Для формирования гармонических составляющих необходимо задать в полях редактирования "Напряжение" и "Ток" действующие значения соответственно напряжений и токов, относительно которых будут вычисляться высшие гармонические составляющие, начальные фазы, а также выбрать из библиотеки нужную форму сигнала.

Изменение основной частоты гармонического сигнала осуществляется в поле редактирования "*Частота*".

Предусмотрены два режима формирования фазных напряжений и фазных токов, которые задаются в поле "*Режим*":

- "*Независимый*";
- "*3-фазный*".

В независимом режиме максимальные действующие значения всех трех напряжений, трех токов и их фаз задаются независимо.

В 3-фазном режиме активными являются окна напряжений и токов лишь для фазы А. Если изменяются действующие значения напряжений или токов фазы А, автоматически такими же становятся действующие значения напряжений и токов фаз В и С. После изменения начальных фаз напряжений и токов фазы А начальные фазы напряжений и токов фаз В и С автоматически пересчитываются на относительную величину $\pm 120^\circ$ соответственно.

Для выбора гармонических составляющих из библиотеки необходимо нажать кнопку в поле "*Напряжение*" и "*Ток*" – появится диалоговое окно (рис. 3.10).

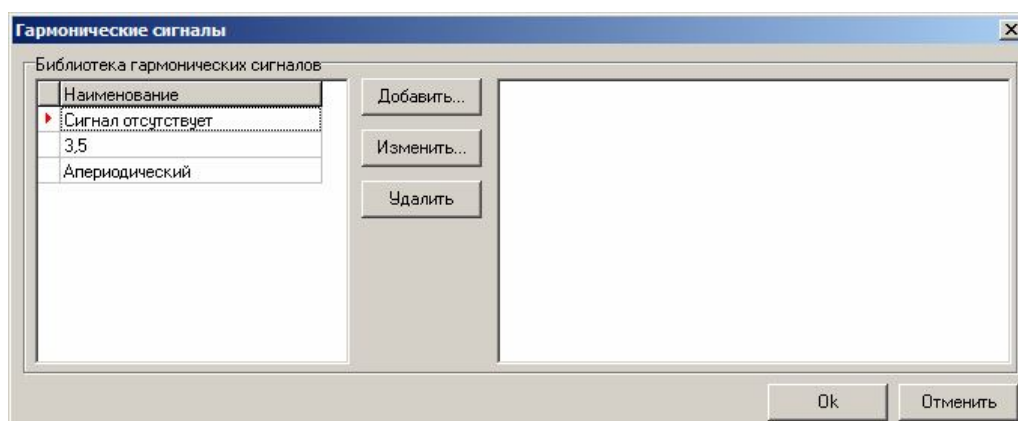


Рис. 3.10. Библиотека гармонических сигналов

В этом окне приведен список предварительно сформированных гармонических сигналов.

Эту библиотеку можно корректировать – формировать новые сигналы, редактировать существующие, изымать ненужные. Для этого предусмотрены функциональные кнопки "*Добавить*", "*Изменить*", "*Удалить*".

Следует помнить, что в списке есть запись "*Сигнал отсутствует*", который нельзя изъять или редактировать. Эта запись используется для случая, когда нужно задать нулевой уровень сигнала напряжения или тока.

Для выбора нужного сигнала необходимо выделить его в списке и нажать кнопку "*Ок*".

В правой части окна отображается форма выбранного из списка сложного гармонического сигнала: зеленым цветом изображены отдельные гармонические составляющие, а другим – результирующий сигнал.

3.4.2. Создание нового гармонического сигнала

В случае, когда необходимо создать новый сложный гармонический сигнал и записать его в библиотеку, необходимо в окне (рис. 3.10) нажать кнопку **"Добавить"** – появится окно **"Формирования гармонического сигнала"** (рис. 3.11).

Рис. 3.11. Формирование гармонического сигнала

В поле редактирования **"Наименование"** необходимо ввести название нового сигнала. Задание наименования является обязательным и оно должно быть уникальным.

Сложный гармонический сигнал формируется как сумма гармонических сигналов высших гармоник, субгармоник и аperiodической составляющей согласно выражению

$$a(t) = \sum_{i=1}^n (\sqrt{2} \cdot A_i \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot N_i \cdot t + \text{Phi}_i) \cdot e^{-k_i \cdot t}), \quad (3.2)$$

где n – количество гармоник; A_i – величина i – й гармоники в процентах от величины сигнала, заданного в соответствующих полях **"Напряжение"**, **"Ток"** (рис. 3.9); f – основная частота (задается в поле **"Частота"** на странице **"Гармоники"** (рис. 3.9)); N_i – порядковый номер гармоники относительно основной частоты; t – время; Phi_i – начальная фаза каждой гармоники; k_i – коэффициент затухания аperiodической составляющей.

Для того, чтобы добавить новую составляющую сигнала необходимо нажать кнопку **"Добавить"**. При этом в списке составляющих появится новая строка, в которой задается информация о составляющей.

Предусмотрена возможность изымать отдельные составляющие сигнала. Для этого необходимо воспользоваться кнопкой **"Удалить"**.

В процессе формирования сигнала в поле "Образец" будет отображаться форма сигнала.

Для формирования сигнала без аperiodической составляющей, необходимо коэффициенту затухания k_i присвоить значение 0.

Если нужно сформировать сигнал, который содержит только аperiodическую составляющую, необходимо задать следующую информацию:

- начальное значение аperiodической составляющей, которое определяется из выражения $A_i / \sqrt{2}$;
- порядковый номер гармоники $N_i = 0$;
- значение начальной фазы $Phi_i = 90^\circ$;
- скорость затухания аperiodической составляющей задать соответствующим значением коэффициента k_i .

Если необходимо сформировать субгармоническую составляющую, необходимо порядковый номер задать меньшим 1. Например, для того, чтобы задать субгармонику частотой 25 Гц при основной 50 Гц, необходимо задать значение 0,5.

Пример формирования сложного гармонического сигнала приведен на рис. 3.12.

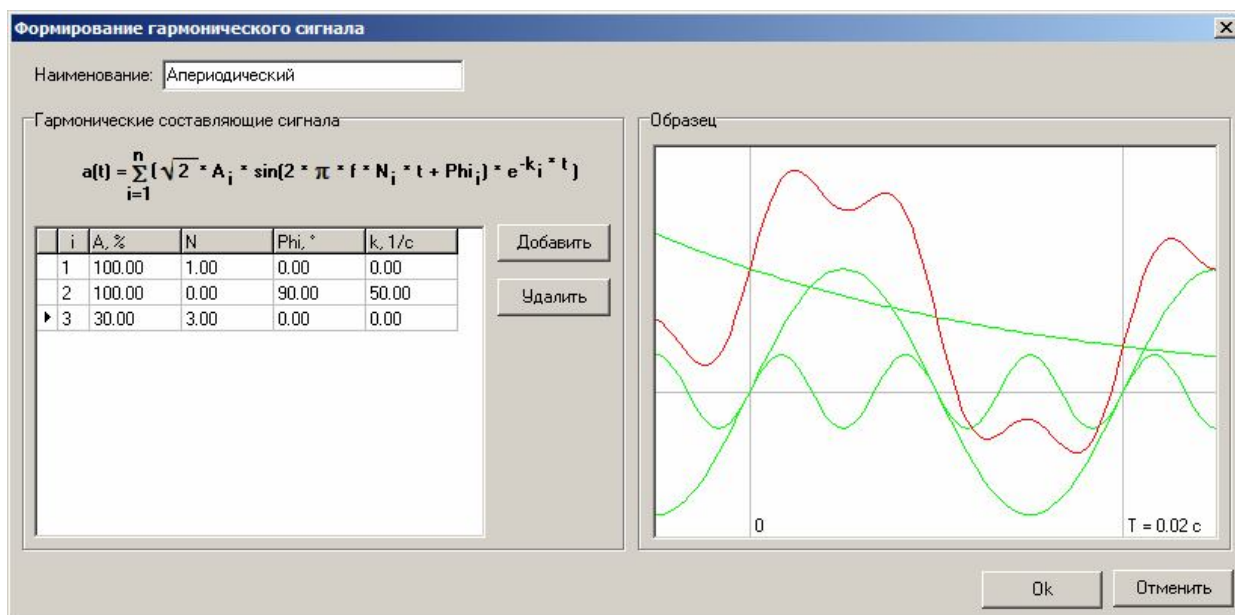


Рис. 3.12. Пример формирования сложного гармонического сигнала

По окончании формирования сигнала необходимо нажать кнопку "Ok" (рис. 3.12) – новый сложный сигнал запишется в библиотеку.

3.4.3. Запуск цифrogramм со сложным гармоническим сигналом

Запуск цифrogramмы, которая отвечает сформированному на этой странице сложному гармоническому сигналу, осуществляется путем нажатия кнопки **"Старт"** (рис. 3.9). После этого информация о гармоническом сигнале загружается в **"УСТРОЙСТВО"**. Процесс загрузки отображается в диалоговом окне. После загрузки начинается процесс генерирования сигнала **"УСТРОЙСТВОМ"**.

Если сигнал не содержит апериодическую составляющую, то **"УСТРОЙСТВО"** будет генерировать сигнал до принудительной остановки пользователем, путем нажатия кнопки **"Стоп"** или в случае срабатывания бинарного входа сконфигурированного в режиме *"Остановка устройства"* (см. п. 3.2.4).

Если в сигнале есть апериодическая составляющая, то после нажатия кнопки **"Старт"** откроется диалоговое окно, в котором задается время генерации сложного сигнала. Это время по умалчиванию рассчитывается как: $T = 3 \cdot \tau_i = 3 \cdot 1 / k_i$, где k_i - минимальный коэффициент затухания согласно (3.2). Пользователь может это время скорректировать. Генерация начнется после нажатия в этом окне кнопки **"Ок"**. В этом случае сигнал будет генерироваться в течение времени T . Генерацию сигнала можно остановить раньше путем нажатия кнопки **"Стоп"** или в случае срабатывания бинарного входа сконфигурированного в режиме *"Остановка устройства"*.

3.5. Страница "Цифrogramмы"

Страница "Цифrogramмы" предназначена для воссоздания в реальном времени "УСТРОЙСТВОМ" форм токов и напряжений, сформированных в цифровом формате другими цифровыми устройствами РЗА или иными цифровыми моделями.

Общий вид страницы *"Цифrogramмы"* приведен на рис. 3.13.

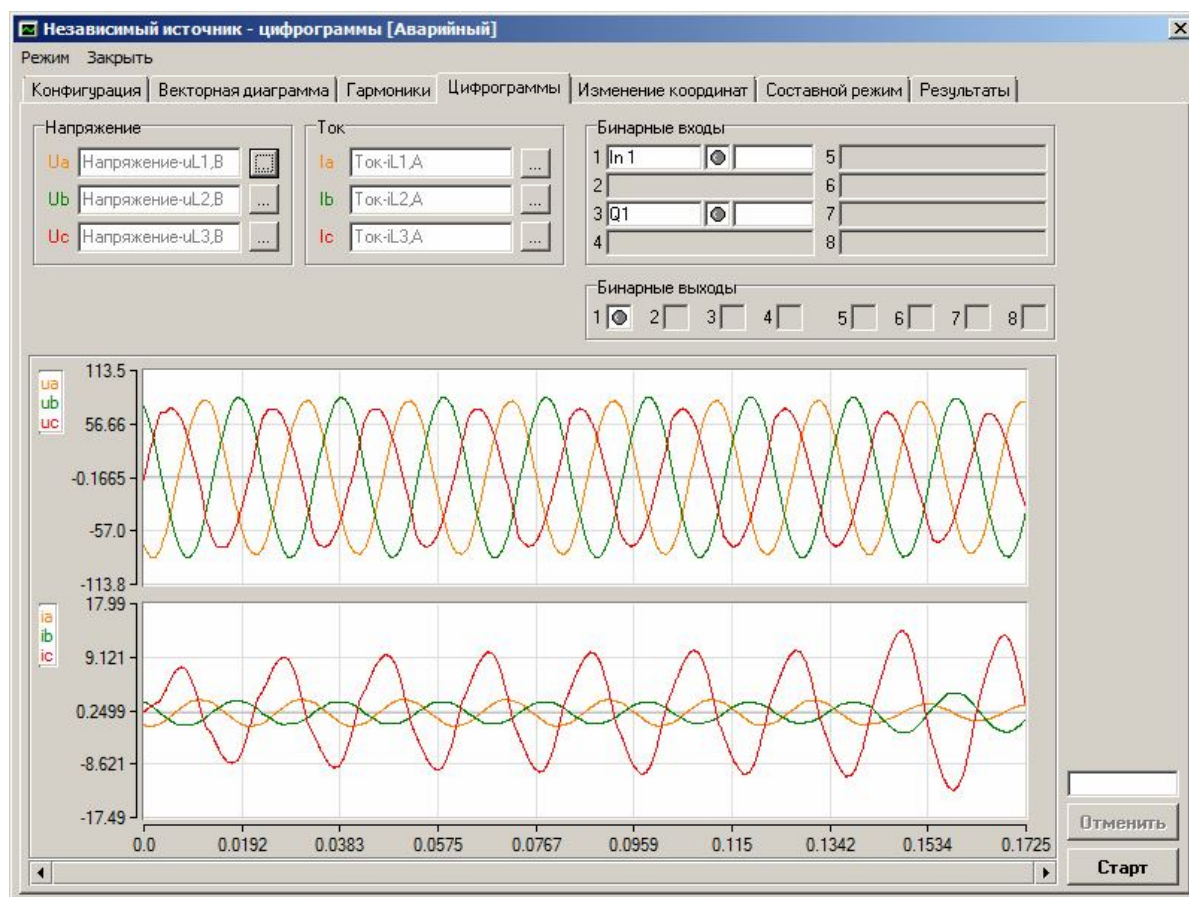


Рис. 3.13. Страница "Цифрограммы"

3.5.1. Формирование фазных токов и напряжений

Формирование фазных токов и напряжений осуществляется в соответствующих полях "Напряжение" и "Ток" (рис. 3.13). Для этого необходимо нажать кнопку, расположенную справа от соответствующего поля. После этого появится окно "Выбор сигнала" (рис. 3.14).

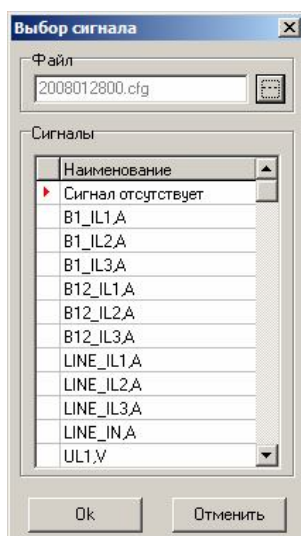


Рис. 3.14. Выбор сигнала

В поле "Файл" осуществляется выбор файла, в котором сохраняется нужная информация. Для этого необходимо нажать кнопку, расположенную справа от поля "Файл", – появится стандартное диалоговое окно выбора файла (рис. 3.15).

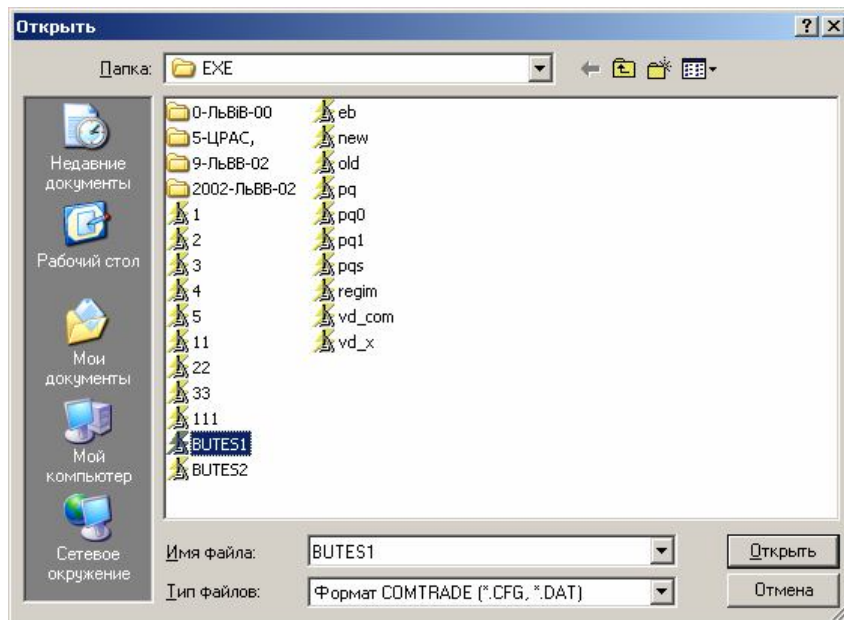


Рис.3.15. Выбор файла

После выбора нужного файла (сейчас система поддерживает файлы в форматах (*.TGR (текстовые), *.FLS (фирмы ИМСКОЕ) и *.CFG (международный стандарт COMTRADE)) в окне "Выбор сигнала" в поле "Сигналы" (см. рис. 3.14) появится список с сигналами, которые сохраняются в данном файле. Из этого списка выбирается соответствующий сигнал и нажимается кнопка "Ok". Информация считывается из выбранного файла. После завершения процесса считывания название выбранного сигнала отображается в соответствующем поле окна (рис. 3.13), а графическая форма сигнала отображается в поле размещенном в нижней части страницы.

В поле "Выбор сигнала" (рис. 3.14) есть строка с надписью "Сигнал отсутствует", активизировав которую, можно записать в выбранный канал напряжения или тока нулевой уровень сигнала. Эта строка всегда находится на первом месте списка.

На основе выбранных сигналов формируются координаты режима, которые будут генерироваться "УСТРОЙСТВОМ".

Следует помнить, что для каждого канала информацию можно считывать из разных файлов, где она может быть записана из разных устройств и с разной дискретизацией.

После этого с выбранными сигналами в поле отображения можно осуществлять следующие операции: масштабировать, выделять отдельные временные отрезки, просматривать мгновенные значения координат и тому подобное. Выбор соответствующей команды осуществляется из локального меню (рис. 3.16).

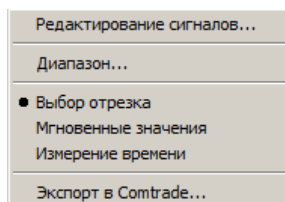


Рис. 3.16. Локальное меню поля отображения сигналов

Команда "Редактирование сигналов".

После вызова этой команды появится окно (рис. 3.17).

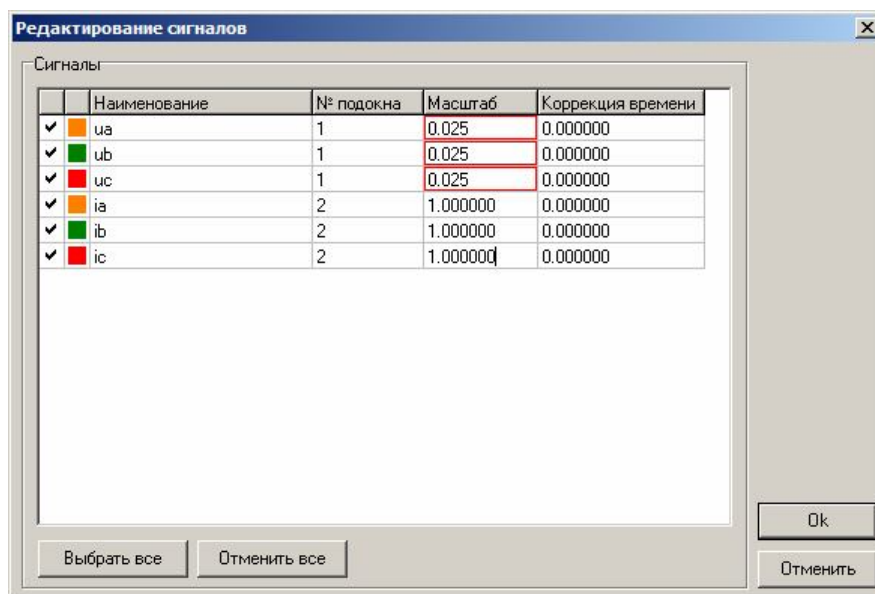


Рис. 3.17. Окно "Редактирование сигналов"

В этом окне можно изменять масштаб координат режима – для этого в поле "Масштаб" возле нужной координаты необходимо ввести коэффициент масштабирования – все значения этой координаты умножатся на значение этого коэффициента. Следует помнить, что значения координат будут ограничиваться максимальными значениями по напряжению и току заданными на странице "Конфигурация". Поэтому необходимо масштабировать эти величины.

Можно также осуществить смещение координат режима по времени. Для этого в поле "Коррекция времени" возле нужной координаты необходимо задать в секундах смещение по времени – данная координата сместится на заданную величину времени относительно остальных координат.

В поле "№ подокна" можно задавать номера подокон, в которых отображаются координаты. По умолчанию в первом подокне отображаются напряжения, во втором – токи.

В первом поле возможно выбирать координаты для отображения. По умолчанию отображаться будут все координаты. Используя кнопки "Выбрать все" и "Отменить все"

выбор или отмену можно осуществлять для всех координат. Но хотя бы одна координата для отображения должна быть обязательно задана. В противном случае появится окно с сообщением (рис. 3.18)

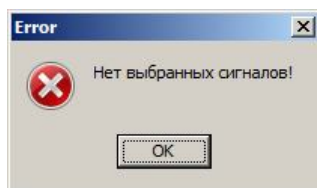


Рис. 3.18. Ошибка в случае, когда не выбран ни один сигнал

Следует помнить, выбор координат в окне "Редактирование сигналов" (см. рис. 3.17) осуществляется только для отображения. "УСТРОЙСТВОМ" будут генерироваться все сигналы с учетом масштабирования и коррекции времени.

После внесения изменений необходимо нажать кнопку "Ok".

В случае записи цифрограммы в библиотеку режимов или запуска генерации путем нажатия кнопки "Старт" заданные координаты режима скорректируются с учетом внесенных изменений и после повторного вызова окна "Редактирование сигналов" в полях "Масштаб" будут записаны "1", а в полях "Коррекция времени" – "0".

Команда "Диапазон".

При помощи этой команды (рис. 3.16) можно выделить отдельные отрезки цифрограмм на заданном диапазоне отображения. После активизации команды "Диапазон" на экран монитора выведется окно (рис. 3.19).

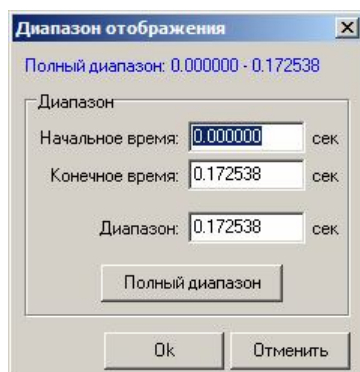


Рис. 3.19. Окно изменения временного диапазона цифрограмм

С помощью данного окна можно выделять нужный временной диапазон цифрограммы. Для этого в полях "Начальное время (сек)" и "Конечное время (сек)" необходимо ввести нужные значения временного диапазона отображения цифрограмм. Если пользователь задаст значения начального или конечного времени, которые выходят за пределы цифрограммы, система автоматически ограничит эти значения на уровне минимального или максимального значений временного диапазона цифрограммы. Для возобновления полного временного диапазона цифрограммы необходимо нажать кнопку "Полный диапазон". После внесения всех изменений необходимо нажать кнопку "Ok".

Следует помнить, что после записи цифрограмм в библиотеку режимов или после нажатия кнопки "Старт" для генерирования цифрограмм, сохранится только выделенный фрагмент цифрограмм!

Функция "Выбор отрезка".

С помощью этой функции можно выделять определенный отрезок цифрограммы. Для этого после активизации функции можно с помощью манипулятора "мышь" выделять нужный отрезок непосредственно в поле отображения цифрограммы.

Следует помнить, что изменение диапазона возможно также с помощью горизонтального скроллинга в нижней части поля отображения. Об этом подробно описано в п. 9.2.3.1.

Функция "Мгновенные значения".

Приложение данной функции позволяет просматривать мгновенные значения координат цифрограмм.

После активизации данной функции необходимо курсор "мыши" подвести к нужному месту в поле с цифрограммой и нажать левую клавишу "мыши" – появится окно, в котором отображено время и мгновенные значения координат режима (рис. 3.20). Не отпуская левую клавишу "мыши", можно перемещать курсор вдоль оси времени – в окне с мгновенными значениями будут выводиться мгновенные значения координат соответствующие положению курсора.



Мгновенные значения	
Время (с): 0.0000	
Название	Значение
ua	-72.0291
ub	74.8827
uc	-2.2861

Рис. 3.20. Мгновенные значения координат цифрограмм

Команда "Экспорт в Comtrade" позволяет записать сформированные цифрограммы в международном формате Comtrade. Детально об этом описано в п. 9.2.1.8.

3.5.2. Запуск цифрограмм

Запуск цифрограмм осуществляется путем нажатия кнопки "Старт" (рис. 3.13). После этого информация о цифрограмме загружается в "УСТРОЙСТВО". Процесс загрузки отображается в диалоговом окне. Этот процесс можно прекратить нажав кнопку "Отменить" в этом окне. После загрузки название кнопки "Старт" изменяется на "Пуск". Нажатием этой кнопки начинается процесс генерации "УСТРОЙСТВОМ" напряжений и токов. Пуск генерации может также осуществиться в случае спрабатывания бинарного входа, если он сконфигурирован для режима "Запуск устройства". Пуск цифрограммы можно осуществлять многократно.

Если необходимо остановить процесс генерирования нужно нажать мигающую кнопку "Стоп".

После завершения сеанса работы необходимо нажать кнопку **"Отменить"** – загруженная в "УСТРОЙСТВО" цифrogramма будет уничтожена.

3.6. Страница "Изменение координат"

Страница "Изменение координат" предназначена для воссоздания режима автоматического изменения (увеличения, уменьшения) координат режима – напряжений и токов для определения, например, параметров срабатывания проверяемых устройств и сравнения их с заданными уставками.

Общий вид страницы "Изменение координат" (для переменного тока) приведен на рис. 3.21.

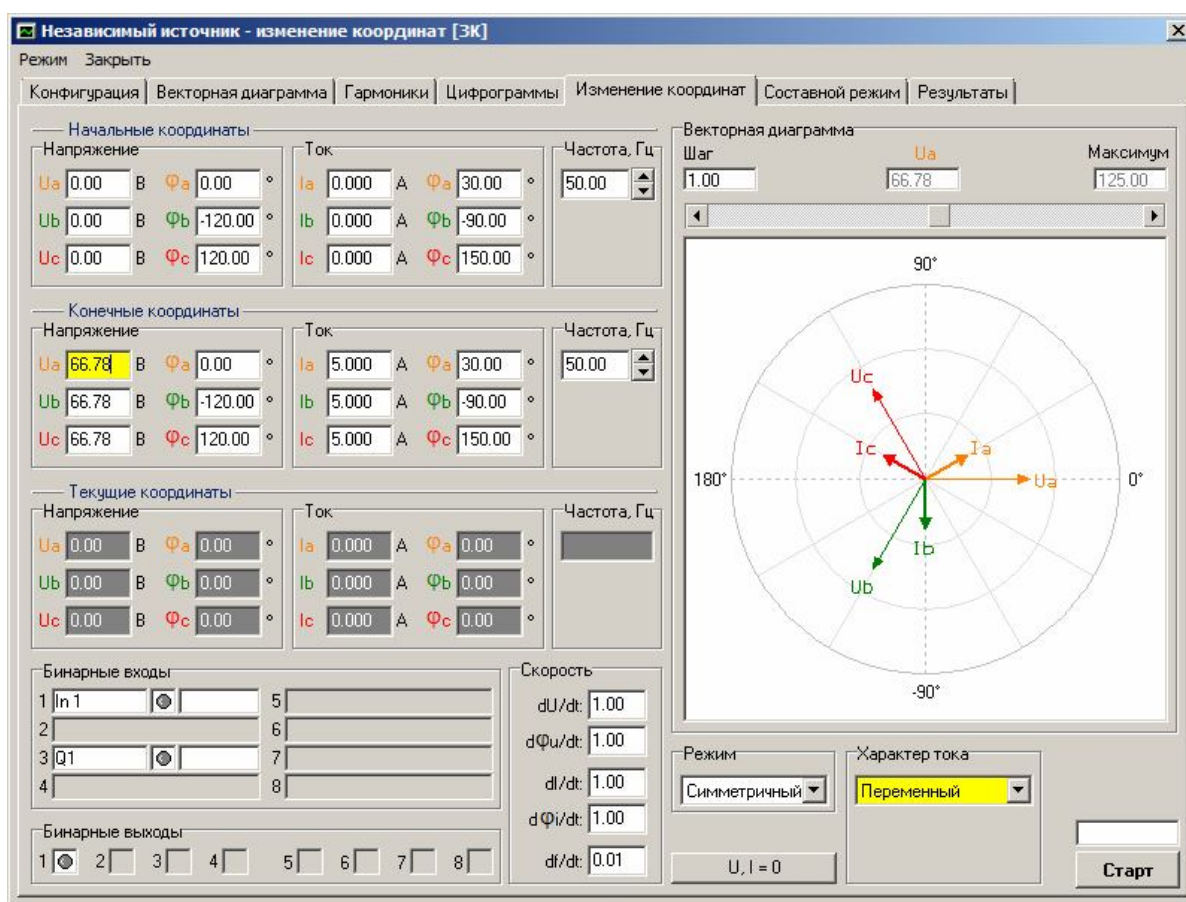


Рис. 3.21. Страница "Изменение координат" для переменного тока

3.6.1. Формирование изменения переменных напряжений и токов

Для воссоздания режима автоматического изменения координат режима необходимо задать начальные и конечные значения напряжений, токов, их фаз и частоты.

Эта информация задается соответственно в полях "Начальные координаты" и "Конечные координаты". Информация задается так же, как для страницы "Векторная диаграмма" и этот процесс детально описан в п. 3.3.

При этом, в поле "*Векторная диаграмма*" отображаются векторы начальных или конечных координат зависимо от того, какое поле является активным ("*Начальные координаты*" или "*Конечные координаты*"). В активном поле одна из координат подсвечена желтым цветом.

Формирование векторных диаграмм может осуществляться на основе одного из двух режимов:

- "*Независимый*" – каждый из векторов векторной диаграммы напряжений или токов формируется независимо;
- "*Симметричный*" – изменение одного из векторов ведет к автоматическому симметричному изменению двух других.

Режим задается в поле "*Режим изменения*". Кроме того, предусмотрена возможность задавать нулевые значения токов и напряжений. Для этого необходимо нажать кнопку "**U, I = 0**" – величины векторов напряжений и токов векторной диаграммы активного поля принимают значения 0.

Для задания скорости изменения напряжений и токов предусмотрено поле "*Скорость*". В этом поле можно задавать отдельно скорость изменения напряжения и его фазы, соответственно dU/dt , $d\varphi_u/dt$, скорость изменения тока и его фазы dI/dt , $d\varphi_i/dt$, а также скорость изменения частоты df/dt .

3.6.2. Формирование изменения постоянных напряжений и токов

Для проверки устройств РЗА, работающих на постоянном токе, необходимо задать режим "*Постоянный*", который выбирается в поле "*Характер тока*". Страница "*Изменение координат*" будет иметь вид (рис. 3.22).

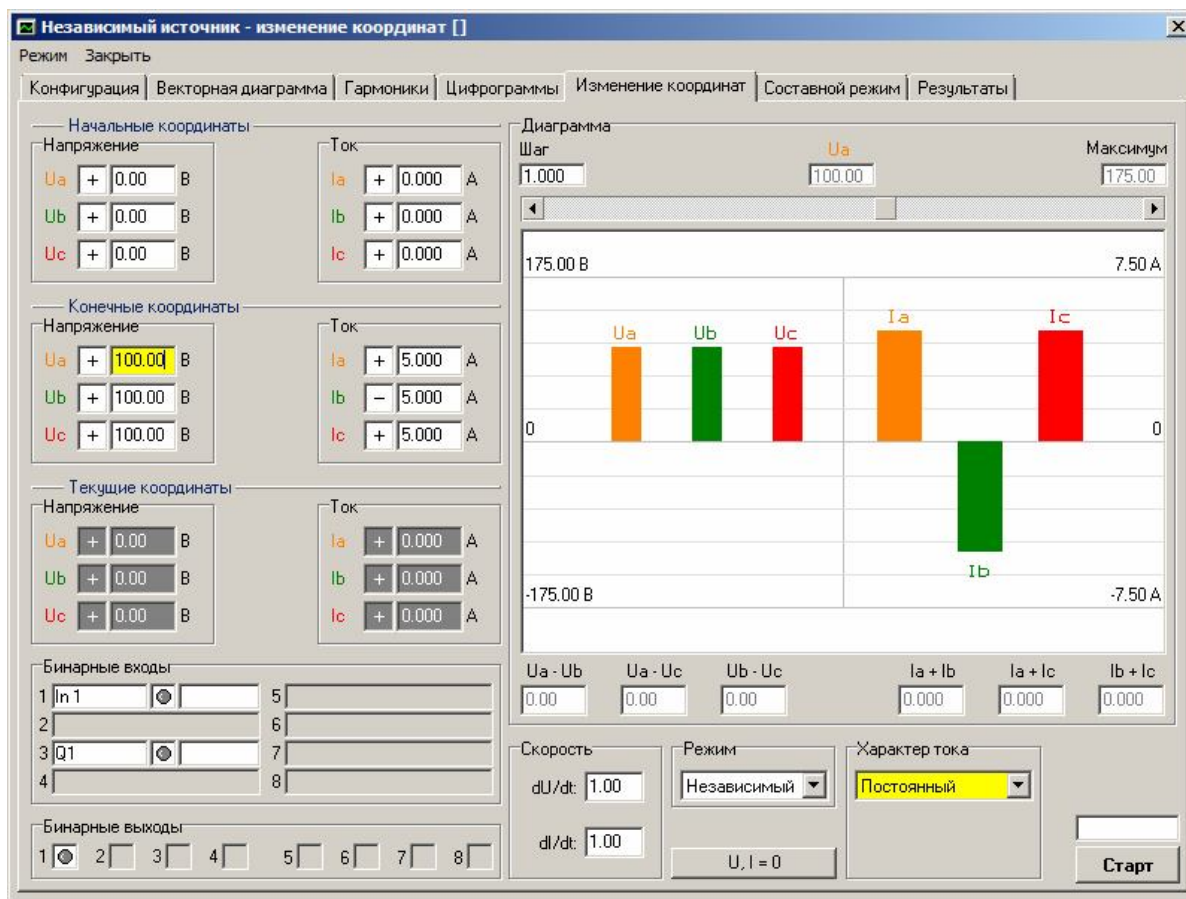


Рис. 3.22. Страница "Изменение координат" для постоянного тока

3.6.3. Запуск цифрограмм

Для запуска генерирования необходимо нажать кнопку **"Старт"** – "УСТРОЙСТВО" начнет генерировать изменение напряжений и токов. В режиме генерации текст кнопки изменится на **"Стоп"** и начнет мигать, а в поле над кнопкой будет отображаться время генерации.

Генерация может быть остановлена следующим образом:

- нажатием кнопки **"Стоп"**. После этого генерация прекратится и в поле отобразится время, в течение которого она происходила;
- срабатыванием контакта запрограммированным в режиме **"Остановка устройства"** (см. п. 3.2.4).
- после достижения напряжениями и токами заданного конечного значения.

После запуска в поле **"Текущие координаты"** и в поле **"Векторная диаграмма"** (рис. 3.21) или в поле **"Диаграмма"** (рис. 3.22) будет отображаться процесс изменения координат режима.

3.7. Страница "Составной режим"

Страница "Составной режим" предназначена для формирования на основе простых цифrogramм, сформированных на страницах "Векторная диаграмма", "Гармоники", "Цифrogramмы", "Изменение координат", сложных цифrogramм, предназначенных для комплексной проверки устройств РЗА.

Составной режим можно формировать как для переменного, так и для постоянного токов. Выбор осуществляется с помощью зависимых переключателей "Переменный", "Постоянный".

Общий вид страницы "Составной режим" для переменного тока приведен на рис. 3.23.

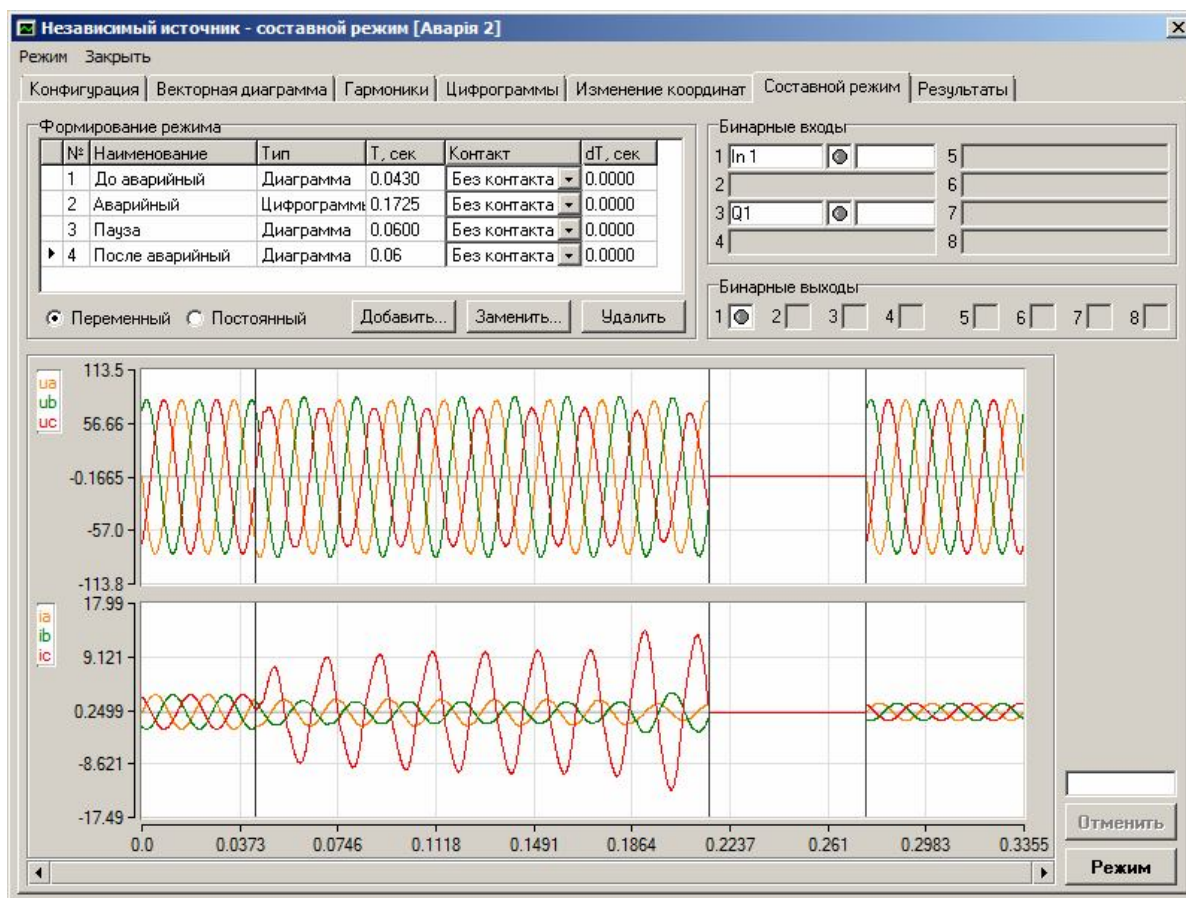


Рис. 3.23. Страница "Составной режим"

3.7.1. Формирование составного режима

Составной режим формируется на основе библиотеки, в которой на предыдущих страницах сохраняются ранее сформированные простые режимы. Формирование составного режима осуществляется в поле "Формирования режима" (рис. 3.23).

Для того, чтобы добавить простой режим из библиотеки необходимо нажать кнопку "Добавить" – появляется окно со списком режимов переменного тока имеющихся в библиотеке (рис. 3.24). Если составной режим задан "постоянный", то в списке будут отображены режимы только постоянного тока.

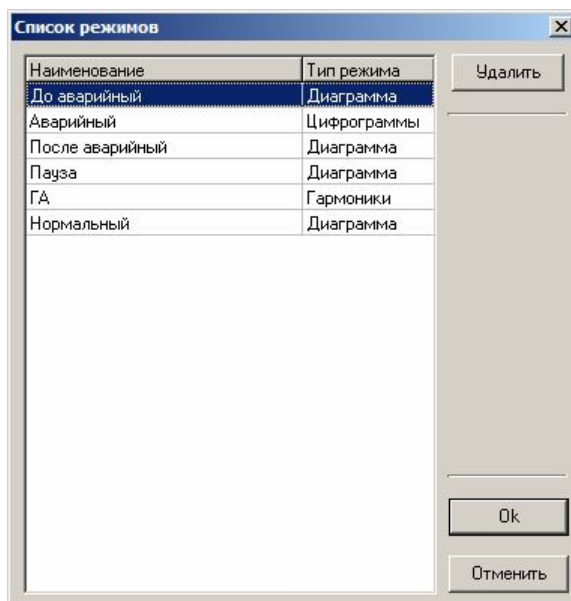


Рис. 3.24. Список режимов

В окне "Список режимов" в поле "Наименование" приводятся названия режимов, а в поле "Тип режима" – тип режима, который соответствует странице, где он был сформирован: "Диаграмма" – страница "Векторная диаграмма"; "Гармоники" – страница "Гармоники"; "Цифрограммы" – страница "Цифрограммы"; "Изменение АС" – страница "Изменение координат".

В списке необходимо выбрать нужный режим и нажать кнопку "Ok". В поле "Формирование режима" (см. рис. 3.23) при этом появится новая строка со следующей информацией:

- порядковый номер простого режима – "№";
- название простого режима – "Наименование";
- тип простого режима – "Тип";
- время, в течение которого он должен реализовываться в данном сложном режиме, – "Т (с)". После выбора простого режима в этой позиции записан "0". Поэтому в этом поле необходимо ввести нужное значение времени. Следует заметить, что для режимов "Цифрограммы" и "Изменение координат" время определяется при формировании этого режима и его редактировать невозможно;
- остановка простого режима после срабатывания заданного контакта "Контакт". Выбор контакта осуществляется из списка. В этом списке приведены названия контактов, которыми на странице "Конфигурация" задан режим "Остановка режима". Если пользователь выберет из списка контакт, то данный простой режим закончится по факту срабатывания этого контакта, или по факту окончания отведенного времени, если этот контакт не сработал в течение этого времени. Если пользователь из списка выберет "Без контакта", то данный простой режим

закончится по факту истечения заданного времени. Применение данного режима позволяет имитировать работу выключателя после срабатывания защиты;

- время увеличения генерации простого режима – " $dT(c)$ ". По умолчанию в этом поле записано "0". В случае, когда нужно увеличить время T генерации простого режима, например, для имитации собственного времени отключения или включения выключателя, в этом поле необходимо задать соответствующее значение.

Аналогичным способом вводится информация и для остальных простых режимов, из которых должен состоять составной режим.

Следует помнить, что каждый новый режим будет добавляться после выбранной строчки.

Для исключения любого простого режима из составного, необходимо выделить соответствующую строчку с информацией о нем и нажать кнопку **"Удалить"**.

Предусмотрена и возможность замены выделенного простого режима на другой из библиотеки. Для этого необходимо нажать кнопку **"Заменить"**.

Графическая форма составного режима отображается в соответствующем поле. В этом поле со сложным режимом можно делать различные операции, например, выделять отдельные временные отрезки, просматривать мгновенные значения координат и тому подобное. Выбор соответствующей операции осуществляется в локальном меню. Работа с этим меню детально описана в п. 3.5.1. Отличается реализация команды *"Редактирование сигналов"* – заблокированы поля *"Масштаб"* и *"Коррекция времени"*.

3.7.2. Запуск цифрограммы составного режима

Запуск цифрограммы составного режима осуществляется нажатием кнопки **"Режим"**.

После этого составной режим загружается в **"УСТРОЙСТВО"**. Процесс загрузки отображается в диалоговом окне. Процесс загрузки можно прекратить нажатием кнопки **"Отменить"** в этом окне. После загрузки название кнопки **"Режим"** изменяется на **"Пуск"**. Нажатием этой кнопки начинается процесс генерации **"УСТРОЙСТВОМ"** напряжений и токов. Пуск генерации может также осуществиться в случае срабатывания бинарного входа, если он сконфигурирован для режима *"Запуск устройства"*.

После окончания процесса генерации название кнопки опять станет **"Пуск"** – система готова к повторной генерации цифрограммы составного режима. Пуск можно осуществлять многократно до нажатия кнопки **"Отменить"**.

Если необходимо остановить процесс генерирования до истечения времени, нужно нажать мигающую кнопку **"Стоп"**.

После завершения сеанса работы необходимо нажать кнопку **"Отменить"** – загруженная в **"УСТРОЙСТВО"** цифрограмма составного режима будет уничтожена.

Запуск составного режима может осуществляться из страницы *"Векторная диаграмма"* (см. п. 3.3.3).

3.8. Страница "Результаты"

На странице *"Результаты"* в графической форме отображается информация о процессе генерирования напряжений и токов, а также состоянии выбранных бинарных входов и выходов в течение времени генерации. Можно отображать напряжения и токи в мгновенных или действующих значениях.

Информация на эту страницу выводится после отработки режима проверки запущенного из любой активной страницы модуля *"Независимый источник"* – *"Векторная диаграмма (АС и DC)"*, *"Гармоники"*, *"Цифрограммы"*, *"Изменение координат (АС и DC)"*, *"Составной режим (АС и DC)"*.

На рис. 3.25 приведен пример результата проверки устройства после осуществления генерации из страницы *"Составной режим"*.

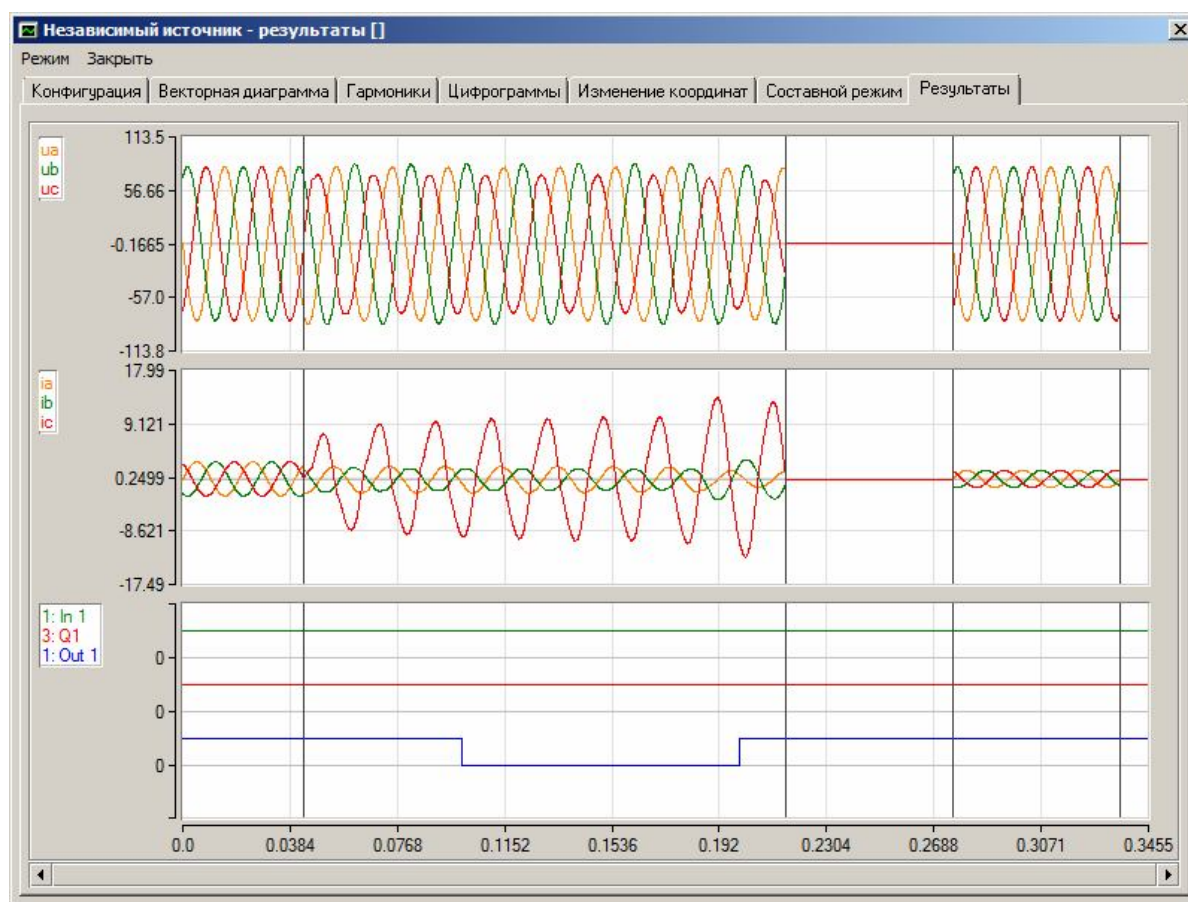


Рис. 3.25. Результаты проверки

Работа с информацией в поле отображения проводится так же, как и с цифрограммами – можно выделять отдельные фрагменты цифрограмм, смотреть мгновенные значения токов и напряжений в любой момент времени, записывать результаты проверки в отдельный файл и тому подобное. Об этом детально - в разделе 9.

Следует помнить, что результаты проверки будут формироваться на странице "Результаты" лишь при инициализации команды "Формирование результата" в пункте "Конфигурация" главного меню (см. п. 2.5.9)!

4. МОДУЛЬ "ДИСТАНЦИОННАЯ ЗАЩИТА"

4.1. Общие положения

Модуль "Дистанционная защита" предназначен для наладки и проверки устройств дистанционной защиты как зарубежных, так и отечественных фирм, реализованных на электромеханической, полупроводниковой и цифровой технике.

Использование данного модуля позволяет проверить практически все характеристики дистанционной защиты – зоны срабатывания отдельных ступеней с учетом допустимых погрешностей, временные характеристики срабатывания ступеней, стойкость к высшим гармоническим составляющим, реакцию устройств РЗА на разные возмущения реальной электрической сети, такие как асинхронный ход и качание, а также некоторые другие характеристики.

После инициализации модуля на экран монитора выводится окно (рис. 4.1).

Дистанционная защита - конфигурация

Режим Закрыть

Конфигурация Модель Импедансная плоскость Векторная диаграмма Гармоники Цифрограммы Качания Составной режим Резул

Устройство

Станция / подстанция: ПС-330 кВ "Житомир"

Присоединение: ОВ 110-1 кВ

Устройство: REL670

Проверяющий: Чорный Н.И. Шмагала В.М.

Переменный ток

Частота, Гц	Первичные U, кВ	Вторичные U, В	Первичные I, кА	Вторичные I, А
Ином: 50.00	Уном.л: 110.00	Уном.л: 100.00	Ином: 2.00	Ином: 5.00
	Уном.ф: 63.51	Уном.ф: 57.74		
Δ f: 0.10		Umax ф: 125.00		Imax: 15.00

Положение бинарных входов (выходов)

☐ разомкнутый

☒ замкнутый

Бинарные входы

Название	Положение	Фиксация времени	Режим
1 ☒ Trip	—	0.0000	Остановка режима
2 ☐ Start	—	0.0000	Фиксация времени
3 ☒ АПВ	—	0.0000	Остановка режима
4 ☐	—	0.0000	Фиксация времени
5 ☐	—	0.0000	Фиксация времени
6 ☐	—	0.0000	Фиксация времени
7 ☐	—	0.0000	Фиксация времени
8 ☐	—	0.0000	Фиксация времени

Бинарные выходы

Название	Старт	Режим	Время
1 ☐	—	0.0000	0.0000
2 ☐	—	0.0000	0.0000
3 ☐	—	0.0000	0.0000
4 ☐	—	0.0000	0.0000
5 ☐	—	0.0000	0.0000
6 ☐	—	0.0000	0.0000
7 ☐	—	0.0000	0.0000
8 ☐	—	0.0000	0.0000

Рис. 4.1. Окно модуля "Дистанционная защита"

Для оптимальной наладки и проверки устройств дистанционной защиты модуль "Дистанционная защита" состоит из отдельных функциональных блоков, размещенных на отдельных страницах:

- "Конфигурация";
- "Модель";

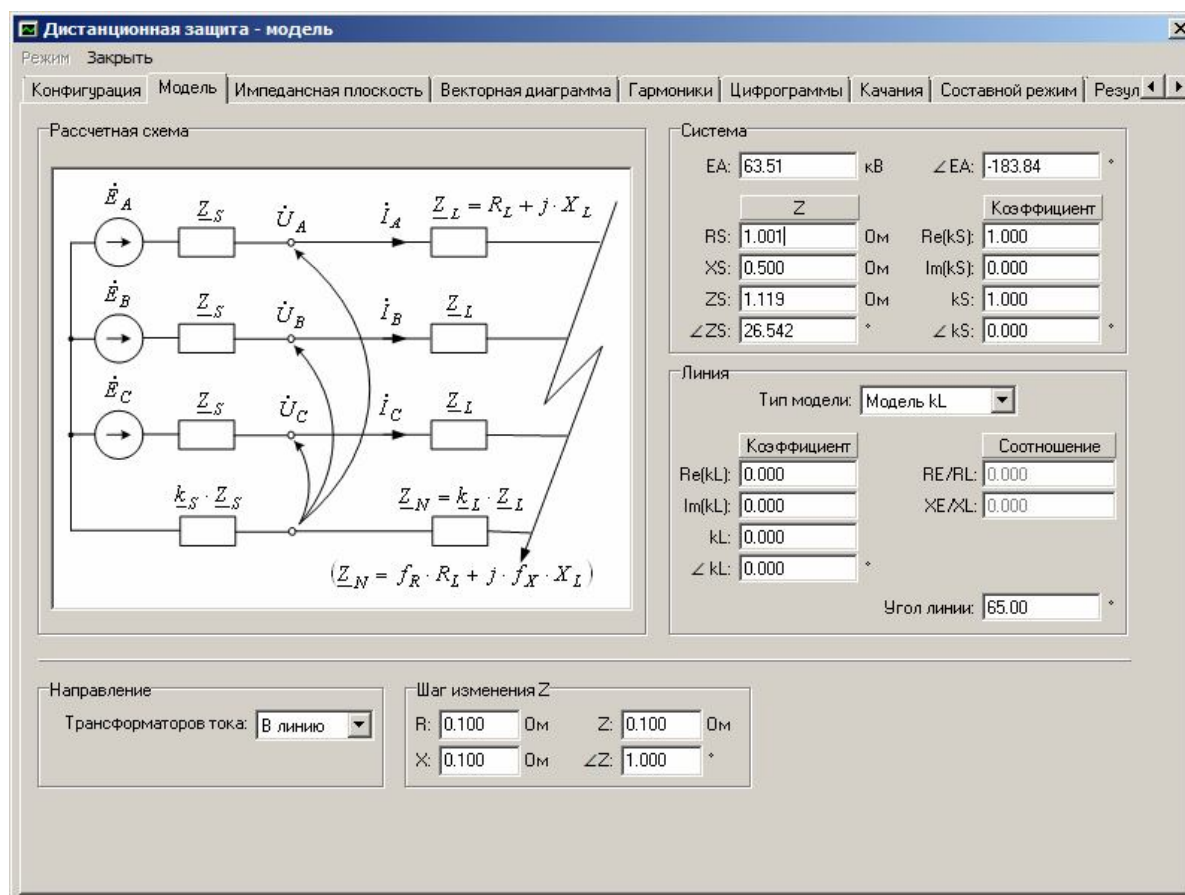
- "Импедансная плоскость";
- "Векторная диаграмма";
- "Гармоники";
- "Цифрограммы";
- "Качания";
- "Составной режим";
- "Результаты".

4.2. Страница "Конфигурация"

Эта страница аналогична странице "Конфигурация" модуля "Независимый источник" и детально описана в п. 3.2. данной инструкции исключая реализацию постоянного тока, которая в этом модуле отсутствует.

4.3. Страница "Модель"

Общий вид страницы "Модель" приведен на рис. 4.2.



На странице размещены следующие групповые поля:

- "Расчетная схема";
- "Система";
- "Линия";
- "Направление";
- "Шаг изменения сопротивления".

В поле "Расчетная схема" приведена расчетная схема электрической сети, согласно которой формируются фазные напряжения и токи для разных видов к.з. Особенности математической модели электрической сети детально описаны в п. 4.4.

В поле "Система" задаются значения величины фазной е.д.с. системы и ее начальный угол для фазы А. Для фаз В и С величина е.д.с. автоматически задается такой же, а начальные фазы смещаются на углы -120° и $+120^\circ$ соответственно. В нулевом приближении (по умалчиванию) номинальное значение фазной е.д.с. задается как $100/\sqrt{3} = 57.74 \text{ В}$.

Кроме того, для системы задаются параметры сопротивления ZS и влияние земли – коэффициент заземления системы kS . Эти параметры задаются в соответствующих полях. При этом, можно задавать значение в алгебраической или показательной форме.

В групповом поле "Линия" задается тип модели – может быть "Модель kL " или "Модель RE/RL ". Выбор нужного типа модели осуществляется в комбинированном поле "Тип модели". Об особенностях этих моделей детально описано в п. 4.4.

В этом же поле задается информация о комплексном коэффициенте заземления линии kL (в алгебраической или показательной форме), если задан тип модели линии "Модель kL " или значение соотношений RE/RL и XE/XL , если задан тип модели "Модель RE/RL ".

В поле "Линия" также задается угол максимальной чувствительности измеряемого сопротивления дистанционной защиты. Эта информация будет использована на странице "Импедансная плоскость", где воспроизводятся характеристики зон срабатывания дистанционной защиты – на импедансной плоскости под таким углом будет проведен луч через начало координат.

В поле "Направление" задается направление трансформаторов тока линии, для которой осуществляется проверка или наладка дистанционной защиты. Если выбрано направление "В линию", то "УСТРОЙСТВО" будет генерировать токи трех фаз с начальным углом рассчитанным для конкретного режима. Если задано направление "К шинам", то генерирование токов будет осуществляться с рассчитанным начальным углом, смещенным на 180° .

4.4. Модель электрической сети

Для наладки устройств РЗА принята следующая схема электрической сети (рис. 4.3)

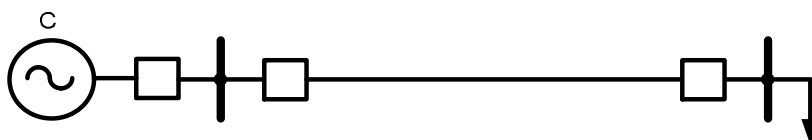


Рис. 4.3. Схема электрической сети

В трехфазном исполнении для моделирования разных видов к.з. расчетная схема сети имеет вид (рис. 4.4)

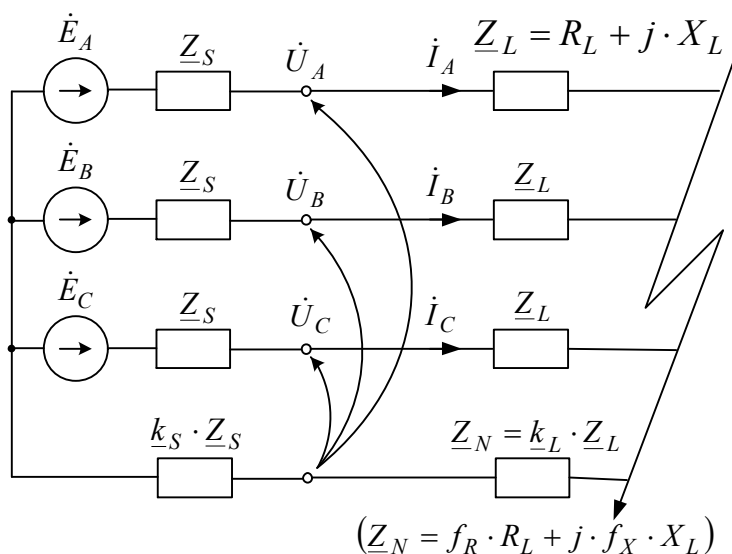


Рис. 4.4. Расчетная схема сети для разных видов к.з.

В расчетной схеме сети приняты следующие обозначения:

$\dot{E}_A, \dot{E}_B, \dot{E}_C$ – фазные е.д.с. системы;

$\dot{U}_A, \dot{U}_B, \dot{U}_C$ – фазные напряжения на шинах подстанции (в начале линии);

$\dot{I}_A, \dot{I}_B, \dot{I}_C$ – фазные токи в линии;

$\underline{Z}_S$ – импеданс системы;

k_S – коэффициент заземления системы;

$\underline{Z}_L = R_L + j \cdot X_L$ – импеданс до места к.з.;

k_L – коэффициент заземления линии;

$f_R = \frac{R_E}{R_L}, f_X = \frac{X_E}{X_L}$ – коэффициенты заземления линии для модели вида

$R_E/R_L, X_E/X_L$.

Коэффициент заземления линии, у которой нет ответвлений и когда можно пренебречь влиянием на нее других линий, вычисляется выражением

$$\underline{k}_L = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{\underline{Z}_{L0}}{\underline{Z}_{L1}} - 1 \right) = k_{LR} + j \cdot k_{LX}, \quad (4.1)$$

где $\underline{Z}_{L1}, \underline{Z}_{L0}$ – сопротивления прямой и нулевой последовательностей линии.

Связь между моделями $\underline{k}_L$ и $R_E/R_L, X_E/X_L$ осуществляется по выражениям

$$\underline{k}_L = \frac{\underline{Z}_E}{\underline{Z}_L} = \frac{R_E + j \cdot X_E}{R_L + j \cdot X_L} = \frac{f_R \cdot R_L + j \cdot f_X \cdot X_L}{R_L + j \cdot X_L},$$

или

$$k_{LR} = \frac{f_R \cdot R_L^2 + f_X \cdot X_L^2}{R_L^2 + X_L^2}, k_{LX} = \frac{R_L \cdot X_L \cdot (f_X - f_R)}{R_L^2 + X_L^2}.$$

Для расчета начальных условий токов и напряжений трех фаз на импедансной плоскости задается параметр, который отвечает импедансу от места установления защиты до места к.з. (рис. 4.5)

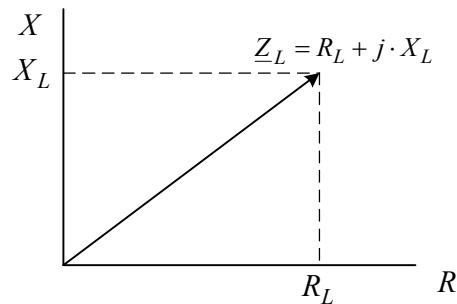


Рис. 4.5. Определение параметра

Для модели сети принят ряд допущений, основными из которых является:

- е.д.с. источника напряжения изменяется по гармоническим законам с фиксированной заданной частотой;
- амплитуда е.д.с. для трех фаз принимается одинаковой;
- угловые сдвиги между векторами е.д.с. фаз неизменны и составляют 120 °;
- сопротивление системы $\underline{Z}_S$ в каждой фазе принимается одинаковым;

- во время моделирования разных видов к.з. в сети рассматривается только установившийся режим, не учитывается переходной процесс, обусловленный различными начальными условиями и соотношением параметров сети;
- не учитывается влияние поперечных параметров линии;
- влияние земли на характер процессов при к.з. на землю учитывается с помощью коэффициентов $\underline{k}_S$ для системы и для линии зависимо от принятой модели $\underline{k}_L$ или соотношений $f_R = \frac{R_E}{R_L}, f_X = \frac{X_E}{X_L}$ для модели $R_E/R_L, X_E/X_L$.

Если необходимо исследовать влияние высших гармонических составляющих или влияние апериодической составляющей, то можно воспользоваться страницей "Гармоники", где возможно сформировать сигнал любой степени сложности. Можно также воспользоваться реальными цифrogramмами, полученными с цифровых устройств РЗА.

Для пользователя предусмотрена возможность выбора одной из следующих моделей:

- модель заданного сопротивления системы $\underline{Z}_S$;
- модель заданного тока;
- модель заданного напряжения.

Модель заданного сопротивления наиболее адекватно отвечает сети, для которой осуществляется настройка устройства РЗА.

Модель заданного тока имеет ту особенность, что пользователь может задать нужный уровень тока и моделировать все виды к.з. на любом участке линии. При таких условиях уровень токов даже во время близких к.з. будет равен заданному и не будет превышать максимальные значения, которые может генерировать "УСТРОЙСТВО".

Модель заданного напряжения позволяет сохранять заданное напряжение для всех видов к.з., независимо от расстояния от шин до места к.з.

Тип модели задается на странице "Импедансная плоскость". На странице "Векторная диаграмма" лишь отображается заданный тип модели.

Следует помнить, что значения величин фазных напряжений и токов, полученных во время реализации расчетной сети, будут ограничиваться характеристиками "УСТРОЙСТВА". Кроме того, ограничения может задавать и сам пользователь – на странице "Конфигурация".

4.4.1. Модель заданного сопротивления системы ($\underline{Z}_S = \text{const}$)

Трехфазное к.з.

Для этого вида к.з. на векторной диаграмме можно изменять значения напряжений и токов во всех фазах как по модулю, так и по фазе.

Определение начальных условий:

$$\begin{aligned} \dot{I}_A &= \frac{\dot{E}_A}{\underline{Z}_S + \underline{Z}_L}; \quad \dot{I}_B = \frac{\dot{E}_B}{\underline{Z}_S + \underline{Z}_L}; \quad \dot{I}_C = \frac{\dot{E}_C}{\underline{Z}_S + \underline{Z}_L}; \\ \dot{U}_A &= \dot{E}_A \cdot \frac{\underline{Z}_L}{\underline{Z}_S + \underline{Z}_L}; \quad \dot{U}_B = \dot{E}_B \cdot \frac{\underline{Z}_L}{\underline{Z}_S + \underline{Z}_L}; \quad \dot{U}_C = \dot{E}_C \cdot \frac{\underline{Z}_L}{\underline{Z}_S + \underline{Z}_L}. \end{aligned} \quad (4.3)$$

Двухфазное к.з. (BC)

На странице с векторной диаграммой не может изменяться ток фазы А ($\dot{I}_A = 0$) и модуль напряжения фазы А ($|\dot{U}_A| = const$).

Определение начальных условий:

$$\begin{aligned} \dot{I}_A &= 0; \quad \dot{I}_C = \frac{\dot{E}_C - \dot{E}_B}{2 \cdot (\underline{Z}_S + \underline{Z}_L)}; \quad \dot{I}_B = -\dot{I}_C; \\ \dot{U}_A &= \dot{E}_A; \quad \dot{U}_B = \dot{E}_B - \dot{I}_B \cdot \underline{Z}_S; \quad \dot{U}_C = \dot{E}_C - \dot{I}_C \cdot \underline{Z}_S. \end{aligned} \quad (4.4)$$

Аналогичным способом определяются начальные условия для двухфазных к.з. АВ и СА.

Однофазное к.з. (AN)

На странице с векторной диаграммой не могут изменяться токи фаз В и С как по модулю, так и по фазе ($\dot{I}_B = 0, \dot{I}_C = 0$).

Определение начальных условий для модели $\underline{k}_L$:

$$\begin{aligned} \dot{I}_A &= \frac{\dot{E}_A}{(1 + \underline{k}_S) \cdot \underline{Z}_S + (1 + \underline{k}_L) \cdot \underline{Z}_L}; \quad \dot{I}_B = 0; \quad \dot{I}_C = 0; \\ \dot{U}_A &= \dot{I}_A \cdot (1 + \underline{k}_L) \cdot \underline{Z}_L; \quad \dot{U}_B = \dot{E}_B - \underline{k}_S \cdot \underline{Z}_S \cdot \dot{I}_A; \quad \dot{U}_C = \dot{E}_C - \underline{k}_S \cdot \underline{Z}_S \cdot \dot{I}_A; \end{aligned} \quad (4.5)$$

Определение начальных условий для модели $R_E/R_L, X_E/X_L$:

$$\begin{aligned} \dot{I}_A &= \frac{\dot{E}_A}{(1 + \underline{k}_S) \cdot \underline{Z}_S + R_L \cdot (1 + f_R) + j \cdot X_L (1 + f_X)}; \quad \dot{I}_B = 0; \quad \dot{I}_C = 0; \\ \dot{U}_A &= \dot{I}_A \cdot (R_L \cdot (1 + f_R) + j \cdot X_L (1 + f_X)); \\ \dot{U}_B &= \dot{E}_B - \underline{k}_S \cdot \underline{Z}_S \cdot \dot{I}_A; \quad \dot{U}_C = \dot{E}_C - \underline{k}_S \cdot \underline{Z}_S \cdot \dot{I}_A; \end{aligned} \quad (4.6)$$

Аналогичным способом определяются начальные условия для однофазных к.з. BN и CN.

4.4.2. Модель заданного тока ($I = const$)

Трёхфазное к.з.

Для этого вида к.з. в модели заданного тока на импедансной плоскости задается величина заданного (фиксированного) тока. В результате работы с системой фазные токи не будут превышать заданное значение. Возможно лишь уменьшение тока в фазах.

После того, как пользователь задаст на импедансной плоскости значение вектора сопротивления, определяется действительное заданное значение тока по выражению:

$$I_{\text{дійсне задане}} \leq \frac{U_{\text{ном.ф}}}{|Z_L|}, \quad (4.7)$$

где $U_{\text{ном.ф}}$ – номинальное фазное напряжение системы; $|Z_L|$ – модуль вектора сопротивления, заданного пользователем на импедансной плоскости.

Определение начальных условий:

$$\begin{aligned} \varphi_{\dot{U}_A} &= \varphi_{\dot{E}_A}; \quad \varphi_{\dot{U}_B} = \varphi_{\dot{E}_B}; \quad \varphi_{\dot{U}_C} = \varphi_{\dot{E}_C}; \\ \varphi_{\dot{I}_A} &= \varphi_{\dot{U}_A} - \varphi_{Z_L}; \quad \varphi_{\dot{I}_B} = \varphi_{\dot{U}_B} - \varphi_{Z_L}; \quad \varphi_{\dot{I}_C} = \varphi_{\dot{U}_C} - \varphi_{Z_L}; \\ |\dot{I}_A| &= I_{\text{дійсне задане}}; \quad |\dot{I}_B| = I_{\text{дійсне задане}}; \quad |\dot{I}_C| = I_{\text{дійсне задане}}; \\ |\dot{U}_A| &= |\dot{I}_A| \cdot |Z_L|; \quad |\dot{U}_B| = |\dot{U}_A|; \quad |\dot{U}_C| = |\dot{U}_A|. \end{aligned} \quad (4.8)$$

Двухфазное к.з. (BC)

Для этого вида к.з. в модели заданного тока на импедансной плоскости задается величина заданного (фиксированного) тока. После того, как пользователь задаст на импедансной плоскости значение вектора сопротивления, определяется действительное заданное значение тока по выражению:

$$I_{\text{дійсне задане}} \leq \frac{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном.ф}}}{2 \cdot |Z_L|}, \quad (4.9)$$

где $U_{\text{ном.ф}}$ – номинальное фазное напряжение системы; $|Z_L|$ – модуль вектора сопротивления, заданного пользователем на импедансной плоскости.

Определение начальных условий:

$$\begin{aligned} \varphi_{Z_C} &= \varphi_{Z_L}; \quad |Z_S| = \frac{|\dot{E}_B - \dot{E}_C|}{2 \cdot I_{\text{задане дійсне}}} - |Z_L|; \\ \dot{I}_A &= 0; \quad |\dot{I}_B| = I_{\text{дійсне задане}}; \quad |\dot{I}_C| = I_{\text{дійсне задане}}; \\ \varphi_{\dot{I}_B} &= \arg(\dot{E}_B - \dot{E}_C) - \varphi_{Z_L}; \quad \varphi_{\dot{I}_C} = \varphi_{\dot{I}_B} - 180^\circ; \\ \dot{U}_A &= \dot{E}_A; \quad \dot{U}_B = \dot{E}_B - \dot{I}_B \cdot Z_S; \quad \dot{U}_C = \dot{E}_C - \dot{I}_C \cdot Z_S. \end{aligned} \quad (4.10)$$

Аналогичным способом определяются начальные условия для двухфазных к.з. АВ и СА.

Однофазное к.з. (AN)

Для этого вида к.з. в модели заданного тока на импедансной плоскости задается величина заданного (фиксированного) тока. После того, как пользователь задаст на импедансной плоскости значение вектора сопротивления, определяется действительное заданное значение тока по выражению:

$$I_{\text{дійсне задане}} \leq \frac{U_{\text{ном.ф}}}{|1 + \underline{k}_L| \cdot |\underline{Z}_L|}, \quad (4.11)$$

где $U_{\text{ном.ф}}$ – номинальное фазное напряжение системы; $|\underline{Z}_L|$ – модуль вектора сопротивления, заданного пользователем на импедансной плоскости; $\underline{k}_L$ – коэффициент заземления линии.

Определение начальных условий:

$$\begin{aligned} |\dot{I}_A| &= I_{\text{дійсне задане}}; \quad \varphi_{\dot{I}_A} = \varphi_{\dot{E}_A} - \varphi((1 + \underline{k}_L) \cdot \underline{Z}_L); \quad \dot{I}_B = 0; \quad \dot{I}_C = 0; \\ |\dot{U}_A| &= |\dot{I}_A| \cdot |(1 + \underline{k}_L) \cdot \underline{Z}_L|; \quad \varphi_{\dot{U}_A} = \varphi_{\dot{E}_A}; \quad \dot{U}_B = \dot{E}_B; \quad \dot{U}_C = \dot{E}_C. \end{aligned} \quad (4.12)$$

Аналогичным способом определяются начальные условия для однофазных к.з. BN и CN.

4.4.3. Модель заданного напряжения ($U = \text{const}$)

Трехфазное к.з.

На импедансной плоскости пользователем задается величина напряжения проверки, но та, которая ограничивается заданной в модели сети е.д.с. системы:

$$0 \leq U_{\text{задане дійсне}} \leq E_A, \quad (4.13)$$

где E_A – е.д.с. системы, величина которой задается на странице "Модель" в поле "Система".

Определение начальных условий:

$$\begin{aligned} |\dot{U}_A| &= U_{\text{задане дійсне}}; \quad |\dot{U}_B| = U_{\text{задане дійсне}}; \quad |\dot{U}_C| = U_{\text{задане дійсне}}; \\ \varphi_{\dot{U}_A} &= \varphi_{\dot{E}_A}; \quad \varphi_{\dot{U}_B} = \varphi_{\dot{E}_B}; \quad \varphi_{\dot{U}_C} = \varphi_{\dot{E}_C}; \\ \varphi_{\dot{I}_A} &= \varphi_{\dot{U}_A} - \varphi_{\underline{Z}_L}; \quad \varphi_{\dot{I}_B} = \varphi_{\dot{U}_B} - \varphi_{\underline{Z}_L}; \quad \varphi_{\dot{I}_C} = \varphi_{\dot{U}_C} - \varphi_{\underline{Z}_L}; \\ |\dot{I}_A| &= \frac{|\dot{U}_A|}{|\underline{Z}_L|}; \quad |\dot{I}_B| = |\dot{I}_A|; \quad |\dot{I}_C| = |\dot{I}_A|. \end{aligned} \quad (4.14)$$

Двухфазное к.з. (BC)

На импедансной плоскости пользователем задается величина напряжения проверки, та которая ограничивается заданной в модели сети е.д.с. системы. Принято, что для двухфазного к.з. задается линейное значение напряжения – $|\dot{E}_B - \dot{E}_C|$. Поэтому ограничение по величине заданного напряжения определяется из выражения

$$0 \leq U_{\text{задане дійсне}} \leq \sqrt{3} \cdot E_A, \quad (4.15)$$

где E_A – е.д.с. системы, величина которой задается на странице "Модель" в поле "Система".

Определение начальных условий:

$$\begin{aligned}
 \dot{I}_A &= 0; \quad |\dot{I}_B| = \frac{U_{\text{задане дійсне}}}{2 \cdot |Z_L|}; \quad |\dot{I}_C| = |\dot{I}_B|; \\
 \varphi_{\dot{I}_B} &= \arg(\dot{E}_B - \dot{E}_C) - \varphi_{Z_L}; \quad \varphi_{\dot{I}_C} = \varphi_{\dot{I}_B} - 180^\circ; \\
 \varphi_{Z_C} &= \varphi_{Z_L}; \quad |Z_C| = \frac{|\dot{E}_B - \dot{E}_C|}{2 \cdot |\dot{I}_B|} - |Z_L|; \\
 \dot{U}_A &= \dot{E}_A; \quad \dot{U}_B = \dot{E}_B - \dot{I}_B \cdot Z_S; \quad \dot{U}_C = \dot{E}_C - \dot{I}_C \cdot Z_S.
 \end{aligned} \tag{4.16}$$

Аналогичным способом определяются начальные условия для двухфазных к.з. АВ и СА.

Однофазное к.з. (AN)

На импедансной плоскости пользователем задается величина напряжения проверки, но та, которая ограничивается заданной в модели сети е.д.с. системы:

$$0 \leq U_{\text{задане дійсне}} \leq E_A, \tag{4.17}$$

где E_A – е.д.с. системы, величина которой задается на странице "Модель" в поле "Система".

Определение начальных условий:

$$\begin{aligned}
 |\dot{U}_A| &= U_{\text{задане дійсне}}; \quad \varphi_{\dot{U}_A} = \varphi_{\dot{E}_A}; \quad \dot{U}_B = \dot{E}_B; \quad \dot{U}_C = \dot{E}_C; \\
 \dot{I}_A &= \frac{\dot{U}_A}{(1 + k_L) \cdot Z_L}; \quad \dot{I}_B = 0; \quad \dot{I}_C = 0.
 \end{aligned} \tag{4.18}$$

Аналогичным способом определяются начальные условия для однофазных к.з. BN и CN.

4.5. Страница "Импедансная плоскость"

Предусмотрена возможность проверки дистанционной защиты в двух режимах:

- по одной заданной точке;
- по множественному числу точек.

Выбор режима осуществляется в поле "Проверка".

В режиме "Одной точки" проверяются характеристики поочередно для каждой отдельно заданной точки.

В режиме "Множество числа точек" осуществляется комплексная проверка по заранее заданному множеству числа точек.

Общий вид страницы "Импедансная плоскость" для режима "Одной точки" приведен на рис. 4.6.

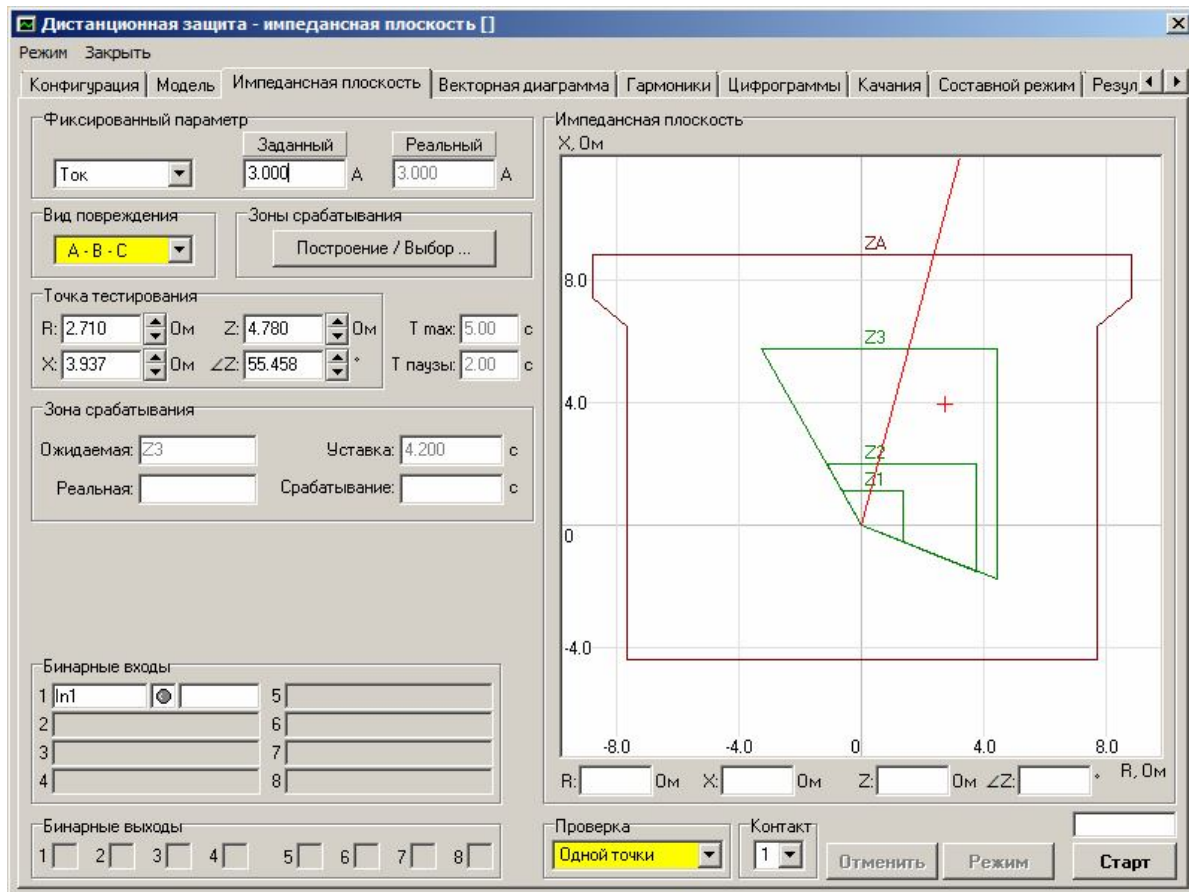


Рис. 4.6. Страница "Импедансная плоскость" модуля "Дистанционная защита"

На странице размещены следующие поля:

- "Фиксированный параметр";
- "Вид повреждения";
- "Зоны срабатывания";
- "Тестовая точка";
- "Зона срабатывания";
- "Бинарные входы";
- "Бинарные выходы";
- "Импедансная плоскость";
- "Проверка";
- "Контакт".

4.5.1. Поле "Импедансная плоскость"

В этом поле страницы "Импедансная плоскость" отображаются зоны срабатывания дистанционной защиты. Эти зоны можно построить самостоятельно, используя

специализированный редактор программы, или прочитать характеристики зон в формате RIO.

В поле *"Импедансная плоскость"*, кроме зон, красным цветом отображается линия соответствующая углу максимальной чувствительности. Значение этого угла задается на странице *"Модель"* в поле *"Линия"*.

В случае отсутствия любой информации о зонах срабатывания дистанционной защиты (нулевые начальные условия) в поле *"Импедансная плоскость"* выводится импедансная плоскость, размерность которой по оси отображения активных и реактивных сопротивлений составляет ± 100 Ом.

На импедансной плоскости пользователь может выполнять, используя локальное меню (рис. 4.7) определенные операции. Операции разделены на группы. К первой группе принадлежат операции, которые реализуются с помощью манипулятора "мышь". Изображение курсора зависит от выбранной операции. Ко второй группе принадлежат операции однократно реализующие выбранную функцию. В третьей группе есть команда *"Автомасштаб"*, после инициализации которой оптимально масштабируется изображение на импедансной плоскости. Следует помнить, что после инициализации данной команды, такие операции, как *"Масштаб по рамке"*, *"Динамическое масштабирование"*, *"Перемещение"*, *"Масштаб по координатам"* и *"Предыдущий масштаб"* недоступны. К последней группе принадлежит операция позволяющая на импедансной плоскости отображать значения фазных и линейных напряжений (токов), симметричных составляющих и мощностей.

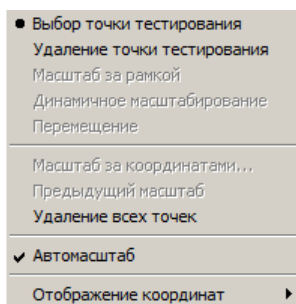


Рис. 4.7. Локальное меню *"Импедансной плоскости"*

"Выбор точки повреждения"

На импедансной плоскости для проверки устройства дистанционной защиты пользователь задает координаты точки повреждения. Для этого на импедансной плоскости необходимо курсор подвести к нужному месту и нажать левую клавишу "мыши". Координаты курсора отображаются в соответствующих полях, размещенных ниже импедансной плоскости. Координаты выбранной точки повреждения отображаются в поле *"Тестовая точка"*.

Кроме того, координаты точки повреждения можно задавать с клавиатуры в поле *"Тестовая точка"*.

"Удаление точки повреждения"

После выбора точки повреждения на импедансной плоскости и осуществления проверки, то есть после запуска устройства, выбранная точка зафиксировывается на импедансной плоскости и будет отображена определенным цветом и формой, зависимо от результата проверки. После проведения серии опытов ряд зафиксированных точек может быть избыточным. Чтобы удалить ненужные точки с импедансной плоскости и не вносить их в протокол проверки предусмотрена команда *"Удаление точки повреждения"*.

"Удаление всех точек"

Эта команда позволяет удалить все точки проверки.

"Масштаб по рамке"

Активизация этой команды дает возможность пользователю выделить на импедансной плоскости необходимый фрагмент, который выведется на целое поле *"Импедансная плоскость"*.

"Динамическое масштабирование"

Эта команда дает возможность пользователю динамически изменять масштаб. Нажав на левую клавишу "мыши", необходимо перемещать курсор вверх или вниз по импедансной плоскости. Во время этого масштаб импедансной плоскости плавно будет увеличиваться или уменьшаться.

"Перемещение"

Данная команда дает возможность пользователю перемещать изображение по импедансной плоскости, не изменяя масштаб отображения. Удерживая левую клавишу "мыши" курсор перемещаем по импедансной плоскости. При этом осуществляется и перемещение изображения. Установив нужное положение изображения, необходимо отпустить левую клавишу "мыши" – выбранное изображение зафиксировывается на импедансной плоскости.

"Масштаб по координатам"

Эта команда позволяет вывести на импедансную плоскость фрагмент с заданными координатами. После выполнения данной команды на экран дисплея выведется окно (рис. 4.8).

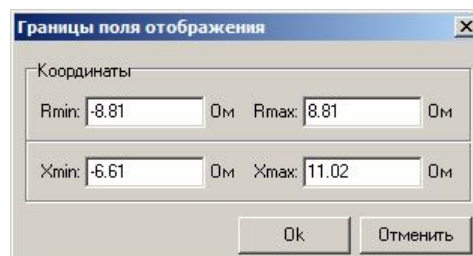


Рис. 4.8. Масштабирование по координатам

В этом окне в соответствующих полях необходимо задать координаты пределов фрагмента импедансной плоскости и нажать кнопку **"Ok"** – на импедансной плоскости выведется фрагмент по заданным координатам.

"Предыдущий масштаб"

В программе заложена возможность сохранять предыдущий масштаб и координаты изображения импедансной плоскости. Если после внесенного изменения в отображение импедансной плоскости пользователь передумал, то необходимо активизировать эту команду – на импедансной плоскости отобразится то состояние, которое было до внесения последнего изменения.

"Автомасштаб"

Если задан режим *"автомасштаб"*, осуществляется автоматическое масштабирование импедансной плоскости зависимо от зон срабатывания и размещения фиксированной точки на ней.

"Отображение координат"

После выбора данной команды откроется подменю, с помощью которого можно установить следующие режимы отображения координат на импедансной плоскости:

- *"Без отображения";*
- *"Фазные напряжения и токи";*
- *"Линейные напряжения и токи";*
- *"Симметричные составляющие напряжений и токов";*
- *"Мощности".*

Эти координаты соответствуют текущей векторной диаграмме. Координаты напряжений и токов отображаются в нижней части импедансной плоскости, а мощности в алгебраической и показательной формах – в верхней части. По умолчанию установленный режим *"Без отображения"* – при котором значения координат не выводятся на импедансную плоскость.

4.5.2. Поле "Фиксированный параметр"

В поле *"Фиксированный параметр"* задается тип модели – *"Модель заданного сопротивления системы"*, *"Модель заданного тока"* или *"Модель заданного напряжения"* (смотри 4.4.1 – 4.4.3). Кроме того, в этом поле задается значение фиксированного параметра в зависимости от типа модели. Выбор нужного типа модели осуществляется из списка, расположенного в поле слева.

После выбора нужного типа модели в поле *"Заданный"* необходимо ввести значение тока (для модели фиксированного тока) или значение напряжения (для модели заданного напряжения). Для модели заданного сопротивления системы в поле *"Заданный"* выводится значение сопротивления системы, которое определено пользователем на странице *"Модель"* и которое недоступно на странице *"Импедансная плоскость"*.

В поле "*Действительный*" выводится реальное значение фиксированного параметра, которое может отличаться от заданного в случае наложения определенных ограничений согласно выражениям (4.7), (4.9) (4.11) – для модели заданного тока и (4.13), (4.15) (4.17) – для модели заданного напряжения.

4.5.3. Поле "Вид повреждения"

В этом поле пользователь из списка выбирает нужный для проверки вид к.з. Возможными видами к.з. являются: ABC, AB, BC, CA, AN, BN, CN. Зависимо от выбранного вида к.з. будет реализоваться соответствующая математическая модель электрической сети (4.3) – (4.18).

4.5.4. Поле "Тестовая точка"

В этом поле выводятся координаты тестовой точки на импедансной плоскости. Изменять координаты можно непосредственно в соответствующем поле или дискретно с заданным шагом с помощью кнопок со стрелками. Шаг изменения задается на странице "*Модель*". В случае изменения координат фиксированной точки, на импедансной плоскости изображение этой точки переместится согласно заданной величине.

4.5.5. Поле "Зона срабатывания "

В этом поле выводится информация об ожидаемой зоне срабатывания и реального срабатывания устройства дистанционной защиты. Эти поля являются недоступными для пользователя. В поле "*Ожидаемая*" выводится имя ожидаемой зоны согласно тестовой точки.

Зависимо от координат тестовой точки на импедансной плоскости, в поле "*Ожидаемая*" выводится название ожидаемой зоны срабатывания, а в поле "*Уставка*" – ожидаемое время ее срабатывания.

Следует помнить, что ожидаемой зоной срабатывания выбирается зона с меньшим временем срабатывания.

Время срабатывания задается в характеристиках зоны срабатывания. В случае, если координаты тестовой точки на импедансной плоскости не попадают ни в одну из заданных зон устройства дистанционной защиты, то поля "*Ожидаемая*" и "*Уставка*" будут пустыми.

В полях "*Действительная*" и "*Срабатывание*" после проведенной проверки выводится название действительной зоны срабатывания дистанционной защиты и реальное время срабатывания этой зоны.

4.5.6. Поле "Контакт"

В этом поле выводится номер бинарного входа, который заведен на проверяемое устройство и по которому будет осуществляться анализ его работы. Выбор осуществляется из списка, в котором отображены лишь инициализируемые на странице "Конфигурация" бинарные входы.

4.5.7. Поля "Бинарные входы", "Бинарные выходы"

Об этих полях детально написано в пп. 3.2.4 - 3.2.6. данной инструкции.

4.5.8. Построение (выбор) зон срабатывания

Выбор зон срабатывания или построение новых зон осуществляется путем нажатия кнопки "**Выбор/Построение**" в поле "Зоны срабатывания" – откроется диалоговое окно (рис. 4.9).

Предусмотрена возможность построения характеристик измерительных органов дистанционных защит имеющих формы эллипсов и сложных характеристик в форме многоугольников с дугами – полилиний.

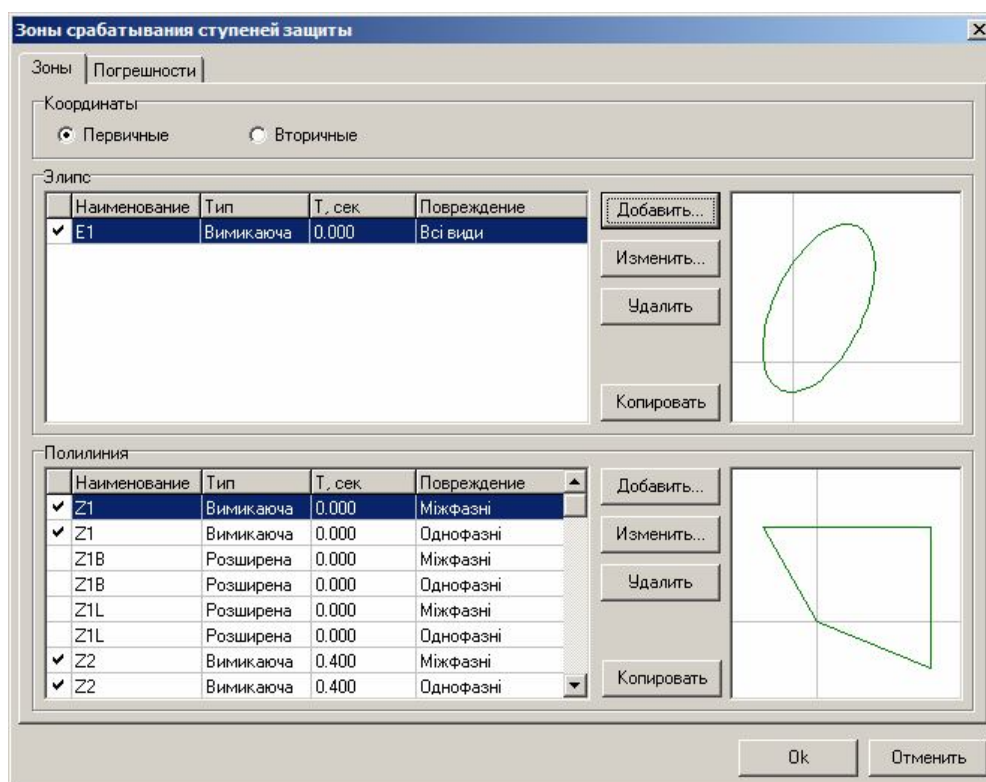


Рис. 4.9. Библиотека характеристик измерительных органов дистанционных защит

Для построения зоны срабатывания в виде эллипса необходимо в поле "Эллипс" нажать кнопку "Добавить" – появится окно (рис. 4.10).

Эллипс

Параметры

Наименование:

Расчетное сопротивление: Ом

Угол м.ч.: °

Смещение: %

Соотношение сторон эллипса: в.о

Время срабатывания: сек

Вид повреждения: Все виды

Тип зоны: Отключающая

Относительная погрешность за Z: %

Абсолютная погрешность за Z: Ом

Относительная погрешность за T: %

Абсолютная погрешность за T + : сек

Абсолютная погрешность за T - : сек

Тип контура:

Цвет контура:

Образец

X, Ом

R, Ом

Ок Отменить

Рис. 4.10. Построение характеристик срабатывания дистанционного органа в виде эллипса

Для построения эллипса необходимо в полях "Параметры" внести следующую информацию:

- "Наименование" – название характеристики срабатывания дистанционного органа, под которым она будет сохраняться в библиотеке;
- "Расчетное сопротивление, Ом" – значение рассчитанной уставки срабатывания дистанционного органа соответствующее углу максимальной чувствительности;
- "Угол максимальной чувствительности, °" – значение угла максимальной чувствительности;
- "Смещение, %" – задается смещение эллипса в противоположный углу максимальной чувствительности квадрант комплексной плоскости;
- "Соотношение сторон эллипса, о.е" – задается соотношение сторон эллипса. Если это соотношение задать 1, то получим характеристику срабатывания дистанционного органа в виде круга;
- "Время срабатывания, сек" – задается время срабатывания соответствующей степени защиты;
- "Вид повреждения" – предусмотрена возможность задавать, для какого вида повреждения применяется измерительный орган дистанционной защиты – однофазного, многофазного, или для всех видов защиты. Вид повреждения выбирается из списка;

- *"Тип зоны"* – задается тип зоны, который выбирается из списка. Предусмотрены следующие типы зон: выключающая, расширенная, пусковая, не выключающая;
- *"Относительная погрешность по сопротивлению, %"* – задается погрешность по сопротивлению, с которой может работать измерительный орган;
- *"Абсолютная погрешность по сопротивлению, Ом"* – задается абсолютная погрешность по сопротивлению;
- *"Относительная погрешность по времени, %"* – задается погрешность по времени, с которой может работать измерительный дистанционный орган;
- *"Абсолютная погрешность по времени +, сек"* – задается абсолютная погрешность по времени в сторону возможного увеличения, с которой может работать измерительный дистанционный орган;
- *"Абсолютная погрешность по времени –, сек"* – задается погрешность по времени в сторону возможного уменьшения;
- *"Тип контура"* – задается тип линии, которой отображается характеристика дистанционного органа;
- *"Цвет контура"* – задается цвет отображения характеристики дистанционного органа.

При построении характеристики ее вид отображается в поле *"Образец"*.

Пример построения эллипсоидной характеристики дистанционного органа приведен на рис. 4.11.

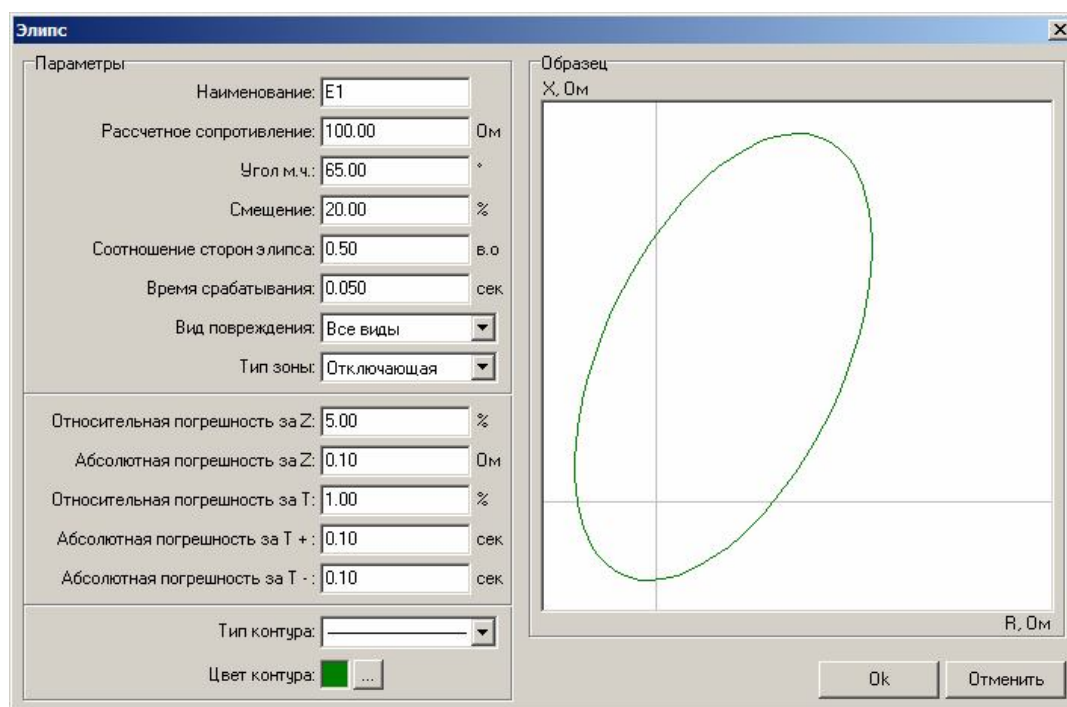


Рис. 4.11. Пример построения эллипсоидной характеристики

Если надо построить характеристику в виде многоугольника, то необходимо нажать кнопку "Добавить" в поле "Полилиния" (см. рис. 4.9) – на экране появится окно (рис. 4.12).

Рис. 4.12. Построение характеристик срабатывания дистанционного органа в виде многоугольника

В поле "Параметры" задаются наименование, время срабатывания, тип линии, цвет, вид повреждения и тому подобное. Эти характеристики задаются так же, как и при построении характеристик дистанционных органов в виде эллипса. А сама характеристика состоит из отдельных участков – отрезков линий и дуг.

Для построения участка характеристики необходимо нажать кнопку "Добавить" – появится окно (рис. 4.13).

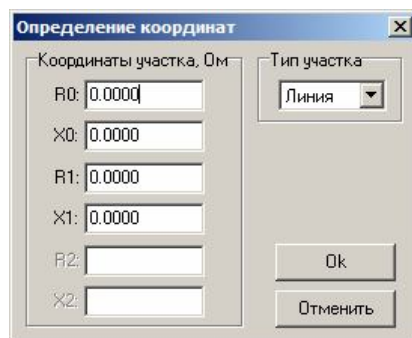


Рис. 4.13. Определение координат для построения характеристики в виде полилинии

В поле "Тип участка" выбирается тип: линия или дуга. В поле "Координаты участка" для линии необходимо задать координаты начала и конца (если это первый участок во время построения) или координаты конца для следующего участка. Для дуги задаются координаты трех точек, через которые проходит дуга (для первого участка) или двух точек для следующего участка. Для запоминания введенной информации необходимо нажать кнопку **"Ok"**.

Следует помнить, что координату последнего участка полилинии задавать не нужно, потому что автоматически соединяются координаты конечной точки последнего участка с координатами точки начала первого участка.

В процессе построения в поле "Образец" выводится изображение характеристики. Выбранный участок характеристики отображается линией большей толщины.

В процессе построения характеристики предусмотрена возможность ее коррекции с помощью кнопок **"Добавить"**, **"Изменить"**, **"Удалить"** (рис. 4.12).

Пример построенной характеристики в виде полилинии приведен на рис. 4.14.

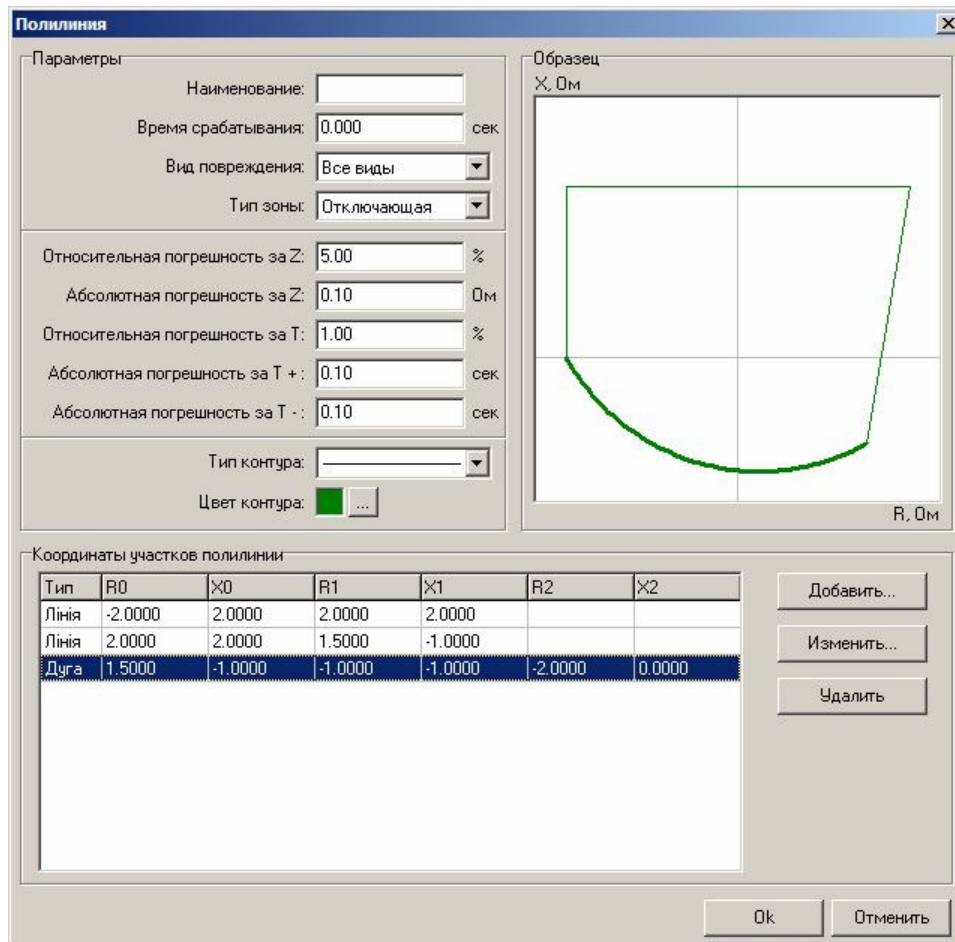


Рис. 4.14. Пример построения характеристики дистанционного органа в виде многоугольника

Все построенные характеристики сохраняются в библиотеке, доступ к которой осуществляется из соответствующего окна (см. рис. 4.9).

В окне "Зоны срабатывания ступеней защиты" (см. рис. 4.9), кроме функции формирования новой характеристики (кнопка "Добавить"), предусмотрены также функции редактирования характеристик с помощью кнопок "Изменить", "Удалить", "Копировать".

Предусмотрена возможность задавать и отображать характеристики с заданной погрешностью. Для этого необходимо в окне (см. рис. 4.9) перейти на страницу "Погрешности" (рис. 4.15).

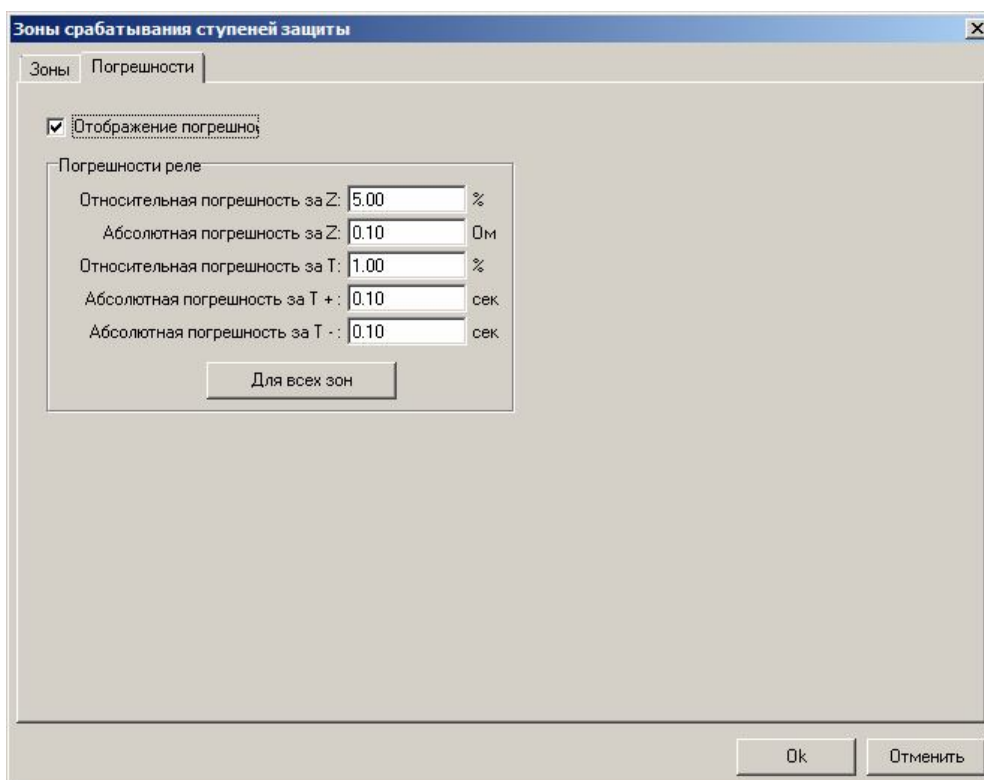


Рис. 4.15. Погрешности зон срабатывания дистанционной защиты

Для отображения погрешностей и их учета во время проверки необходимо активизировать опцию "Отображение погрешностей".

Значения погрешностей задаются в поле "Погрешности реле".

Эти погрешности будут учитываться во время формирования только новой характеристики.

Предусмотрена также возможность задавать одинаковые погрешности для всех сформированных характеристик сохраняемых в библиотеке. Для этого необходимо заполнить соответствующие поля (см. рис. 4.15) и нажать кнопку "Для всех зон" – появится предупреждение (рис. 4.16)

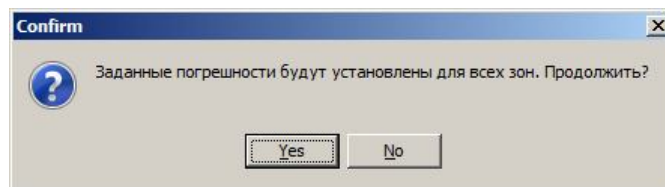


Рис. 4.16. Предупреждение установления погрешностей зон срабатывания

После нажатия кнопки "Yes" погрешности будут установлены одинаковыми для всех зон дистанционной защиты имеющихся в данном объекте. Если для некоторых зон были другие погрешности, они будут потеряны.

4.5.9. Проверка зон срабатывания в режиме множества точек

Для ускорения процесса проверки предусмотрен режим "*Множество точек*", который задается в поле "*Проверка*" (см. рис.4.6). В этом режиме осуществляется подготовка информации для комплексной проверки заранее заданного множества точек (рис. 4.17).

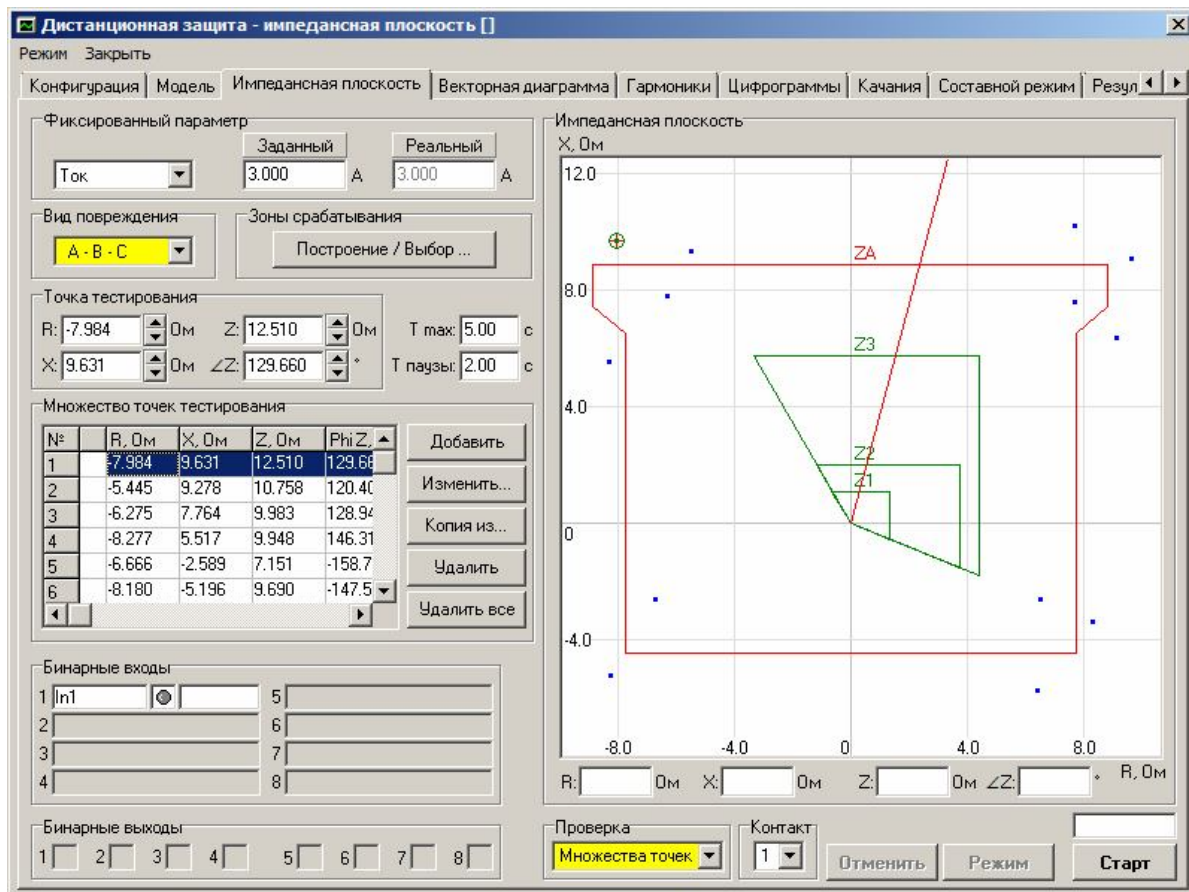


Рис. 4.17. Режим "*Множество точек*"

После активизации данного режима открывается поле "*Множество точек тестирования*", где в таблице отображаются координаты точек тестирования и их характеристики: координаты в алгебраической и показательной формах, название и время срабатывания ожидаемой зоны, название и время реальной зоны срабатывания (данная информация формируется после проведения тестирования), а также фиксированный параметр проверки. Координаты точек тестирования можно задавать одним из следующих способов:

- путем двойного щелчка по точке на импедансной плоскости;
- с помощью кнопки "**Добавить**", которая предварительно задается манипулятором "мышь" в поле "*Импедансная плоскость*";
- с помощью кнопки "**Добавить**", которая предварительно задается с клавиатуры в поле "*Тестовая точка*".

Сформированные точки на импедансной плоскости отображаются цветом, заданным в конфигурации. Конфигурация графики вызывается с помощью команды "Графика" в пункте главного меню "Конфигурация" (рис. 4.18).

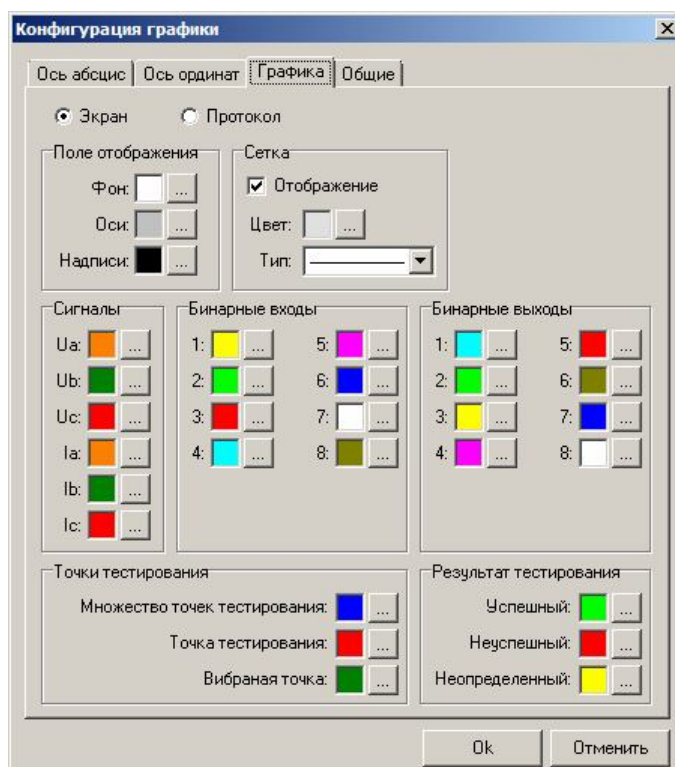


Рис.4.18. Окно конфигурации графики модуля "Дистанционная защита"

В поле "Точки тестирования" возможно задавать цвет для отображения сформированного множества точек тестирования, тестовой точки и выбранной точки.

Множество точек – это точки сформированные в таблице "Множество точек тестирования" (см. рис. 4.17). Тестовая точка – это точка, координаты которой задаются в поле "Тестовая точка" (см. рис. 4.17), форма этой точки - крестик. Выбранная точка – это точка выбранная в таблице "Множество точек тестирования", форма которой - круг.

После формирования таблицы предусмотрена возможность осуществлять с заданным множеством точек следующие команды, путем нажатия соответствующей кнопки в поле "Множество точек тестирования" (рис. 4.17):

- кнопка "Изменить" позволяет изменять координаты выбранной из множества точки;
- кнопка "Копия из" позволяет копировать раньше созданные точки тестирования в других режимах. Выбор режима из которого происходит копирование точек осуществляется в диалоговом окне (рис. 4.19) появляющемся на экране ПК после нажатия этой кнопки;
- кнопка "Удалить" позволяет изымать из множества выбранную точку;
- кнопка "Удалить все". После выполнения этой команды будет удалено все множество точек.

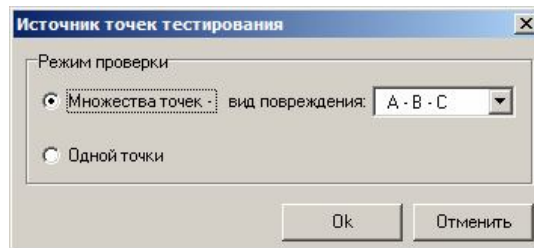


Рис. 4.19. Окно выбора источника точек тестирования

Результат выполнения команд отображается в таблице и в поле "Импедансная плоскость".

Предусмотрена возможность изменять отображение колонок таблицы. Скрыть или отобразить определенную колонку таблицы можно с помощью локального меню (рис. 4.20).

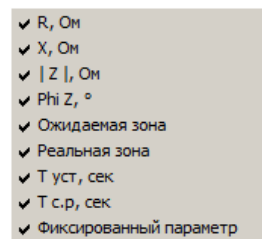


Рис. 4.20. Информация таблицы "Множество точек тестирования"

4.5.10. Данные формата RIO

Предусмотрена возможность считывания информации о дистанционных защитах из файлов, где она сохраняется в международном формате данных RIO. Это существенно улучшает работу пользователя, потому что практически все заграничные цифровые защиты работают с этим форматом данных.

Данные в формате RIO загружаются с помощью команды "Загрузить" пункта главного меню "Объект". После активизации меню "Объект" появится подменю с возможными командами работы с файлами (рис. 4.21).

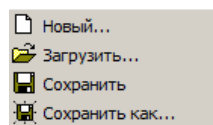


Рис. 4.21. Меню работы с файлами

После активизации команды "Загрузить" на экран монитора выведется стандартное окно WINDOWS (рис. 4.22)

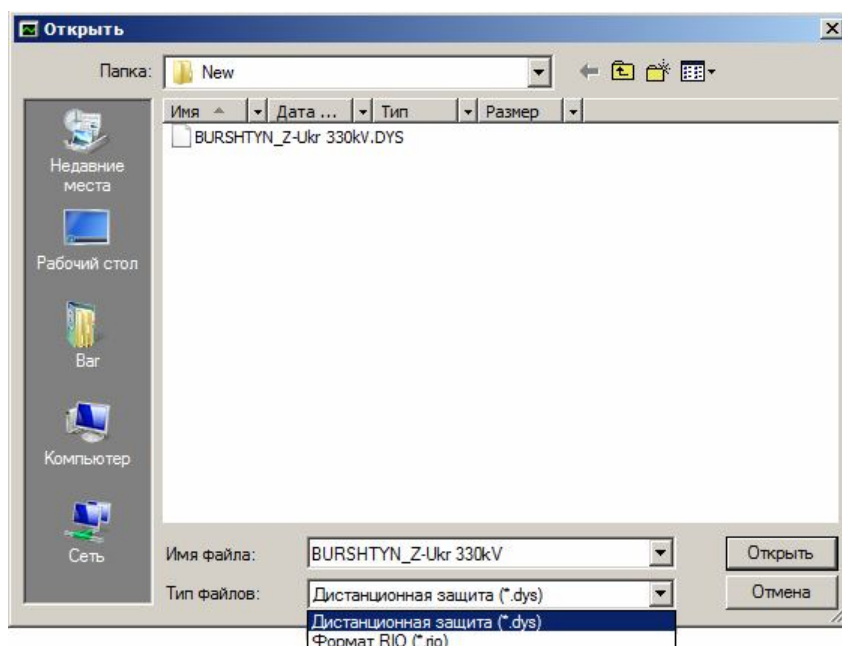


Рис. 4.22. Окно выбора файла

В поле "Тип файлов" необходимо задать тип файлов с расширением *.RIO (файлы с расширением *.DYS относятся к собственному формату GRAN). После этого в основном поле окна (см. рис. 4.22) отобразятся файлы с расширением *.RIO. После выбора нужного файла загрузится объект дистанционной защиты.

4.5.11. Запуск цифрограмм

Для запуска цифрограмм из страницы "Импедансная плоскость" предусмотрены следующие кнопки управления:

- "Старт";
- "Режим";
- "Отменить".

После нажатия кнопки "Старт" "УСТРОЙСТВО" начнет генерировать гармонические сигналы фазных токов и напряжений, которые будут автоматически сформированы на основании следующей информации:

- координат фиксированной точки на импедансной плоскости;
- значение фиксированного параметра (модель заданного сопротивления, тока или напряжения);
- вида повреждения (трехфазное, двухфазное или однофазное);
- параметров моделей системы и линии;
- заданной частоты (задается на странице "Векторная диаграмма").

Величины фазных токов и напряжений можно проконтролировать на странице "*Векторная диаграмма*", или на импедансной плоскости, если задан режим отображения этих координат (см. п. 4.5.1 и п. 4.6).

Генерация зависит от режима проверки. В режиме проверки одной точки генерация осуществляется однократно, в режиме проверки множества точек генерация будет осуществляться поочередно для каждой точки таблицы, начиная с выбранной.

В режиме проверки одной точки предусмотрена возможность изменения координат этой точки в процессе генерации. Координаты можно изменять манипулятором "мышь" на импедансной плоскости, из клавиатуры в поле "*Тестовая точка*" или используя кнопки со стрелками возле соответствующих полей координат с шагом, заданным на странице "*Модель*". Этот режим можно применять для определения зоны срабатывания дистанционного органа, если она заранее неизвестна. Следует помнить, что в этом режиме не контролируется время срабатывания защиты.

Режим генерации, во время проверки одной точки, может быть остановлен одним из следующих способов:

- нажатием кнопки "**Стоп**" (после нажатия кнопки "**Старт**" и начала генерации режима она поменяет свое название на "**Стоп**" и будет мигать);
- срабатыванием бинарного входа, который сконфигурирован для режима "*Остановка устройства*".

После остановки генерации формируются результаты проверки. В случае срабатывания, в поле "*Зона срабатывания*" отображается действительная зона и реальное время ее срабатывания. Если в течение времени генерирования срабатывание не состоялось, соответствующие поля остаются пустыми.

На импедансной плоскости результаты проверки отображаются следующим образом: цвет, который задается в конфигурации "*Графики*" (см. рис. 4.18) определяет результат проверки, – успешный, неуспешный или неопределенный, например, по умолчанию – зеленый – успешный, красный – неуспешный, желтый – неопределенный, а форма определяет срабатывание бинарного входа (точка – сработал, крестик – не сработал).

Кроме того, предусмотрена возможность генерации сложного режима путем нажатия кнопки "**Режим**". Она осуществляется так же, как в модуле "*Независимый источник*" (см. п. 3.3.3).

В режиме проверки множества точек, генерация осуществляется автоматически для каждой точки, начиная с выбранной в таблице. В этом режиме изменять координаты заданных точек во время генерации невозможно. Для каждой точки генерация осуществляется в течение времени, заданного в поле "*Tmax*", или к моменту срабатывания бинарного входа. Между генерациями двух последовательных точек можно задавать паузу в поле "*Паузы*".

Результаты тестирования для каждой точки – действительная зона, реальное время ее срабатывания отображаются в соответствующих полях таблицы. Кроме того, в первой

колонке таблицы отображается общий результат тестирования: "+" – успешный, "-" – неуспешный, "+/-" - неопределенный.

На импедансной плоскости отображается результат проверки аналогично режиму одной точки.

4.6. Страница "Векторная диаграмма"

Вид страницы "Векторная диаграмма" представлен на рис. 4.23.

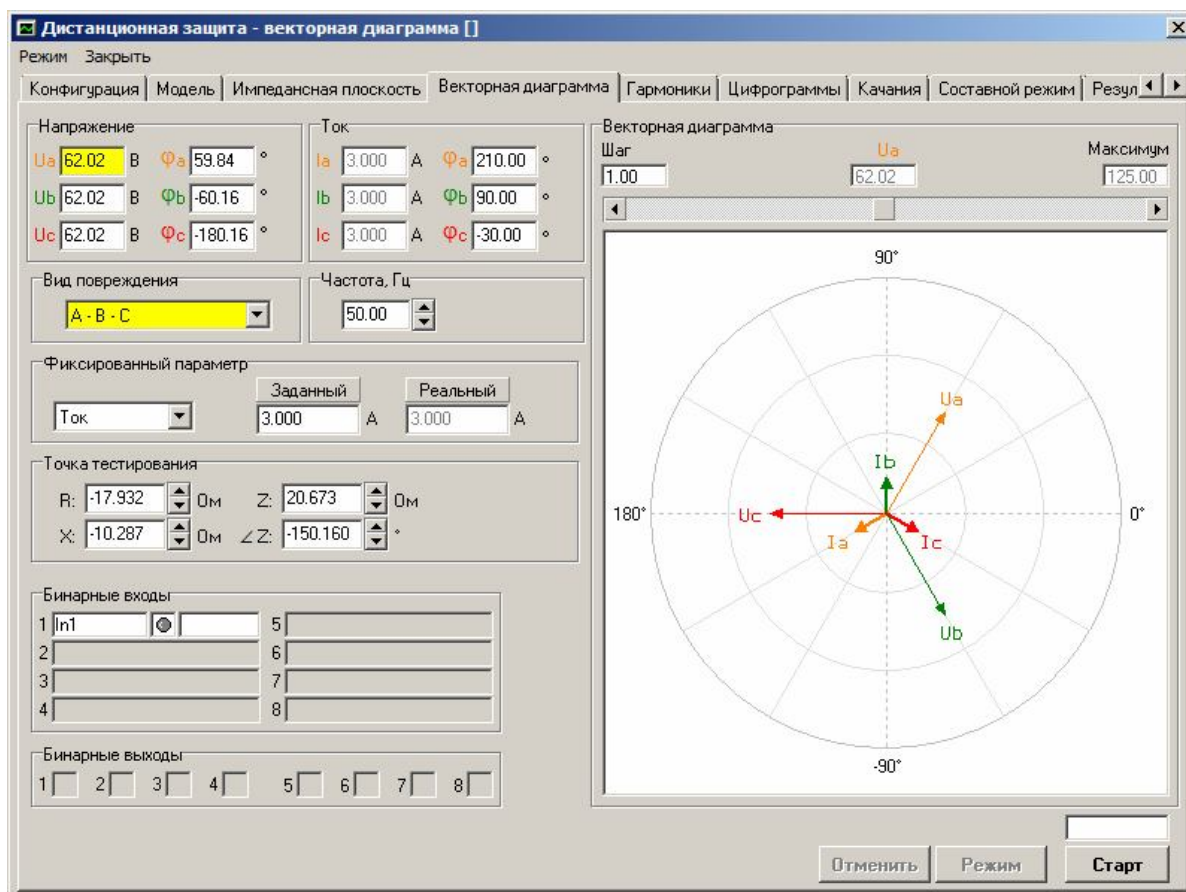


Рис. 4.23. Векторная диаграмма модуля "Дистанционная защита"

Детально о работе со страницей "Векторная диаграмма" описано в п. 3.3. Впрочем, есть некоторые особенности.

Начальные значения векторов фазных токов и напряжений отвечают тестовой точке на странице "Импедансная плоскость". Если пользователь на данной странице будет изменять фазные напряжения и токи, как по модулю, так и по фазе, то будут изменяться и координаты тестовой точки на импедансной плоскости.

Аналогично, как и на странице "Импедансная плоскость", предусмотрена возможность задавать виды повреждений. После этого будет реализовываться одна из моделей электрической сети (4.3) – (4.18). В отличие от страницы "Импедансная плоскость" на странице "Векторная диаграмма" можно задавать, кроме разных видов к.з., еще и

"Независимый" режим изменения токов и напряжений. Но для этого режима не будут пересчитываться координаты тестовой точки на импедансной плоскости и после перехода на страницу "Импедансная плоскость" информация о независимых величинах фазных напряжений и токов будет потеряна. Этот режим может быть использован, например, для формирования бестоковой паузы для составного режима.

На странице "Векторная диаграмма" отображаются значения фиксированного параметра и координаты тестовой точки на импедансной плоскости, соответственно в полях "Фиксированный параметр" и "Тестовая точка". Эти поля являются недоступными для пользователя.

Для запуска генерации из страницы "Векторная диаграмма" предусмотрены следующие кнопки управления:

- "Старт";
- "Режим";
- "Отменить".

Запуск цифrogramм осуществляется так же, как из страницы "Векторная диаграмма" модуля "Независимый источник" и детально описан в п. 3.3.3.

4.7. Страница "Гармоники"

Данная страница аналогична такой же странице модуля "Независимый источник" (см. п. 3.4).

4.8. Страница "Цифrogramмы"

Данная страница аналогична такой же странице модуля "Независимый источник" (см. п. 3.5).

4.9. Страница "Качания"

На этой странице предусмотрена возможность формирования сигналов (напряжений и токов) во время асинхронного хода или во время качаний в системе. Эти сигналы нужны для проверки работы дистанционной защиты при возникновении таких режимов в энергосистеме, в частности для наладки модуля блокировки от качаний дистанционной защиты. Общий вид страницы "Качания" приведен на рис. 4.24.

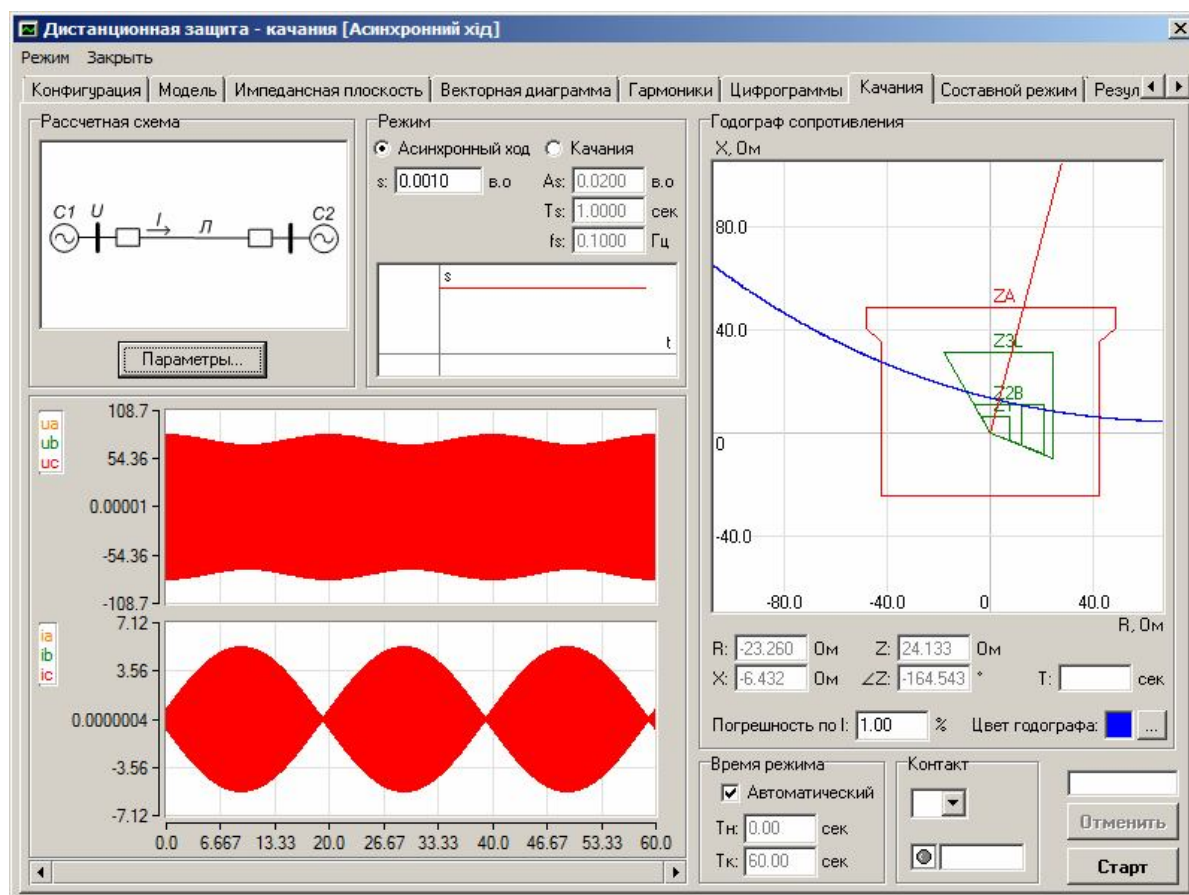


Рис. 4.24. Страница "Качания" модуля "Дистанционная защита"

На этой странице размещены следующие поля:

- "Расчетная схема" – схема, по которой моделируются асинхронный режим и режим качаний;
- "Режим" – задается режим качаний или режим асинхронного хода;
- "Годограф сопротивления" – отображаются зоны дистанционной защиты и годограф сопротивления, который рассчитывается для заданного асинхронного режима или режима качаний;
- "Время режима" – задается время, в течение которого моделируется режим;
- "Контакт" – задается номер бинарного входа, по которому контролируется работа модуля блокирования от качаний.

Математическая модель воспроизводящая режим асинхронного хода, или режим качаний имеет вид

$$\begin{aligned}
 \vec{e}_{C1} - \vec{L}_{C1} \cdot \frac{d\vec{i}}{dt} - \vec{R}_{C1} \cdot \vec{i} - \vec{L}_L \cdot \frac{d\vec{i}}{dt} - \vec{R}_L \cdot \vec{i} - \vec{L}_{C2} \cdot \frac{d\vec{i}}{dt} - \vec{R}_{C2} \cdot \vec{i} - \vec{e}_{C2} &= 0; \\
 \vec{e}_{C1} - \vec{L}_{C1} \cdot \frac{d\vec{i}}{dt} - \vec{R}_{C1} \cdot \vec{i} - \vec{u} &= 0; \\
 \vec{e}_{C1} &= E_{M_{C1}} \cdot \sin(2\pi \cdot f + \vec{\varphi}_{0_{C1}}); \\
 \vec{e}_{C2} &= E_{M_{C2}} \cdot \sin(2\pi \cdot (f + f_s) + \vec{\varphi}_{0_{C2}}),
 \end{aligned}
 \tag{4.19}$$

где $\vec{e}_{C1}, \vec{e}_{C2}$ – эквивалентные е.д.с. систем $C1$ и $C2$, определяются как

$$\vec{e}_{C1} = (e_{A_{C1}}, e_{B_{C1}}, e_{C_{C1}}), \vec{e}_{C2} = (e_{A_{C2}}, e_{B_{C2}}, e_{C_{C2}});$$

$E_{M_{C1}}, E_{M_{C2}}$ – амплитуды эквивалентных е.д.с. систем $C1$ и $C2$;

$\vec{\varphi}_{0_{C1}}, \vec{\varphi}_{0_{C2}}$ – начальные фазы систем $C1$ и $C2$, в поле параметров систем задается

начальная фаза фазы А, на основе которых определяются другие фазы

$$\vec{\varphi}_{0_{C1}} = (\varphi_{A_{C1}}, \varphi_{A_{C1}} - 120^\circ, \varphi_{A_{C1}} + 120^\circ); \vec{\varphi}_{0_{C2}} = (\varphi_{A_{C2}}, \varphi_{A_{C2}} - 120^\circ, \varphi_{A_{C2}} + 120^\circ);$$

$\vec{L}_{C1}, \vec{L}_{C2}$, – эквивалентные индуктивности систем $C1$ и $C2$, которые определяются на основе реактансов, которые задаются в соответствующих полях параметров систем

$$\vec{L}_{C1} = \text{diag}\left(\frac{XS_{C1}}{2\pi f}, \frac{XS_{C1}}{2\pi f}, \frac{XS_{C1}}{2\pi f}\right); \vec{L}_{C2} = \text{diag}\left(\frac{XS_{C2}}{2\pi f}, \frac{XS_{C2}}{2\pi f}, \frac{XS_{C2}}{2\pi f}\right);$$

$\vec{R}_{C1}, \vec{R}_{C2}$ – эквивалентные активные сопротивления систем $C1$ и $C2$, также задаются в соответствующих полях параметров систем

$$\vec{R}_{C1} = \text{diag}(R_{C1}, R_{C1}, R_{C1}); \vec{R}_{C2} = \text{diag}(R_{C2}, R_{C2}, R_{C2});$$

$\vec{R}_L, \vec{L}_L$ – параметры линии, линия моделируется продольными параметрами активным и реактивным сопротивлениями прямой последовательности

f – частота системы $C1$;

f_s – частота скольжения, на основе которой определяется частота системы $C2$.

Информация о параметрах систем и линии задается в диалоговом окне вызываемом кнопкой "**Параметры**" в поле "*Расчетная схема*" (см. рис. 4.24), – появляется диалоговое окно "*Параметры*" (рис. 4.25).

Рис. 4.25. Параметры сети

Поскольку асинхронный ход и качание являются симметричными режимами, системы задаются значениями модулей фазных напряжений (фазы А) и начальными углами. Рекомендуется для одной системы задавать начальный угол 0° , для другой – значение угла, соответствующее доаварийной загрузке линии активной мощностью.

Следует помнить, что параметры систем и линии необходимо задавать приведенными к вторичным токам и напряжениям.

Поэтому номинальное фазное напряжение системы составляет $57.4 \approx \frac{100}{\sqrt{3}}$.

Приведенные значения сопротивлений систем и линии рассчитываются следующим образом

$$Z_{\text{вторинне}} = Z_{\text{первинне}} \cdot \frac{n_{TA}}{n_{TV}} \quad (4.20)$$

где $Z_{\text{первинне}}$ – первичное значение сопротивления системы (линии); n_{TA}, n_{TV} – коэффициенты трансформации трансформаторов тока и напряжения.

Для решения системы уравнений (4.19) применяется неявный метод формул дифференцирования назад (ФДН).

В поле "Режим" пользователь выбирает характер изменения частоты скольжения. Предусмотрена возможность задавать два режима:

- асинхронный (с неизменной частотой скольжения). Характер изменения координат режима токов и напряжений при таком режиме приведен на рис. 4.24;
- качаний. В этом режиме пользователь может задавать влияние реального действия регуляторов на электрических станциях и противоаварийной автоматики на подстанциях. В этом режиме частота скольжения не является постоянной, а изменяется во времени. Характер этого изменения задается уравнением

$$s = A_s \cdot e^{-\frac{t}{T_s}} \cdot \sin(\omega_s \cdot t + 90^\circ), \quad (4.21)$$

где A_s – максимальное значение частоты скольжения в режиме качаний; T_s – постоянная времени затухания скольжения; ω_s – собственная частота изменения скольжения.

В нижней части поля "Режим" на основе заданной информации о характере качаний отображается характер изменения частоты скольжения.

На рис. 4.26 приведен характер изменения величин в режиме качаний.

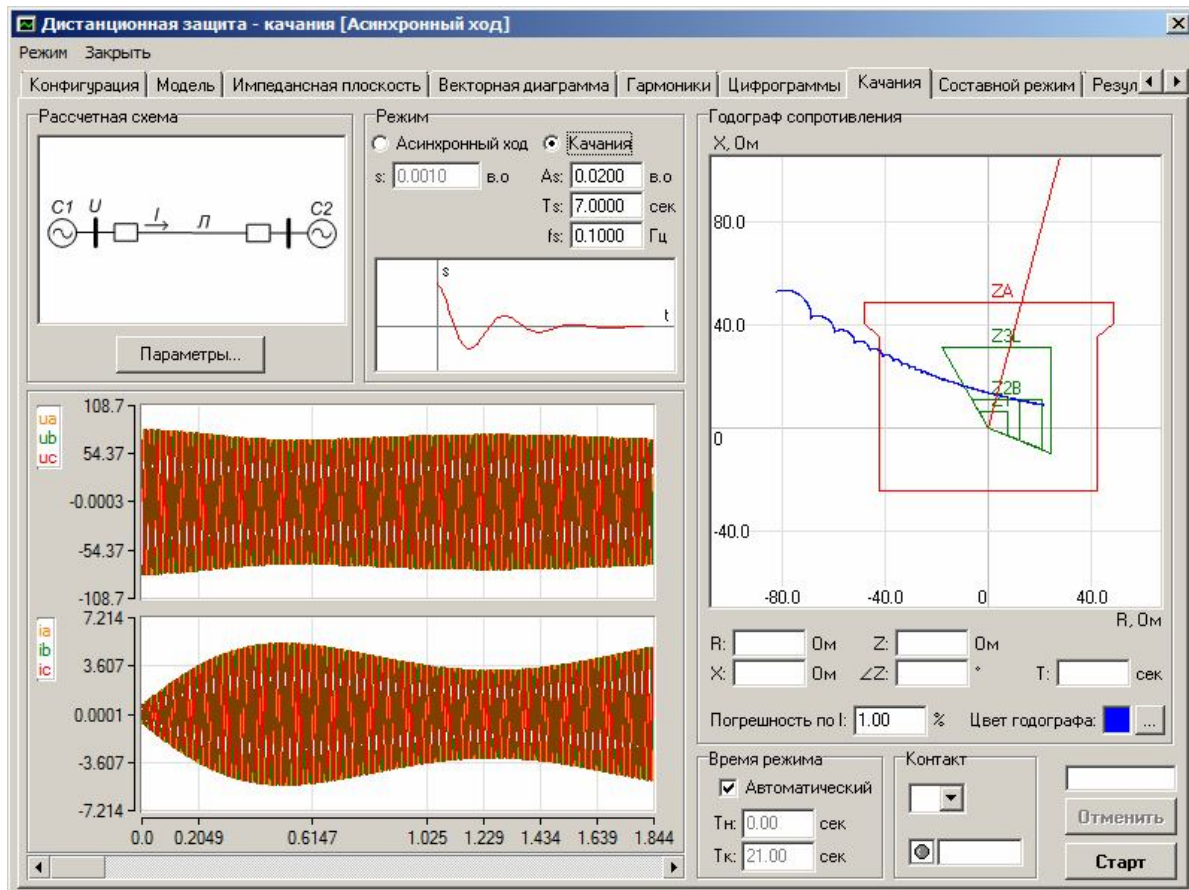


Рис. 4.26. Режим качаний

В поле "Годограф сопротивления" на импедансной плоскости приведен характер изменения годографа сопротивления в режиме качаний. В этом же поле отображаются и зоны проверяемой дистанционной защиты (они задаются на странице "Импедансная плоскость" данного модуля)

При перемещении курсора "мыши" в поле отображения годографа сопротивления в нижней части поля будут отображаться координаты положения курсора. В случае, когда курсор будет попадать непосредственно на годограф изменения сопротивления, то в поле "T (сек)" будет отображаться время соответствующее этой величине сопротивления в режиме качаний.

В этом же поле задается точность по току при построении годографа сопротивления. В случае, когда значение тока становится равным нулю $Z \rightarrow \infty$. Чтобы исключить точки разрыва при построении годографа сопротивления задается минимальное значение тока, по которому еще вычисляется значение сопротивления. При меньших значениях тока величина сопротивления не рассчитывается и на кривой годографа эти точки не отображаются. Значение тока задается в % относительно максимально возможного значения данного режима.

В поле "*Время режима*" можно задавать диапазон изменения координат режима при качаниях. Если выбран автоматический выбор диапазона, то это время будет определяться следующим образом.

Для режима асинхронного хода:

$$T = 3 / (s \cdot f_{ном}) = 3 / (s \cdot 50), \quad (4.22)$$

где s – скольжение в о.е, которое задается в поле s (о.е); $f_{ном}$ – номинальная частота, Гц.

В случае режима качаний диапазон изменения координат режима определяется как

$$T = 3 \cdot T_s, \quad (4.23)$$

где T_s – постоянная времени затухания скольжения, задается в соответствующем поле.

Если пользователю необходимо задать любой диапазон изменения координат режима при качаниях, то необходимо отменить опцию "*Автоматический*", а в полях "*Tn, сек*" и "*Tк, сек*" ввести нужный диапазон отображения координат режима при качаниях.

В поле отображения координат режима – фазных напряжений и фазных токов предусмотрена возможность выполнения некоторых операций (см. п. 3.5.1).

В поле "*Контакт*" задается номер бинарного входа, по которому контролируется работа модуля блокирования от качаний. После срабатывания этого контакта в соответствующих полях отображается состояние и время срабатывания.

Запуск генерации координат режима осуществляется с помощью кнопки "**Старт**" так же, как на странице "*Цифрограммы*" модуля "*Независимый источник*" (см. п. 3.5.2).

4.10. Страница "**Составной режим**"

На этой странице предусмотрена возможность формирования составного режима, на основе координат режимов, созданных на страницах "*Импедансная плоскость*", "*Векторная диаграмма*", "*Гармоники*", "*Цифрограммы*", "*Качания*".

Работа с данной страницей аналогична работе со страницей "*Составной режим*" модуля "*Независимый источник*" (см. п. 3.7 данной инструкции).

4.11. Страница "Результаты"

Данная страница аналогична такой же странице модуля "*Независимый источник*" (см. п. 3.8 данной инструкции).

5. МОДУЛЬ "ТОКОВАЯ ЗАЩИТА"

Модуль "Токовая защита" предназначен для автоматической проверки и наладки комплексных токовых защит, выполненных на электромеханической и цифровой базе. Позволяет осуществлять проверку многоступенчатых токовых защит, направленных токовых защит с произвольными характеристиками срабатывания.

5.1. Страница "Конфигурация"

После активизации модуля "Токовая защита" на экран дисплея выведется окно (рис. 5.1).

На странице "Конфигурация" в групповом поле "Устройство" задаются общие характеристики, в групповом поле "Переменный ток" – номинальные и максимально допустимые параметры защиты так же как в модуле "Независимый источник" (см. п. 3.2).

В комбинированном поле "Номер контакта" задается номер бинарного входа "УСТРОЙСТВА", к которому присоединен контакт исходного реле проверяемой защиты.

Рис. 5.1. Страница конфигурации защиты

5.2. Страница "Параметры защиты"

Общий вид этой страницы приведен на рис. 5.2.

Рис. 5.2. Страница "Параметры защиты"

В групповом поле "*Направление защиты*" задается характер защиты – направленный он, или нет. Если исследуется направленная токовая защита, то необходимо инициализировать опцию "*Направление защиты*". Для трансформаторов тока задается направление "В линию" или "К шинам", а для трансформаторов напряжения – присоединение трансформаторов напряжения – "*К линии*" или "К шинам". А также в соответствующих полях задаются значение напряжения (фазного или линейного) и начальное значение фазы тока. В случае направленной токовой защиты это угол между напряжением и током (зависит от вида к.з.). В случае проверки обычной токовой защиты этот угол соответствует начальной фазе тока генерируемого "УСТРОЙСТВОМ". В случае активизации опции "*Направления защиты*" "УСТРОЙСТВО" будет генерировать токи зависимо от вида к.з., а также симметричную систему напряжений. Если эту опцию отменить – "УСТРОЙСТВО" будет генерировать лишь токи.

В групповых полях "*Погрешности по времени*" и "*Погрешности по току*" задаются относительная и абсолютная погрешности защиты по времени и по току. Учет заданных погрешностей будет осуществляться в случае инициализации опции "*Отображение погрешностей*".

В групповом поле "*Доаварийный режим*" задаются характеристики доаварийного режима. Если доаварийный режим не нужен, то в поле "*Длительность*" необходимо задать значение "0".

5.3. Страница "Характеристики реле"

Страница "Характеристики реле" приведена на рис. 5.3.

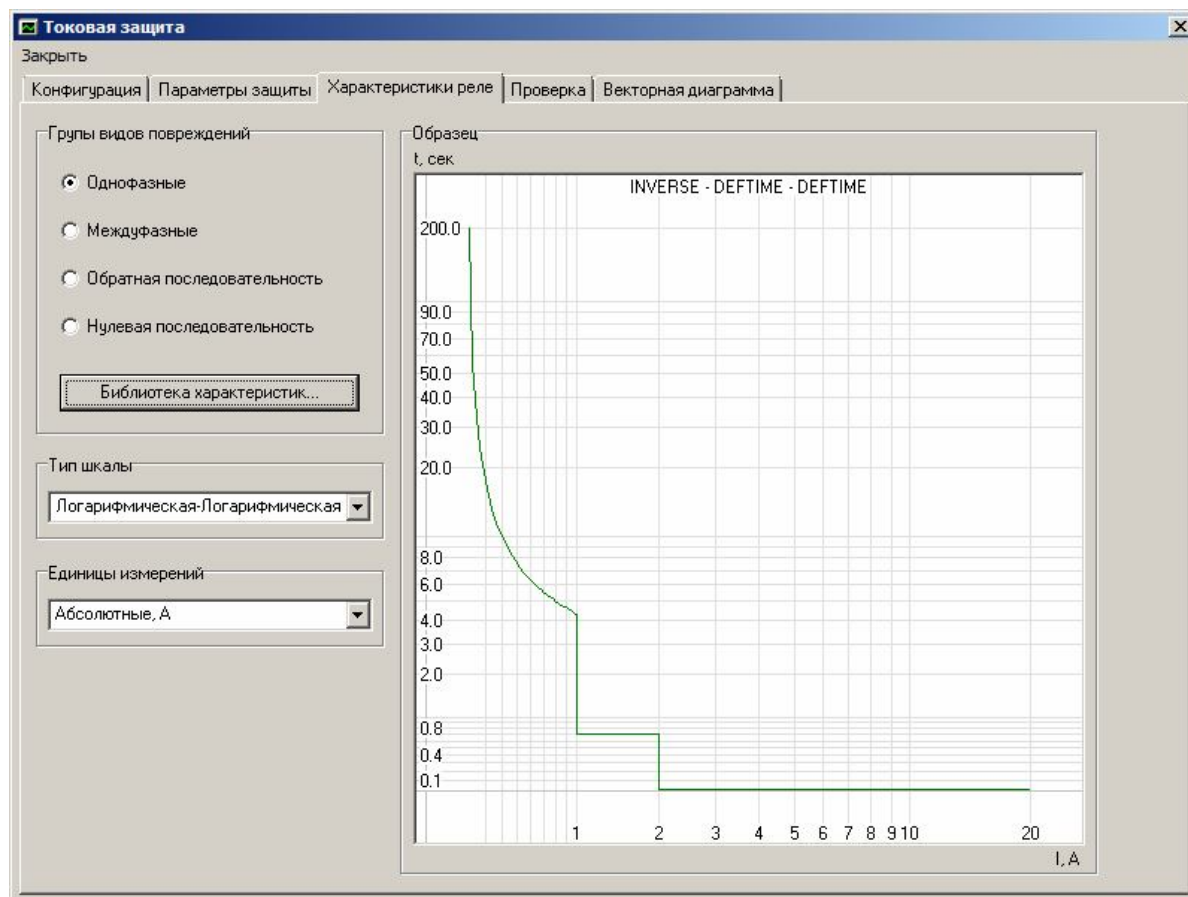


Рис. 5.3. Страница характеристик реле

На этой странице возможно создавать библиотеку характеристик, из которой выбирать нужную характеристику для заданного вида токовой защиты.

В поле "Группы видов повреждений" задается вид повреждения, для каждого из которых создается библиотека характеристик. Предусмотрены следующие группы характеристик:

- характеристики защит от однофазных к.з.;
- характеристики защит от междуфазных к.з.;
- характеристики защит реагирующих на ток обратной последовательности;
- характеристики защит реагирующих на ток нулевой последовательности.

Предусмотрена возможность формировать и хранить в библиотеке токовые характеристики любой сложности.

Нужная характеристика выбирается из библиотеки характеристик, или в случае ее отсутствия в библиотеке, она формируется.

Для этого необходимо нажать кнопку **"Библиотека характеристик"**, которая размещена в поле **"Группы видов повреждений"**, – на экране монитора появится окно (рис. 5.4).

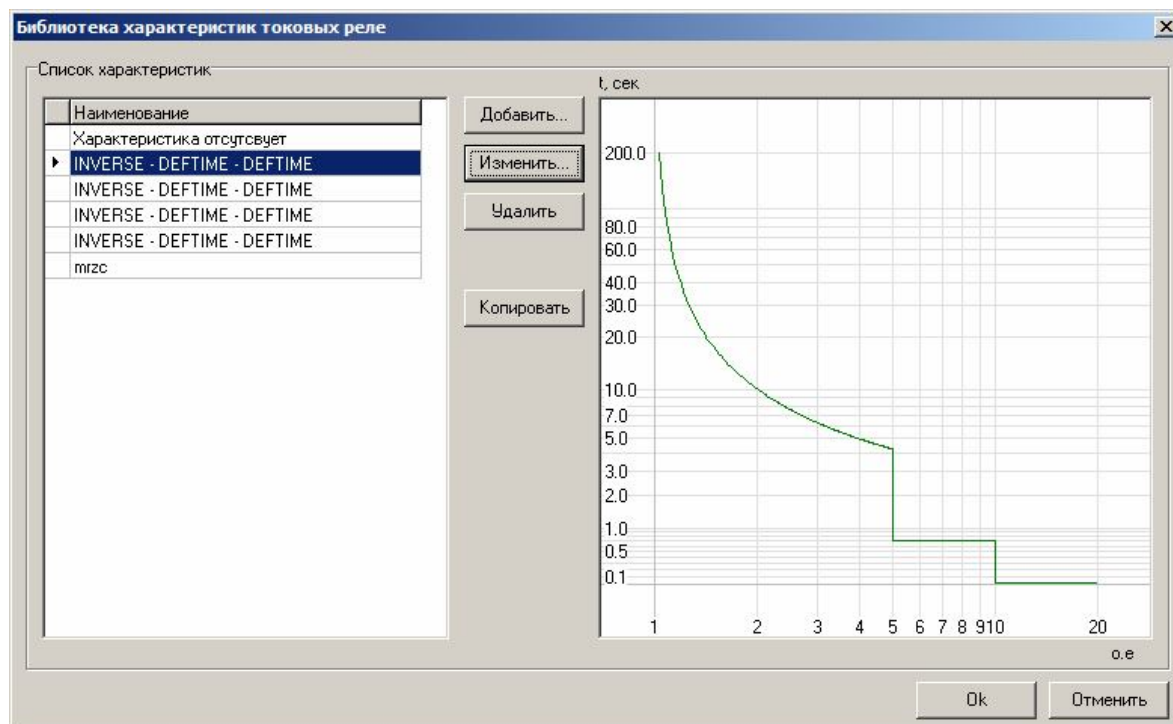


Рис. 5.4. Библиотека характеристик

В поле **"Список характеристик"** выводятся названия всех характеристик, имеющих в библиотеке. Нужная характеристика выбирается из списка. Выбранная характеристика будет отображена в поле справа. После выбора нужной характеристики необходимо нажать кнопку **"Ok"**. В случае выбора строки **"Характеристика отсутствует"** – для заданного вида повреждения характеристики не будет.

В этом окне, с использованием соответствующих кнопок, предусмотрена возможность осуществлять следующие операции:

- добавлять новые характеристики;
- редактировать существующие;
- изымать характеристики из библиотеки;
- копировать характеристики.

Для формирования новой характеристики защиты необходимо нажать кнопку **"Добавить"** – на экране монитора появится окно (рис. 5.5).

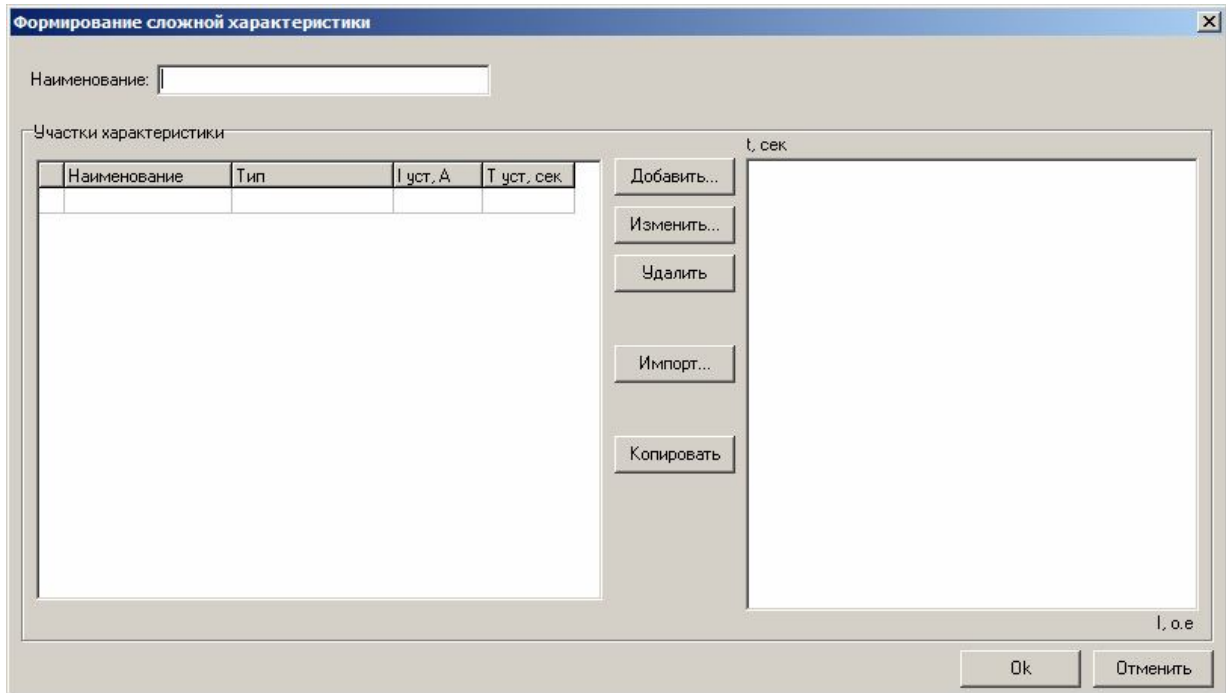


Рис. 5.5. Формирование сложной характеристики

Характеристика формируется из отдельных участков. Для того, чтобы прибавить новый участок, необходимо нажать кнопку "Добавить" – появится окно (рис. 5.6).

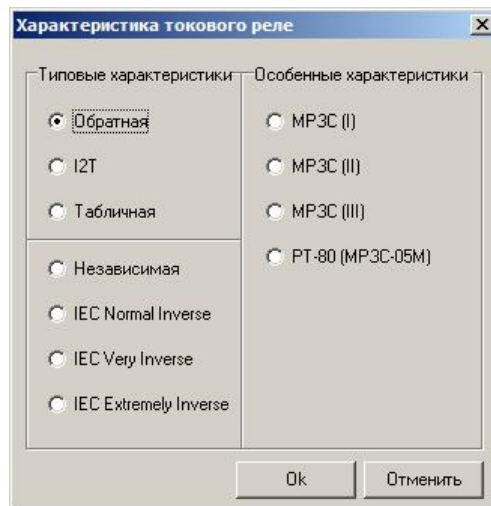


Рис. 5.6. Типичные характеристики токовых реле

В этом окне приведены все возможные типичные характеристики токовых защит. Для выбора нужной характеристики необходимо ее отметить в списке и нажать кнопку "Ok". Все характеристики условно разделены на группы. Первая группа типичных характеристик ("Обратная", "I2T", "Табличная") и особенная характеристика ("MP3C (III)") требует задания дополнительной информации. А характеристики "Независимая", "IEC Normal Inverse", "IEC Very Inverse", "IEC Extremely Inverse", "MP3C (I)", "MP3C (II)", "PT-

80 (MP3C-05M)" – не нуждаются в задании дополнительной информации, они определены жестко.

Если выбран тип характеристики "Обратная", то появляется окно (рис. 5.7)

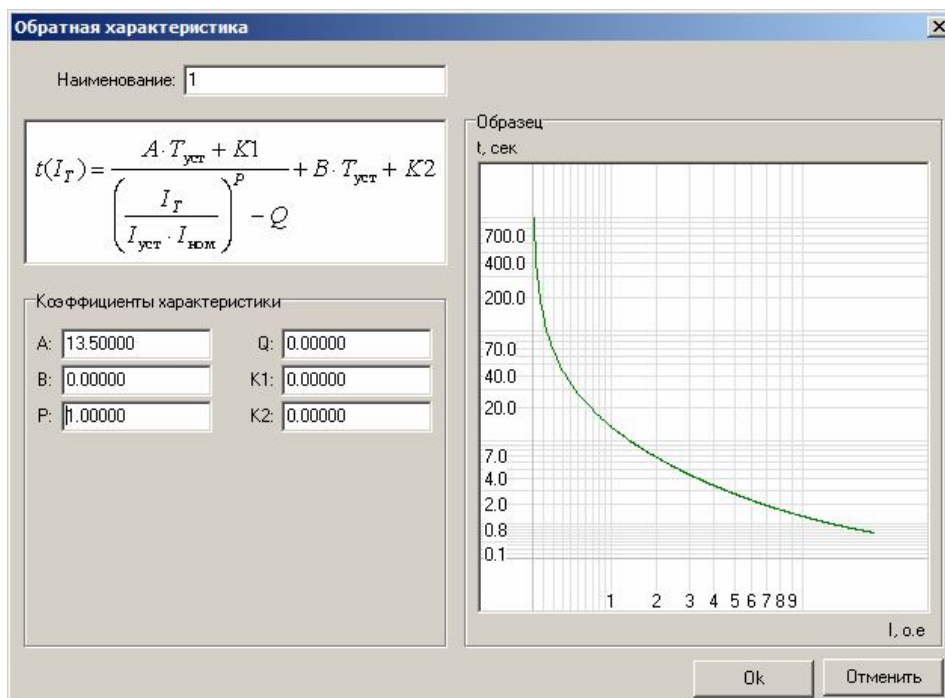
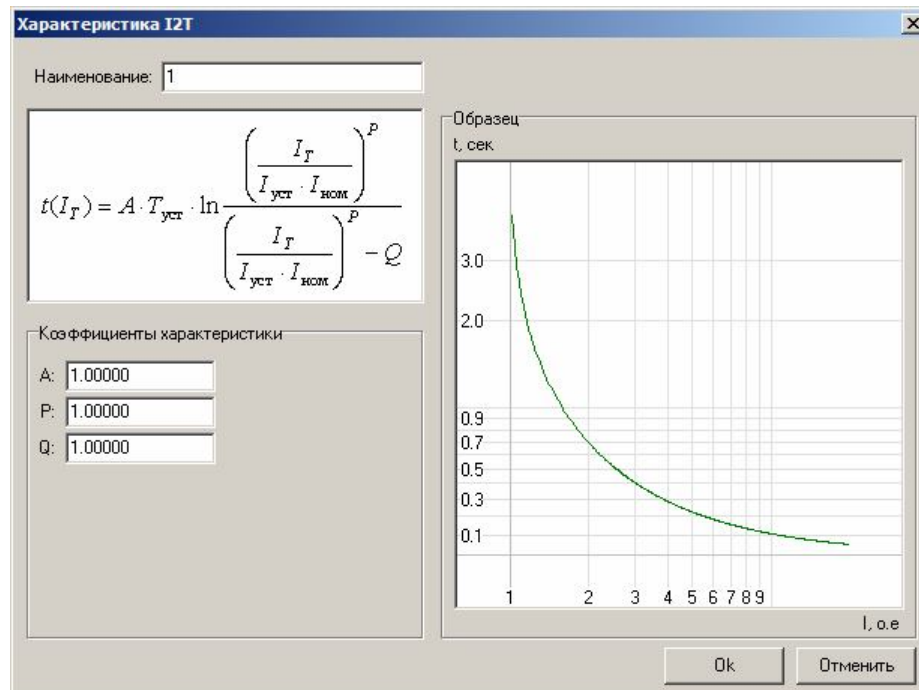


Рис. 5.7. Обратная характеристика

В этом окне приведена общая формула, по которой формируется обратная характеристика, и поля, в которых вводятся соответствующие значения коэффициентов характеристики. В поле "Образец" отображается заданная характеристика.

После ввода соответствующих значений коэффициентов в поле редактирования "Наименование" вводится название характеристики и нажимается кнопка "Ok".

Если выбран тип характеристики "I2T", то появится окно (рис. 5.8).

Рис. 5.8. Характеристика вида I²T

Значения коэффициентов характеристики задаются в полях редактирования "*Параметры характеристики*".

Если пользователю необходимо задать нетипичную характеристику, то нужно выбрать тип "*Табличная*". В этом случае на экране монитора появится окно (рис. 5.9). В табличной форме вводятся координаты точек характеристики. По мере введения координат точек, в поле "Образец" отображается характеристика. Для введения новой точки необходимо воспользоваться кнопкой "**Добавить**". Предусмотрена возможность редактировать координаты выбранной точки (кнопка "Изменить"), а также изымать выбранную точку или все точки (кнопки "Удалить" и "Удалить все").

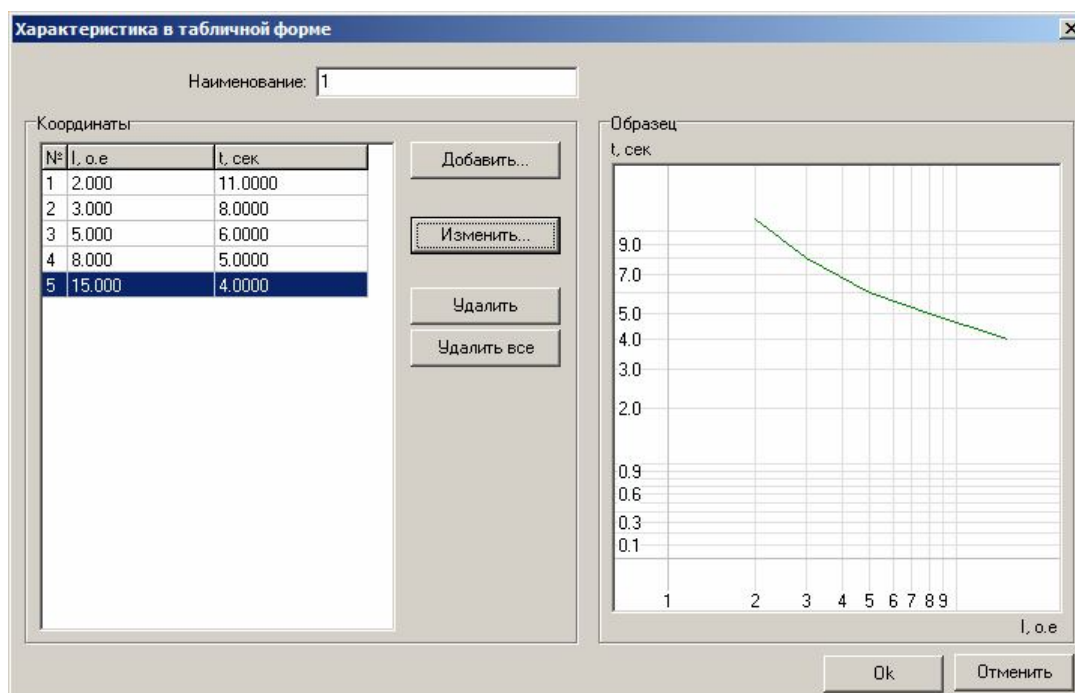


Рис. 5.9. Табличная форма представления характеристики

Предусмотрена возможность пользователю задавать характеристики с фиксированными значениями коэффициентов, которые формируются на основе формулы обратной характеристики (рис. 5.7). Это характеристика *"IEC Normal Inverse"* ($A = 0.14$; $B = 0$; $P = 0.02$; $Q = 1$; $K1 = 0$; $K2 = 0$), *"IEC Very Inverse"* ($A = 13.5$; $B = 0$; $P = 1$; $Q = 1$; $K1 = 0$; $K2 = 0$), *"IEC Extremely Inverse"* ($A = 80$; $B = 0$; $P = 2$; $Q = 1$; $K1 = 0$; $K2 = 0$).

Предусмотрена возможность задавать также и независимую характеристику. Для этого необходимо при формировании характеристики выбрать тип характеристики *"Независимая"* (см. рис. 5.6). При выборе этой характеристики откроется окно (рис. 5.10).

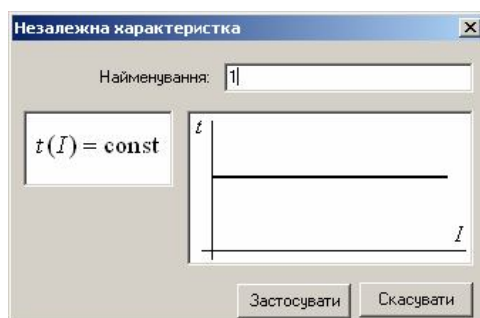


Рис. 5.10. Независимая характеристика

Предусмотрены также особенные характеристики, такие как МРЗС (I) (рис. 5.11), МРЗС (II) (рис. 5.12), МРЗС (III) (рис. 5.13) и РТ-80 (МРЗС-05М) (рис. 5.14).

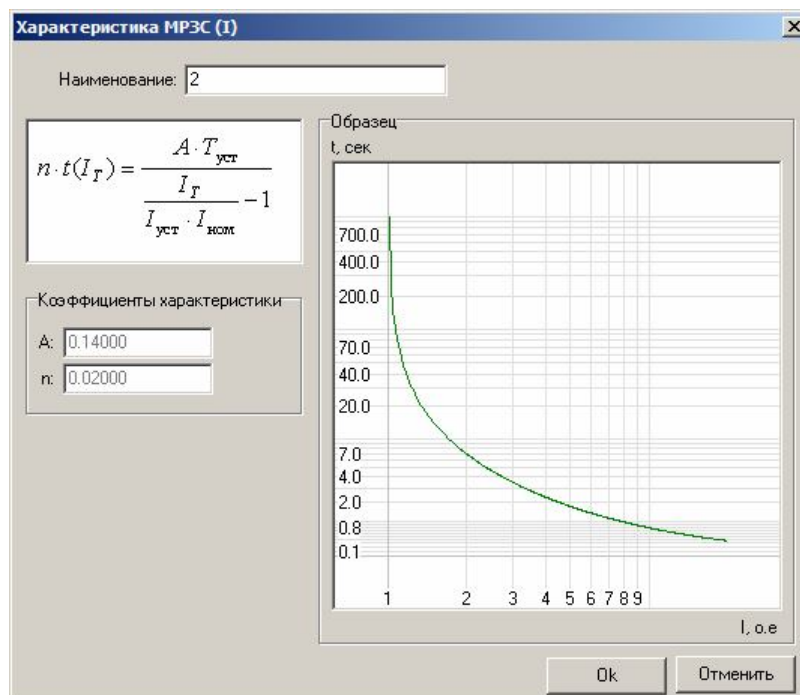


Рис. 5.11. Характеристика МРЗС (I)

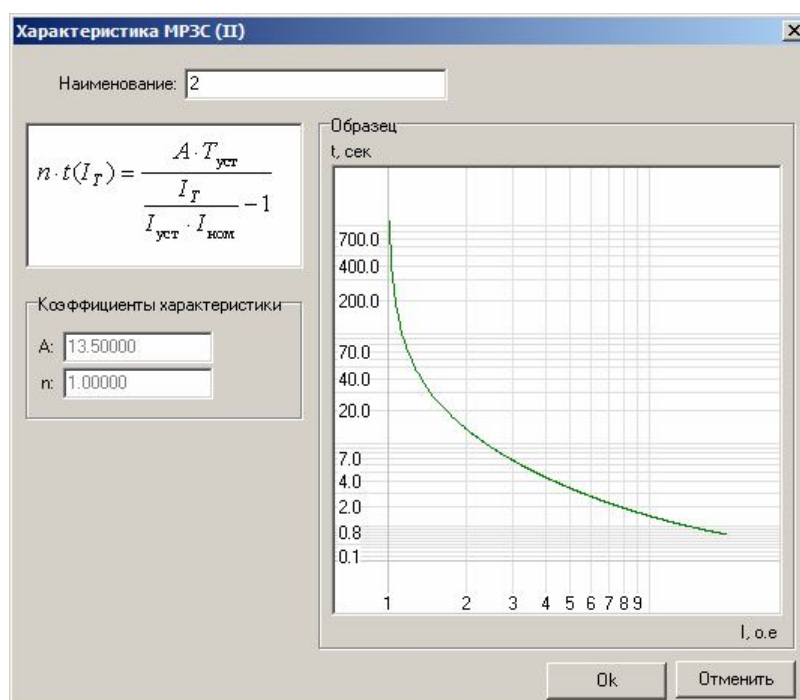


Рис. 5.12. Характеристика МРЗС (II)

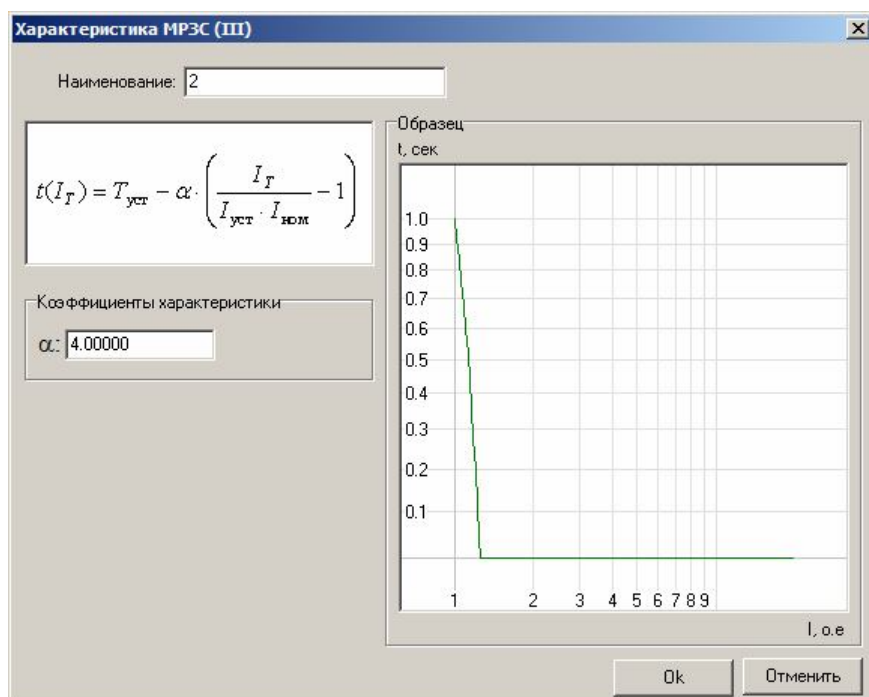


Рис. 5.13. Характеристика МРЗС (III)

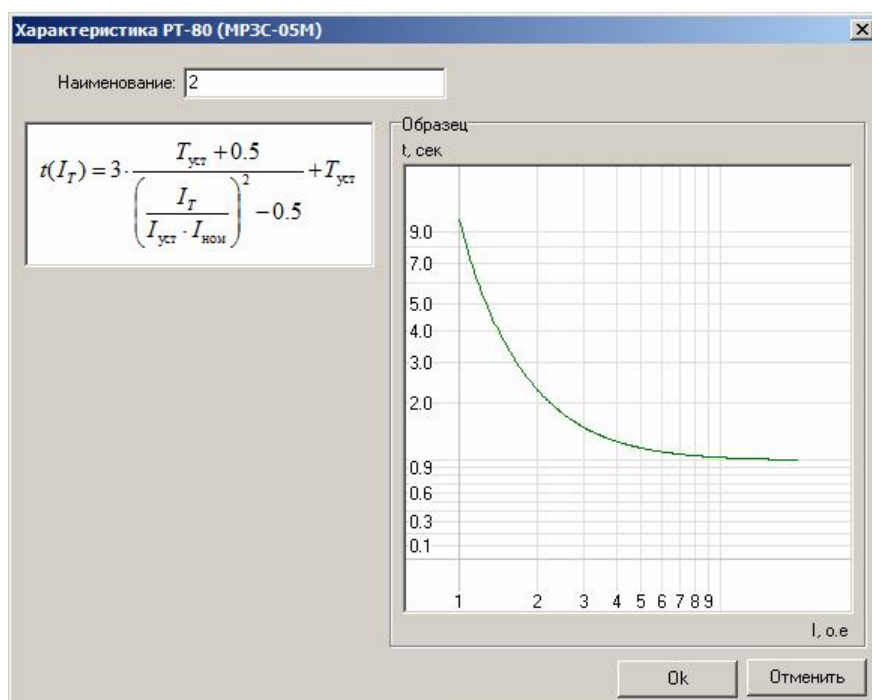


Рис. 5.14. Характеристика РТ-80 (МРЗС 05М)

После формирования отдельных участков характеристики, в окне (см. рис. 5.6) будет отображен список со всеми заданными участками. После этого необходимо для каждого участка задать в соответствующих полях значение уставок по току и по времени, соответственно " $I_{уст}$ " и " $T_{уст}$ ". В поле "Образец" отобразится сложная

характеристика. Также в поле редактирования *"Наименование"* необходимо задать название сложной характеристики.

В этом окне предусмотрена возможность также редактировать отдельные участки характеристики (кнопка **"Изменить"**), изымать участки характеристики (кнопка **"Удалить"**), копировать (кнопка **"Копировать"**), а также осуществлять импорт участков характеристики, записанных в формате DCC (кнопка **"Импорт"**).

После нажатия кнопки **"Ок"** сформированная характеристика запишется в библиотеку.

В поле *"Тип шкалы"* (см. рис. 5.3) задается шкала для отображения характеристики. Возможны следующие шкалы отображения:

- ток – линейная, время – линейная;
- ток – логарифмическая, время – логарифмическая;
- ток – линейная, время – логарифмическая;
- ток – логарифмическая, время – линейная.

В поле *"Единицы измерений"* для шкалы тока задаются единицы измерения:

- относительные;
- абсолютные, А.

В поле *"Образец"* выводится общий вид заданной характеристики токовой защиты.

5.4. Страница "Проверка"

Общий вид страницы приведен на рис. 5.15.

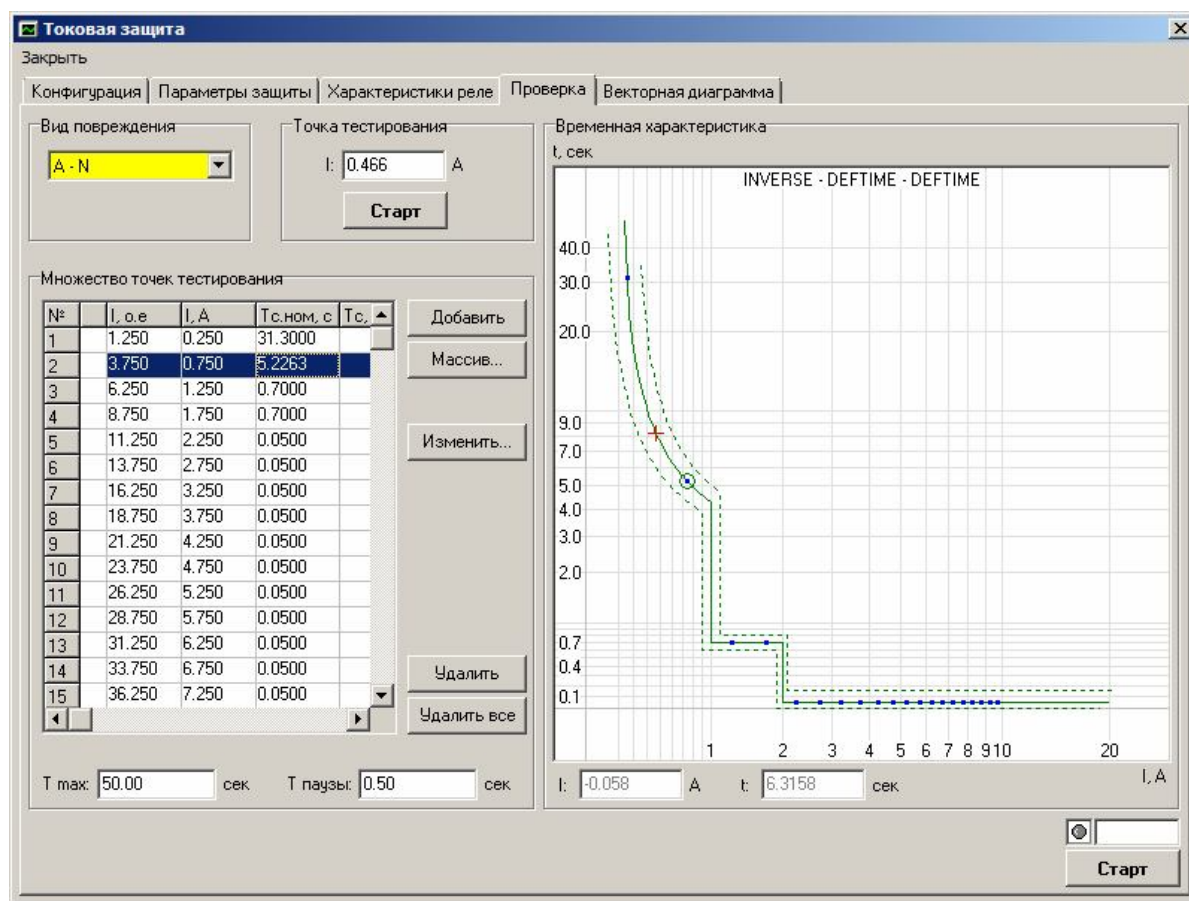


Рис. 5.15. Страница "Проверка" модуля "Токовая защита"

После активизации данной страницы в поле "Временная характеристика" выводится характеристика токовой защиты сформированной на странице "Характеристики реле". В этом поле пользователь может выполнять, используя локальное меню, определенные операции связанные с масштабированием изображения и выбором точки проверки.

На этой странице задается вид повреждения (в поле "Вид повреждения") – трехфазное к.з., все виды двухфазного к.з., однофазные к.з., а также задаются токи обратной и нулевой последовательности. Зависимо от вида повреждения в поле "Временная характеристика" будет отображена соответствующая характеристика токовой защиты, а также формируются соответствующие векторные диаграммы токов и напряжений. При этом на странице "Векторная диаграмма" будут отображены напряжения и токи соответствующие выбранному виду повреждения и текущей точке, значение которой отображено в поле "Тестовая точка".

Предусмотрена проверка защиты по отдельными заданными точками или комплексная проверка по заранее заданному массиву точек проверки.

В первом случае в поле "Тестовая точка" задается значение тока, по которому осуществляется проверка защиты. Значение тока можно задавать непосредственно в поле "I" или с помощью манипулятора "мышь" на временной характеристике защиты в поле "Временная характеристика". После этого нажимается кнопка "Старт" – "УСТРОЙСТВО"

начинает генерировать заданный ток до срабатывания защиты. После срабатывания защиты в поле *"Временная характеристика"* фиксируется точка соответствующая заданному току и реальному времени срабатывания. В случае, когда защита не сработала, генерирование заданного тока будет продолжаться в течение определенного времени. Это значение времени задается пользователем в поле *"Tmax"*. Значение этого времени необходимо задавать большим от максимального времени срабатывания токовой защиты. Тестовая точка и результат тестирования после этого будут занесены в таблицу множественное *"Число тестовых точек"*.

Для комплексной проверки характеристики токовой защиты необходимо сформировать множественное число точек тестирования. Эти точки формируются в поле *"Множество точек тестирования"*.

В этом поле в табличной форме отображаются точки тестирования и их характеристики:

- значение токов проверки в абсолютных единицах;
- относительное значение тока $I_{o.e.}$, которое определяется выражением:
$$I_{o.e.} = \frac{I_T}{I_{уст} \cdot I_{ном}}$$
 где I_T - значение тока проверки в абсолютных единицах; $I_{уст}$ - значение тока уставки первого участка характеристики токовой защиты; $I_{ном}$ - значение номинального тока защиты;
- ожидаемое время срабатывания $T_{c.ном}$;
- максимальное и минимальное значение времени срабатывания (соответственно $T_{c.max}$, $T_{c.min}$), которые рассчитываются на основе допустимых погрешностей по току и времени защиты.

Предусмотрена возможность изменять отображение колонок таблицы. Скрыть или отобразить определенную колонку таблицы можно с помощью локального меню, которое вызывается нажатием правой клавиши "мыши".

Можно добавлять значения тока в массив, используя кнопку **"Добавить"** в поле *"Множество точек тестирования"*, при этом в массив будет добавлена точка заданная в поле *"I"*.

Предусмотрена возможность задавать множество точек, используя кнопку **"Массив"** в поле *"Множество точек тестирования"*. В этом случае откроется диалоговое окно, в котором необходимо задать начальное и конечное значение токов и шаг по току между точками.

Для редактирования точек проверки используются кнопки **"Изменить"**, **"Удалить"**. Функции редактирования будут относиться к выбранной из таблицы точки. Для исключения всех точек массива используется кнопка **"Удалить все"**.

Для возврата токовой защиты в исходное состояние после проверки каждой точки необходимо задать паузу. Длительность этой паузы задается в поле *"Tпаузы"*.

Цвета отображения характеристики защиты, точек тестирования и результатов тестирования задают в диалоговом окне "Конфигурация графики" (рис. 5.16), которое вызывается командой "Графика" пункта главного меню "Конфигурация".

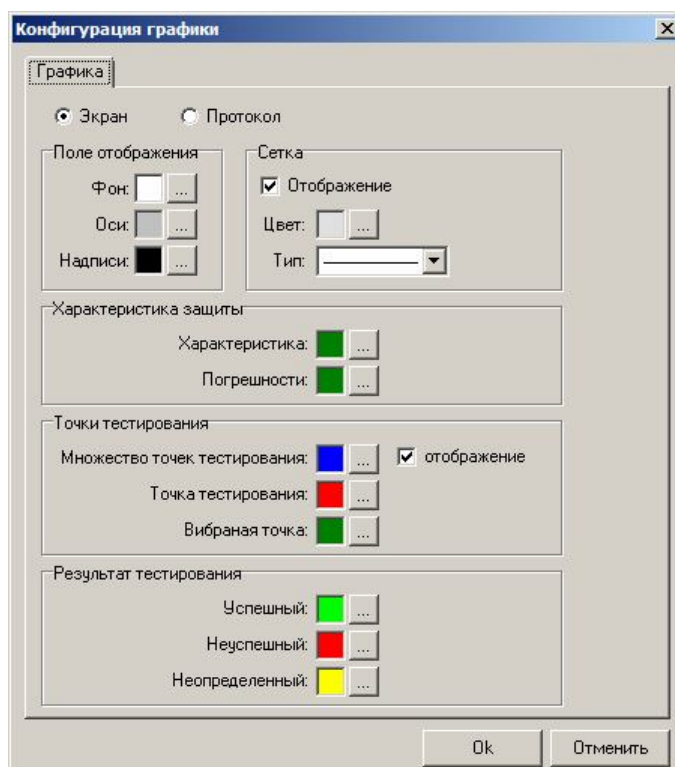


Рис. 5.16. Окно конфигурации графики модуля "Токовая защита"

Для комплексной проверки токовой защиты необходимо нажать кнопку "Старт" – "УСТРОЙСТВО" начнет поочередно, согласно таблицы "Множество точек тестирования", генерировать заданное значение тока. В случае срабатывания защиты в поле "Временная характеристика" будут появляться точки соответствующие координатам срабатывания защиты. В первой колонке таблицы "Множество точек тестирования" будет отображаться информация о результатах тестирования для каждой точки: "+" – успешный; "-" – неуспешный; "+/-" – неопределенный. Результат "неопределенный" вводится из следующих соображений: задав T_{max} пользователь ограничивает сверху реальную характеристику токовой защиты и выше T_{max} характеристика становится недоступной для анализа. Анализ результата осуществляется на основании сравнения ожидаемого значения времени срабатывания с реальным, с учетом заданных погрешностей.

Для объяснения анализа результатов проверки на рис. 5.17 приведен пример характеристики токовой защиты. Зависимо от значения тока проверки и результата срабатывания плоскость отображения характеристики можно условно разделить на 5 зон. Плоскость отображения ограничивается осями абсцисс I , ординат t , максимальным значением ожидаемого времени срабатывания T_{max} , а также максимальным значением тока проверки I_{max} .

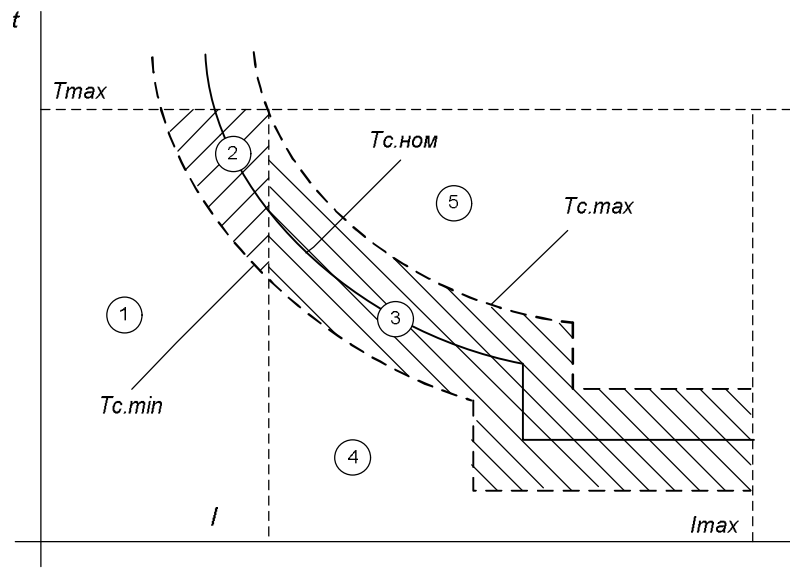


Рис. 5.17. Анализ результатов проверки токовой защиты

1-я зона ограничена осями абсцисс, ординат, максимальным значением ожидаемого времени срабатывания, кривой соответствующей минимальному допустимому времени срабатывания защиты $T_{c.min}$, а также прямой проходящей через точку пересечения линии T_{max} и кривой $T_{c.max}$ (I_{Tmax}). Если в этой зоне токовая защита сработала, то результат – "неуспешный"; если не сработала – "неопределенный".

2-я зона ограничена кривой $T_{c.min}$, прямыми T_{max} и I_{Tmax} . Если в этой зоне токовая защита сработала, то результат – "успешный"; если не сработала – "неопределенный".

3-я зона ограничена кривыми $T_{c.min}$, $T_{c.max}$, прямыми I_{max} и I_{Tmax} . Если в этой зоне токовая защита сработала, то результат – "успешный"; если не сработала – "неуспешный".

4-я зона ограничена осью абсцисс, прямой I_{Tmax} и кривой $T_{c.min}$. Если в этой зоне токовая защита сработала, то результат – "неуспешный"; если не сработала – "успешный".

5-я зона ограничена прямыми T_{max} , I_{max} и кривой $T_{c.max}$. Если в этой зоне токовая защита сработала, то результат – "неуспешный"; если не сработала – "успешный".

5.5. Страница "Векторная диаграмма"

На этой странице (рис. 5.18) отображается векторная диаграмма токов и напряжений, которые будут генерироваться "УСТРОЙСТВОМ". Значения токов, напряжений и их фаз зависят от заданного на странице "Проверка" вида повреждения, тока проверки и характера защиты – направленная или ненаправленная. Векторная диаграмма является пассивной, то есть на этой странице нельзя задавать и корректировать рассчитанные значения токов и напряжений.

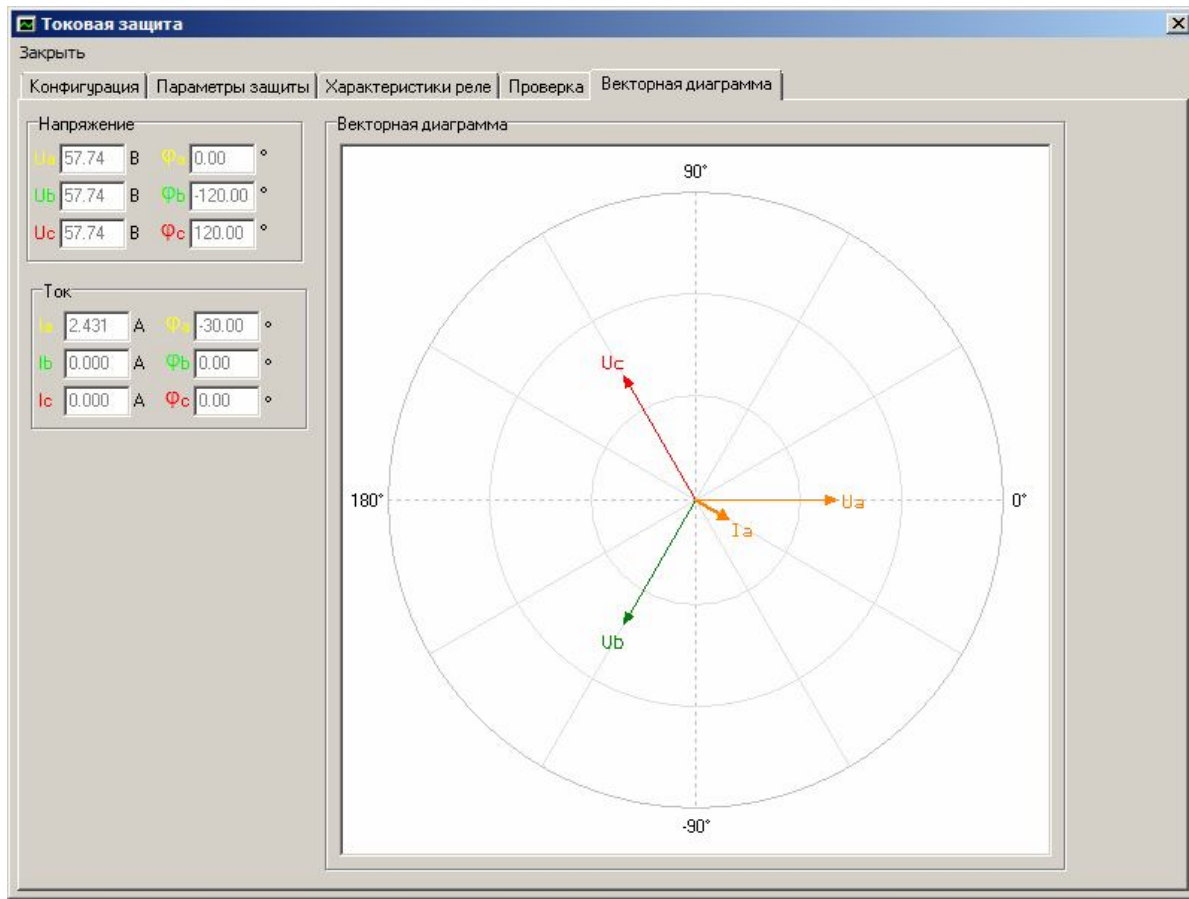


Рис. 5.18. Страница "Векторная диаграмма"

6. МОДУЛИ ГРУППЫ "ПРОСТЫЕ РЕЛЕ"

6.1. Общие положения

Модули группы "Простые реле" предназначены для автоматической проверки и наладки простых реле устройств РЗА, выполненных на электромеханической и цифровой базе. Эти модули позволяют проверять электрические характеристики реле постоянного или переменного тока и напряжения, реле направления мощности, реле направления тока и реле частоты.

6.2. Модуль "Реле тока"

Служит для проверки простых токовых реле с независимой характеристикой.

После активизации данного модуля на экран монитора выведется окно (рис. 6.1).

Рис. 6.1. Модуль проверки реле тока (страница конфигурации)

Модуль проверки реле тока содержит три страницы.

6.2.1. Страница "Конфигурация"

На этой странице пользователь задает общие характеристики реле.

В поле "*Устройство*" вводится следующая информация:

- наименование станции (подстанции);
- присоединение;
- устройство;
- проверяющий.

В поле "*Общие характеристики реле*":

- тип реле;
- обозначение его на схеме;
- место установки;
- номинальный параметр.

В поле "*Присоединение реле*":

- задается схема присоединения обмотки реле к "УСТРОЙСТВУ". Возможно присоединение обмотки реле к источникам тока "*I A-N*", "*I B-N*", "*I C-N*", или на сумму тока всех источников "*I ABC-N*";
- задается номер бинарного входа "УСТРОЙСТВА", к которому присоединяется контакт токового реле. Номер контакта присоединения выбирается из списка;
- задается величина частоты переменного тока.

Согласно заданной конфигурации необходимо подсоединить реле к "УСТРОЙСТВУ".

6.2.2. Страница "Проверка"

На этой странице модуля задается информация используемая непосредственно для проверки реле (рис 6.2).

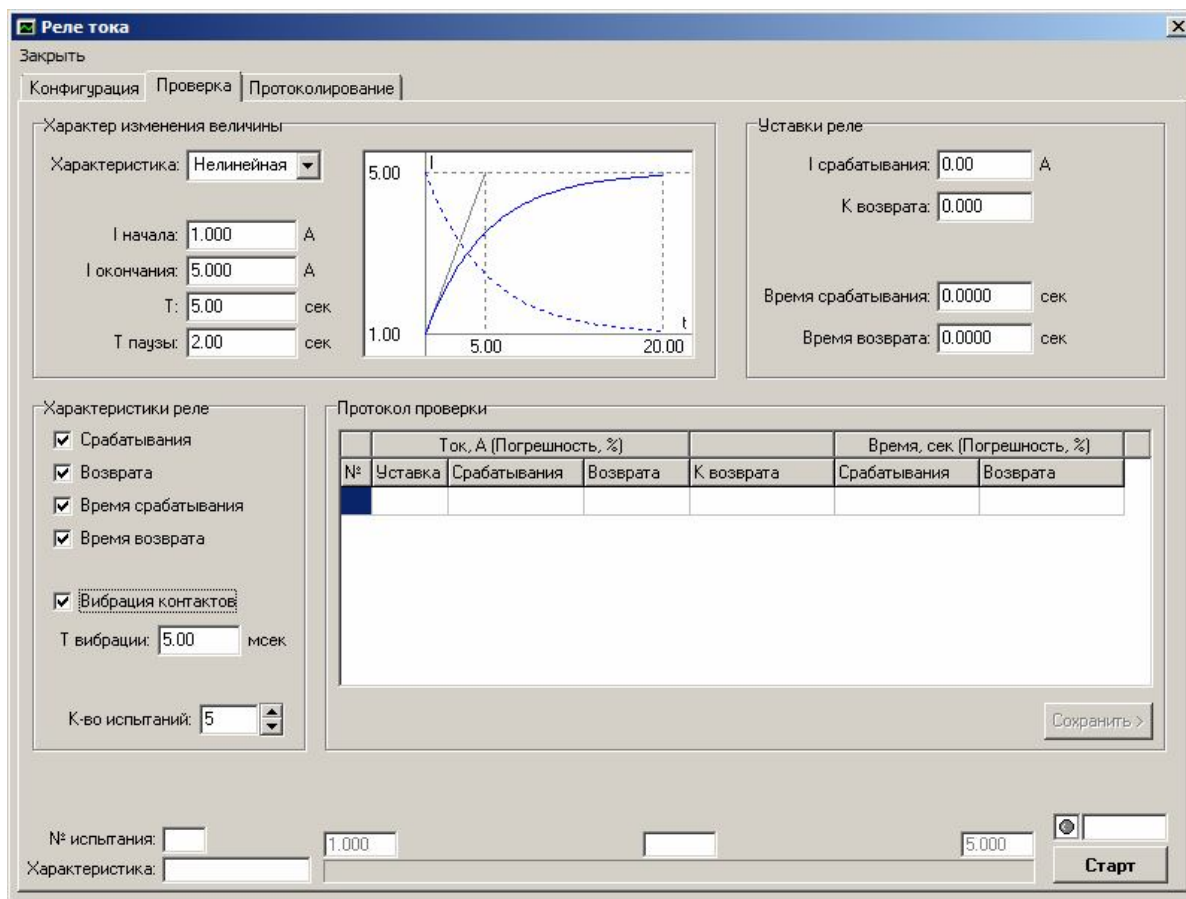


Рис. 6.2. Страница проверки реле тока

В поле "Характер изменения величины" задается режим изменения тока подаваемого от "УСТРОЙСТВА" на токовое реле. Возможны два режима изменения тока – по нелинейной зависимости, как это показано на рис. 6.2. или по линейному закону. Характер изменения величины тока задается из списка в поле "Характеристика". Приложение нелинейной характеристики изменения тока позволяет существенно уменьшить время проверки реле – сначала ток нарастает быстро, а приближаясь к зоне реле скорость изменения тока уменьшается для обеспечения нужной точности проверки.

Ниже, в соответствующих полях задаются параметры характеристики изменения тока:

- "I начала" – начальное значение тока;
- "I окончания" – конечное значение тока;
- "T" – время изменения тока от минимального до максимального значения (определяет скорость нарастания);
- "T паузы" – длительность паузы между отдельными опытами.

В поле "Уставки реле" задаются паспортные данные токового реле:

- "I срабатывания" – уставка срабатывания реле по току;
- "K возврата" – ожидаемый коэффициент возврата реле;

- *"Время срабатывания "* – ожидаемое время срабатывания реле;
- *"Время возврата "* – ожидаемое время возврата реле.
- В поле *"Характеристики реле"* задаются характеристики реле подлежащие проверке, а также условия проверки.
- Предусмотрена проверка следующих характеристик реле:
- *" Срабатывания "* – определяется действительный ток срабатывания реле;
- *"Возврат"* – определяется ток возврата реле и рассчитывается действительный коэффициент возврата реле;
- *"Время срабатывания "* – определяется время срабатывания реле;
- *"Время возврата"* – определяется время возврат реле.

Для того, чтобы задать, какие характеристики реле необходимо проверить, нужно осуществить их инициализацию.

Характеристики реле можно снимать с учетом вибрации контактов или без учета вибрации. Если не учитывать вибрацию контактов, то все характеристики реле будут сняты с учетом первого же замыкания (размыкания) контакта реле.

Для учета вибрации необходимо инициализировать опцию *"Вибрация контактов"* и задать время вибрации контактов в миллисекундах. При отработке опытов контакт будет считаться замкнутым (разомкнутым), когда после срабатывания время замкнутого (разомкнутого) состояния контакта будет большим от заданного значения времени в поле *"Время вибрации"*.

В поле *"Количество опытов"* задается количество опытов, которые необходимо провести для проверки реле тока при заданной уставке.

По окончании всех подготовительных операций необходимо нажать кнопку **"Старт"** – устройство начнет автоматическую проверку реле. Название кнопки после этого изменится и станет **"Стоп"**. Работа устройства закончится после выполнения всех запланированных опытов, или в любой момент времени путем нажатия кнопки **"Стоп"**.

Во время проверки на странице отображается информация о названии опыта и его номере.

После проверки каждой характеристики промежуточная информация будет отображаться в поле *"Протокол проверки"*. Информация будет отображаться в абсолютных величинах и в % показывающих отклонение действительных параметров реле от заданных в поле *"Уставки реле"*. Если уставки реле не заданы, погрешности реле не рассчитываются.

6.2.3. Страница "Протоколирование"

По окончании всех опытов для сохранения полученных результатов необходимо нажать кнопку **"Сохранить"** в поле *"Протокол проверки"* – усредненные результаты проверки запишутся в таблицу на странице *"Протоколирование"* (рис. 6.3).

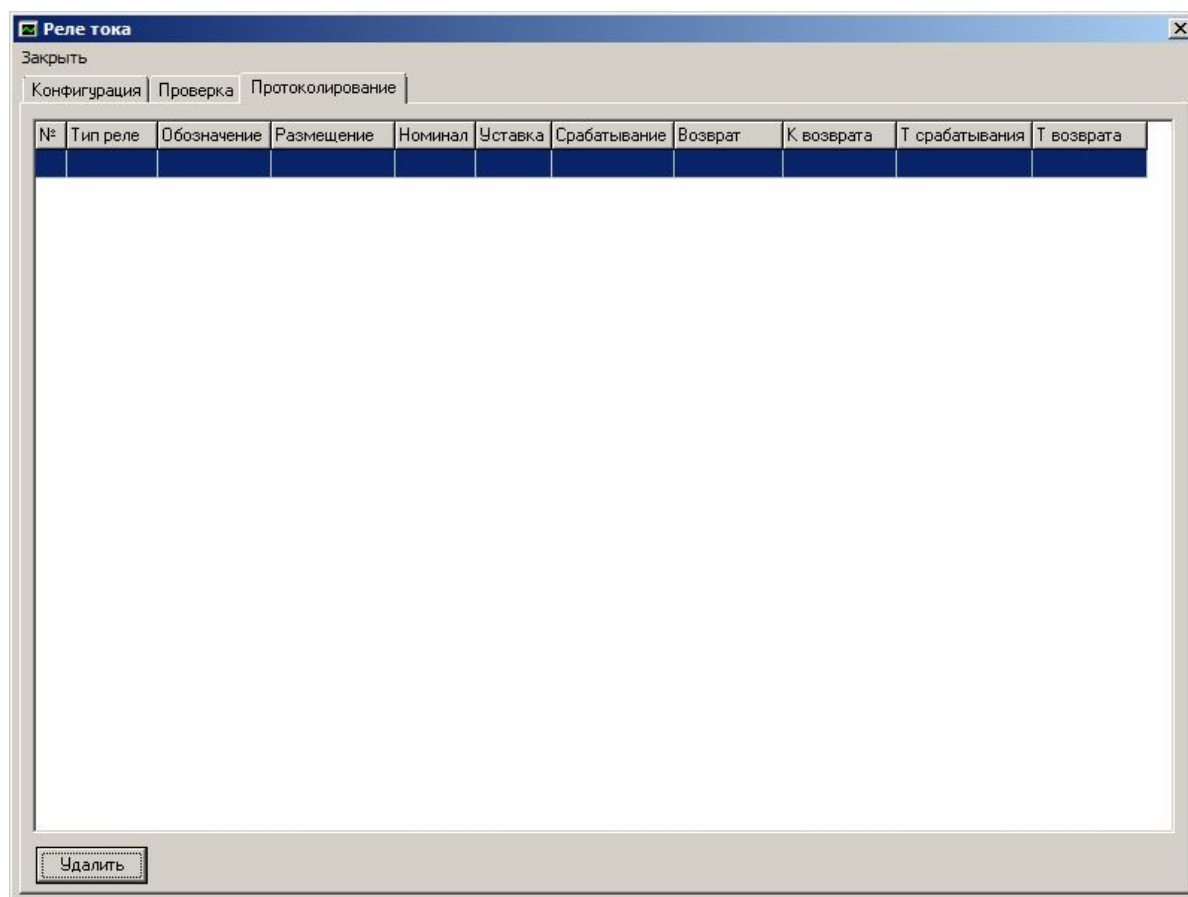


Рис. 6.3. Страница протоколирования результатов проверки реле тока

На этой странице отображается усредненная информация (усредняется информация по количеству опытов, проведенных для проверки реле тока).

Можно присоединить другое реле тока и исследовать его аналогичным способом. На странице "*Протоколирование*" информация о характеристиках другого реле запишется в следующей строке.

Если пользователь хочет удалить какую-то строчку в протоколе, необходимо выделить её и нажать кнопку "**Удалить**".

Для сохранения протокола проверки необходимо полученные результаты записать в архив (см. п. 2.4).

6.3. Модуль "Реле напряжения"

После активизации модуля "*Реле напряжения*" на экран монитора выведется окно (рис. 6.4).

Рис. 6.4. Модуль проверки реле напряжения (страница "Конфигурация")

Информация для проверки реле напряжения вводится аналогично, как и для реле тока, исключая поле "*Присоединение реле*". В этом поле необходимо выбрать схему подсоединения реле из списка "*U A-N*", "*U B-N*", "*U C-N*", "*U A-B*", "*U B-C*" или "*U C-A*", а обмотку реле присоединить к выбранному источнику напряжения "УСТРОЙСТВА". Следует помнить, что при подсоединении реле к напряжениям "*U A-N*", "*U B-N*", "*U C-N*" пользователь может изменять напряжения в пределах 0 – 125 В, а при подсоединении реле на напряжения "*U A-B*", "*U A-C*", "*U B-C*" – в пределах 0 – 250 В.

Все остальные операции по проверке реле напряжения выполняются аналогично, как и для реле тока. В отличие от реле тока параметром проверки реле напряжения является напряжение.

6.4. Модуль "Промежуточные реле"

Этот модуль служит для проверки простых промежуточных и сигнальных реле (с одной обмоткой) переменного и постоянного тока.

После активизации модуля на экран монитора выведется окно (рис. 6.5).

Рис. 6.5. Страница конфигурации модуля "Промежуточные реле"

Как и для реле тока или напряжения в полях "Устройство" и "Общие характеристики реле" вводится информация о реле.

В поле "Присоединение реле" задается:

- характер тока реле "Постоянный" или "Переменный";
- вид реле – напряжения или токовое;
- присоединение реле – для токового реле выбирается возможная схема присоединения к источникам тока "I A-N", "I B-N", "I C-N", или на сумму токов всех источников "I ABC-N"; для реле напряжения – схема присоединения к источнику напряжения "U A-N", "U B-N", "U C-N", "U A-B", "U B-C" или "U C-A";
- задается номер контакта, по которому будет осуществляться проверка характеристик реле;
- задается частота для реле переменного тока.

Для проверки реле пользователю необходимо перейти на страницу "Проверка". Эта страница похожа на страницу проверки реле тока (см. рис. 6.2) или реле напряжения. В дальнейшем проверка промежуточных реле осуществляется аналогично, как и реле тока или напряжения.

6.5. Модуль "Реле частоты"

Служит для проверки реле частоты с независимой характеристикой.

После активизации модуля "Реле частоты" на экран монитора выведется окно (рис. 6.6).

Рис. 6.6. Модуль "Реле частоты" (страница конфигурации)

Страница "Конфигурация"

Как и для реле тока, напряжения или промежуточных реле в полях "Устройство" и "Общие характеристики реле" вводится информация о реле.

На этой же странице задается схема присоединения реле:

- задается схема присоединения обмотки реле к "УСТРОЙСТВУ". Возможные присоединения обмотки реле к источникам напряжения "U A-N", "U B-N", "U C-N", "U A-B", "U A-C", "U B-C";
- задается номер бинарного входа "УСТРОЙСТВА", к которому присоединяется контакт реле частоты.

Согласно заданной информации необходимо подсоединить реле к "УСТРОЙСТВУ".

Для проверки реле пользователю необходимо перейти на страницу "Проверка". Эта страница похожа на страницу проверки реле тока (см. рис. 6.2). В дальнейшем проверка

реле частоты осуществляется аналогично, как и реле тока, напряжения или промежуточных реле. В отличие от этих реле параметром изменения является частота сигнала генерируемого устройством. Дополнительно в поле "U" предусмотрена возможность задавать действующее значение напряжения.

6.6. Модуль "Реле мощности"

Служит для проверки реле мощности, которые реагируют как на направление мощности, так и на ее величину.

После активизации модуля "Реле мощности" на экран дисплея выводится окно "Реле мощности" (рис. 6.7).

Рис. 6.7. Модуль "Реле мощности" (страница конфигурации)

6.6.1. Страница "Конфигурация"

На этой странице пользователь задает общие характеристики реле. В полях "Устройство" и "Общие характеристики реле" вводится информация аналогичная модулю проверки реле тока.

В поле "Присоединения реле" задается схема присоединения реле к "УСТРОЙСТВУ":

- канал напряжения. Возможные присоединения обмотки реле к источникам напряжения " $U A-N$ ", " $U B-N$ ", " $U C-N$ ", " $U A-B$ ", " $U B-C$ ", " $U C-A$ ". Следует помнить, что при подсоединении реле к напряжениям " $U A-N$ ", " $U B-N$ ", " $U C-N$ " пользователь может изменять напряжение в пределах 0 – 125 В, а при подсоединении реле на напряжения " $U A-B$ ", " $U A-C$ ", " $U B-C$ " – в пределах 0 – 250 В;
- обмотки тока. Возможны присоединения обмотки реле к источникам тока " $I A-N$ ", " $I B-N$ ", " $I C-N$ ", а также на суммарный ток всех каналов тока "УСТРОЙСТВА" " $I ABC-N$ ";
- задается номер бинарного входа "УСТРОЙСТВА", к которому присоединяется контакт реле мощности.

Согласно заданной информации необходимо подсоединить реле мощности к "УСТРОЙСТВУ".

6.6.2. Страница "Параметры реле"

На этой странице задаются параметры проверяемого реле мощности. Общий вид страницы приведен на рис. 6.8.

Рис. 6.8. Страница "Параметры реле"

В поле "Номинальные параметры реле" задаются паспортные параметры реле:

- номинальное напряжение реле " $U_{ном.л}$ ";
- номинальный ток реле " $I_{ном}$ ";
- уставка реле по току " $I_{уст}$ ". Это поле используется только для реле имеющих переменную уставку по току, то есть реагирующих на величину мощности. Для направленных реле не имеющих регулируемой уставки по току, в этом поле необходимо задавать номинальное значение тока реле, такое же, как и в поле " $I_{ном}$ ";
- номинальная частота реле " $Частота$ ";
- угол максимальной чувствительности реле " $\varphi_{м.ч}$ ";
- допустимое отклонение угла максимальной чувствительности реле " $\Delta\varphi_{м.ч}$ ";
- коэффициент возврата реле " $K_{возврата}$ ";
- мощность потребления токовой обмотки " $S_{токовой обмотки}$ ";
- мощность потребления обмотки напряжения " $S_{обмотки напряжения}$ ";
- мощность срабатывания реле " $S_{срабатывания}$ ";
- время срабатывания реле " $T_{срабатывания}$ ";
- время возврата реле " $T_{возврата}$ ".

Если какой-то параметр реле является неизвестным, то в соответствующем поле необходимо ввести значение "0". Тогда после проведения соответствующих опытов, включающих проверку этого параметра, не будет определяться его абсолютная и относительная погрешности.

6.6.3. Страница "Проверка"

Из этой страницы модуля осуществляется непосредственная проверка характеристик реле (рис. 6.9).

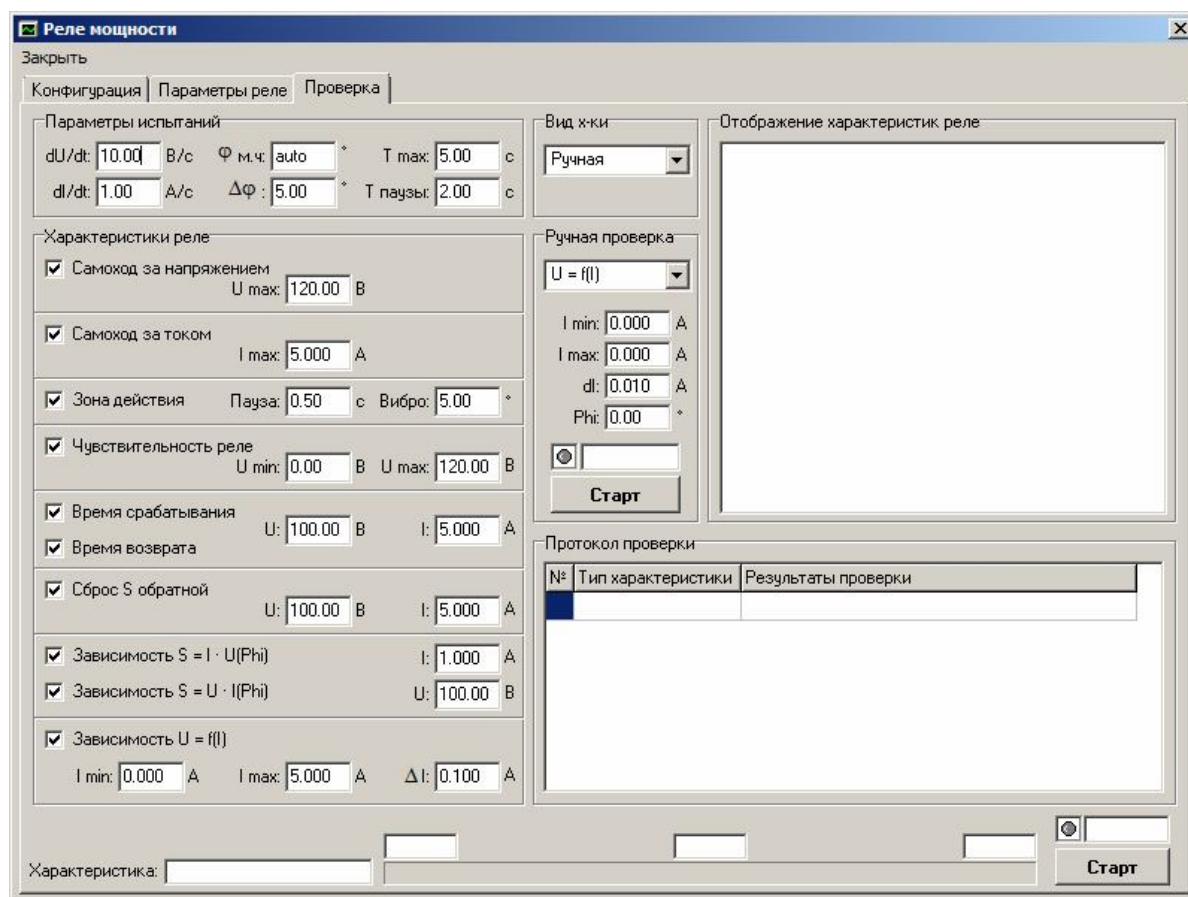


Рис. 6.9. Страница "Проверка" реле мощности

На странице выделены отдельные поля.

В поле редактирования "Параметры проведения опытов" задаются следующие параметры:

- скорость изменения напряжения " dU/dt ". Этот параметр используется при определении зоны действия реле, проверке чувствительности реле и снятии характеристики зависимости мощности срабатывания реле от угла $S = I \cdot U(\Phi)$ при неизменном значении тока реле;
- скорость изменения тока " dl/dt ". Этот параметр используется при снятии характеристики зависимости мощности срабатывания реле от угла $S = U \cdot I(\Phi)$ при неизменном значении напряжения реле;
- угол максимальной чувствительности " $\Phi_{м.ч}$ ". Если пользователю не нужно находить угол максимальной чувствительности, он может задать его значение в этом поле. Тогда опыты "Чувствительность реле", "Время срабатывания", "Время возврата", "Сброс обратной мощности", "Зависимость $U = f(I)$ " будут сняты для заданного пользователем угла максимальной чувствительности. Если же оставить значение "auto" по умолчанию в поле " $\Phi_{м.ч}$ ", то угол максимальной чувствительности будет вычисляться экспериментально при проведении опыта "Зона действия" и все

перечисленные опыты будут проводиться для этого значения угла максимальной чувствительности;

- прирост угла " $\Delta\varphi$ " – дискретность изменения угла при проведении опытов "Зона действия", зависимости мощности срабатывания реле от угла $S=I*U(\Phi)$ при неизменном значении тока реле, зависимости мощности срабатывания реле от угла $S=U*I(\Phi)$ при неизменном значении напряжения реле;
- максимальное значение времени " T_{max} " – время, в течение которого удерживается значение величин напряжения и тока при проведении некоторых опытов, а ожидаемое срабатывание реле не состоялось;
- " $T_{паузы}$ " – длительность паузы между отдельными точками опытов во время снятия зависимости мощности срабатывания реле от угла $S=I*U(\Phi)$ при неизменном значении тока реле, зависимости мощности срабатывания реле от угла $S=U*I(\Phi)$ при неизменном значении напряжения реле.

В поле "*Характеристики реле*" задаются характеристики реле, подлежащих проверке, а также некоторые условия проверки.

Для того, чтобы задать, какие характеристики реле необходимо проверить, нужно их инициализировать.

В процессе проведения опытов в поле "*Протокол проверки*" будут отображаться названия опытов и их результаты. Если же будут сниматься зависимости, то они будут отображаться в поле "*Отображение характеристик реле*".

Если в поле "*Параметры проведения опытов*" " $\varphi_{м.ч}$ " присвоено значение "*auto*", то проведение опытов требующих значения угла максимальной чувствительности, будет возможным только после проведения опыта "Зона действия". Если этот опыт не отметить, выполнение всех ниже перечисленных опытов будет невозможным – система автоматически заблокирует доступ к полям инициализации этих опытов.

Предусмотрена проверка следующих характеристик реле:

- "*Самоход по напряжению*" – определяется, имеет ли реле мощности самоход при отсутствии тока в токовой обмотке. Для проведения опыта в поле " U_{max} " необходимо задать значение напряжения, при котором осуществляется проверка. Рекомендуется задавать значение напряжения на 20% больше номинального значения. При проведении этого опыта на обмотку напряжения реле толчком подается заданное значение напряжения и удерживается в течение времени " $T_{паузы}$ ", значение которого задается в поле "*Параметры проведения опыта*". Если реле исправно, оно не должно сработать;
- "*Самоход по току*" – определяется, имеет ли реле мощности самоход при отсутствии напряжения в обмотке напряжения. Для проведения опыта в поле " I_{max} " необходимо задать значение тока, при котором осуществляется проверка. Рекомендуется задавать значение тока на 20% больше номинального значения. При проведении этого опыта на токовую обмотку реле толчком подается заданное значение тока и удерживается в

течение времени "*T паузы*", значение которого задается в поле "*Параметры проведения опытов*". Если реле исправно, оно не должно сработать;

- "*Зона действия*" – определяется зона действия реле. Характеристика снимается для номинальных напряжения и тока реле. Значения тока и напряжения задаются на странице "*Конфигурация*". Дополнительно для проведения опыта в поле "*Зона действия*" задается "*Пауза*" – время паузы между отдельными точками опыта и величина зоны вибрации контактов "*Вибро*". Опыт проводится при изменении угла между напряжением и током в пределах от 0 ° до 360 °. При этом фиксируются углы, при которых реле сработало и возвратилось в исходное состояние с учетом зоны возможной вибрации контактов. После каждого изменения угла $\Delta\varphi$ с дискретностью заданной в поле "*Параметры проведения опытов*" выдерживается пауза, величина которой задается в поле "*Зона действия*". После этого опыт опять повторяется, но уже при изменении угла в пределах от 360 ° до 0 °. На основе результатов опыта определяется рабочая зона реле и угол максимальной чувствительности;
- "*Чувствительность реле*". Этот опыт позволяет определить коэффициент возврата реле и мощность срабатывания реле. Опыт проводится при определенном или заданном угле максимальной чувствительности и токе реле равном уставке реле по току (задается на странице "*Конфигурация*"). Для проведения опыта задается минимальное $U_{\min}$ и максимальное $U_{\max}$ значения напряжения в поле "*Чувствительность реле*". Опыт проводится следующим образом. Изменяется напряжение от минимального значения до максимального значения со скоростью, заданной в соответствующем поле "*Параметры проведения опытов*", – фиксируется напряжение срабатывания реле – $U_{\text{срабатывания реле}}$. После этого уменьшается напряжение от максимального до минимального значения – фиксируется напряжение возврата реле $U_{\text{повернення реле}}$. На основе полученных значений рассчитываются значения коэффициентов возврата реле и мощности срабатывания реле:

$$k_{\text{повернення}} = \frac{U_{\text{повернення реле}}}{U_{\text{спрацювання реле}}}; \quad (6.1)$$

$$S_{\text{спрацювання}} = U_{\text{спрацювання реле}} \cdot I_{\text{уст}}.$$

- "*Время срабатывания*" – определяется время срабатывания реле. Опыт проводится при определенном или заданном угле максимальной чувствительности. В соответствующих полях опыта задаются значения напряжения и тока. Заданные значения напряжения и тока толчком подаются на соответствующие обмотки реле и удерживаются в течение времени "*T паузы*", значение которого задается в соответствующем поле "*Параметры проведения опытов*". Фиксируется момент срабатывания реле и на его основании определяется время срабатывания реле;
- "*Время возврата*" – определяется время возврата реле. Опыт проводится при определенном или заданном угле максимальной чувствительности. В соответствующих полях опыта задаются значения напряжения и тока. Заданные значения напряжения и тока толчком подаются на соответствующие обмотки реле и

удерживаются в течение времени "*T паузы*", значение которого задается в соответствующем поле "*Параметры проведения опытов*". После этого значения напряжения и тока толчком сбрасываются на ноль и фиксируется момент возврата реле. На основе него определяется время возврата реле;

- "*Сброс S обратной*" – определяется поведение реле при сбросе мощности обратной последовательности. Для проведения опыта в соответствующих полях задаются значения напряжения и тока, а угол между напряжением и током определяется как $\varphi = \varphi_{м.ч} - 180^\circ$. Заданные значения напряжения и тока толчком подаются на соответствующие обмотки реле и удерживаются в течение времени "*T паузы*", значение которого задается в соответствующем поле "*Параметры проведения опытов*". По состоянию контакта реле делается вывод о его исправности – исправное реле не должно сработать;
- "*Зависимость $S=I \cdot U(\Phi)$* " . Снимается характеристика мощности срабатывания реле от угла при неизменном значении тока заданном в соответствующем поле данного опыта. Характеристика снимается следующим образом. Автоматически задается начальное значение угла зоны срабатывания реле, величина которого определена в опыте "*Зона действия*". Для этого значения угла подается диапазон напряжение реле от нуля до $1.2 U_{уст}$. Фиксируется значение напряжения, при котором реле сработало. После временной паузы, значение которой задается в поле "*Параметры проведения опытов*" "*T паузы*" изменяется угол на величину также заданную в поле "*Параметры проведения опытов*" и опять изменяется напряжение. Таким образом снимается характеристика на полном диапазоне рабочей зоны реле;
- "*Зависимость $S=U \cdot I(\Phi)$* " . Снимается характеристика мощности срабатывания реле от угла при неизменном напряжении, значение которого задается в соответствующем поле данного опыта. Характеристика снимается следующим образом. Задается начальное значение угла зоны срабатывания реле, величина которого определена в опыте "*Зона действия*". Для этого значения угла на токовую обмотку реле подается диапазон тока реле от нуля до $1.2 I_{уст}$. Фиксируется значение тока, при котором реле сработало. После паузы, значение которой задается в поле "*Параметры проведения опытов*" "*T паузы*", изменяется угол на величину $\Delta\varphi$ также заданную в поле "*Параметры проведения опытов*" и опять изменяется ток. Таким образом снимается характеристика на полном диапазоне рабочей зоны реле;
- "*Зависимость $U=f(I)$* " . Снимается характеристика напряжения срабатывания реле от тока при неизменном значении угла максимальной чувствительности. Для проведения опыта задаются в соответствующих полях опыта начальное, конечное значение диапазона тока и шаг по току, соответственно "*Imin*", "*Imax*", " *ΔI* ". Характеристика снимается следующим образом. Задается начальное значение тока, величина которого подается на токовую обмотку реле, одновременно подается на обмотку напряжения реле напряжения, которое изменяется в пределах от нуля до $1.2 U_{уст}$. Фиксируется значение напряжения, при котором реле сработало. После паузы "*T паузы*", величина которой задается в поле "*Параметры проведения опытов*"

изменяется ток на величину ΔI , и опыт повторяется сначала. Таким образом снимается характеристика на заданном диапазоне изменения тока.

По окончании всех подготовительных операций необходимо нажать кнопку **"Старт"** – устройство начнет автоматическую проверку всех заданных пользователем характеристик реле. Название кнопки при этом изменится на **"Стоп"**. Работа устройства закончится после выполнения всех запланированных опытов, или в любой момент времени нажатием кнопки **"Стоп"**.

Во время проведения опыта промежуточная информация будет отображаться в протоколе проверки имеющемся в поле *"Протокол проверки"*. В таблице будет отображаться номер опыта, название опыта и результаты проверки по каждому опыту.

В случае снятия зависимостей таких как *"Зона действия"*, $S=I*U(\Phi)$, $U=f(I)$ в поле *"Отображения характеристик реле"* будут отображаться эти характеристики в процессе проведения опытов. Эти характеристики сохраняются в оперативной памяти и пользователь их может просмотреть по окончании проведения опытов, используя команды поля *"Вид x-ки"*.

На странице *"Проверка"* предусмотрена возможность кроме автоматической проверки, осуществлять ручную проверку некоторых характеристик реле. Для этого предусмотрено отдельное поле *"Ручная проверка"*. Предусмотрена возможность снимать следующие характеристики реле мощности:

- *"Зависимость $S=I*U(\Phi)$ "* . Снимается характеристика мощности срабатывания реле от угла при неизменном значении тока. Значение тока, начальное и конечное значение углов, шаг изменения угла, для которых осуществляется проведение опыта задаются в этом же поле;
- *"Зависимость $S=U*I(\Phi)$ "* . Снимается характеристика мощности срабатывания реле от угла при неизменном значении напряжения. Значение напряжения, начальное и конечное значение углов, шаг изменения угла, для которых осуществляется проведение опыта задаются в этом же поле;
- *"Зависимость $U=f(I)$ "* . Снимается характеристика напряжения срабатывания реле от тока при неизменном угле. Угол, начальное, конечное значение токов, а также шаг изменения тока задаются в этом же поле.

Проверка характеристики заданной в поле *"Ручная проверка"* возможна нажатием кнопки **"Старт"** в этом же поле. Во время снятия этой характеристики она будет отображаться в поле *"Отображение характеристик реле"*.

Снятая характеристика будет сохраняться в оперативной памяти и может быть просмотрена по окончании опыта вместе с другими характеристиками, снятыми в автоматическом режиме путем ее активизации в поле *"Вид x-ки"*.

Следует помнить, если было снято несколько характеристик в ручном режиме, то в оперативной памяти будет сохраняться лишь последняя характеристика.

По окончании всех опытов пользователь может записать результаты проверки в архив протоколов. Об архивировании результатов проверки детально написано в п. 2.4.

Во время протоколирования в протокол будут записываться результаты всех опытов выполненных в автоматическом режиме. Для того, чтобы запротоколировать опыт, выполненный в ручном режиме, необходимо после проведения каждого опыта осуществлять отдельное протоколирование.

6.7. Модуль "Дифференциальное реле"

Служит для проверки дифференциальных реле с тормозными характеристиками.

6.7.1. Страница "Конфигурация"

После активизации модуля "Дифференциальные реле" на экран дисплея выведется окно (рис. 6.10).

Рис. 6.10. Страница "Конфигурация" дифференциального реле

Как и для реле тока или напряжения в полях "Устройство" и "Общие характеристики реле" вводится общая информация о дифференциальном реле.

В поле "Присоединение реле" задаются токовые каналы, к которым присоединяются обмотки дифференциального реле, а также задается номер дискретного входа, к которому присоединяется выходной контакт дифференциального реле.

6.7.2. Страница "Параметры реле"

На этой странице задаются параметры проверяемого дифференциального реле. Вид этой страницы приведен на рис. 6.11.

Рис. 6.11. Страница "Параметры реле"

В поле "Ток дифференциальный" задается в относительных единицах значение тока отсечки дифференциального реле $I_{диф>>}$ и минимальное значение срабатывания дифференциального реле $I_{диф>}$. Эти значения соответствуют тормозной характеристике дифференциального реле приведенной на рис. 6.12.

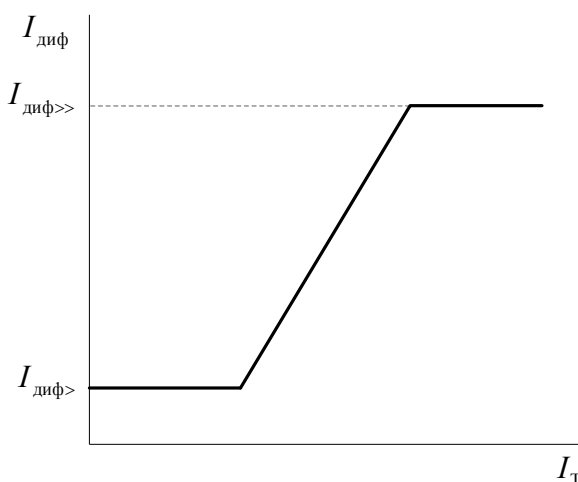


Рис. 6.12. Страница "Параметры реле"

В поле "*Время срабатывания*" задаются времена срабатывания токовой отсечки и время срабатывания реле при минимальном значении дифференциального тока, соответственно $t_{диф} >>$ и $t_{диф} >$.

В поле "*Погрешность по току*" задается значение погрешности по току. Погрешность может задаваться в абсолютных единицах (относительных) или в относительных (в процентах). Если пользователь задал значение погрешности и в относительных и в абсолютных единицах, то в расчетах будет использоваться большее из этих двух значений.

В поле "*Ток торможения*" задается тип характеристики торможения и значение коэффициента торможения (делителя), по которому вычисляется ток торможения. Наиболее часто встречаются дифференциальные реле, в которых ток торможения определяется по выражению:

$$I_T = (I_1 + I_2) / d, \quad (6.2)$$

где I_1, I_2 – значение токов в плечах защиты; I_T – ток в тормозной обмотке; d – значение коэффициента торможения (делителя).

В поле "*Погрешность по времени*" задаются значения погрешностей реле по времени. Погрешность может задаваться в абсолютных единицах (секундах) или в относительных (в процентах). Если пользователь задал значение погрешности и в относительных и в абсолютных единицах, то в расчетах будет использоваться большее из этих двух значений.

В поле "*Погрешность по току высших гармоник*" задается значение погрешности по току высших гармоник. Погрешность может задаваться в абсолютных единицах (относительных) или в относительных (в процентах). Если пользователь задал значение погрешности и в относительных и в абсолютных единицах, то в расчетах будет использоваться большее из этих двух значений.

Тормозная характеристика дифференциального реле с учетом погрешностей по току приведена на рис. 6.13. На рисунке видно, как формируется тормозная характеристика реле с учетом заданных погрешностей.

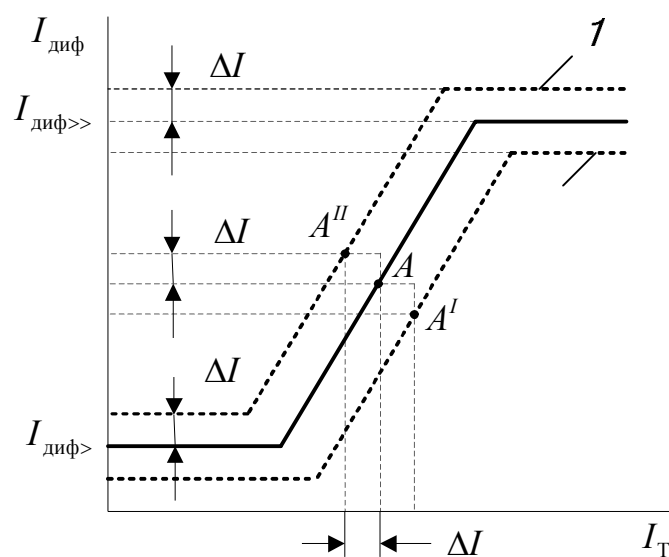


Рис. 6.13. Тормозная характеристика реле с учетом погрешностей

6.7.3. Страница "Характеристики"

Эта страница предусмотрена для построения характеристик торможения реле, записи и считывания таких характеристик из библиотек. Общий вид страницы "Характеристики реле" приведен на рис. 6.14. Предусмотрена возможность формирования библиотек с характеристиками торможения по основной частоте и с характеристиками торможения по высшим гармоникам. Переход для работы с этими библиотеками осуществляется путем переключения кнопок управления "Характеристики по основной частоте" и "Характеристики по высшим гармоникам".

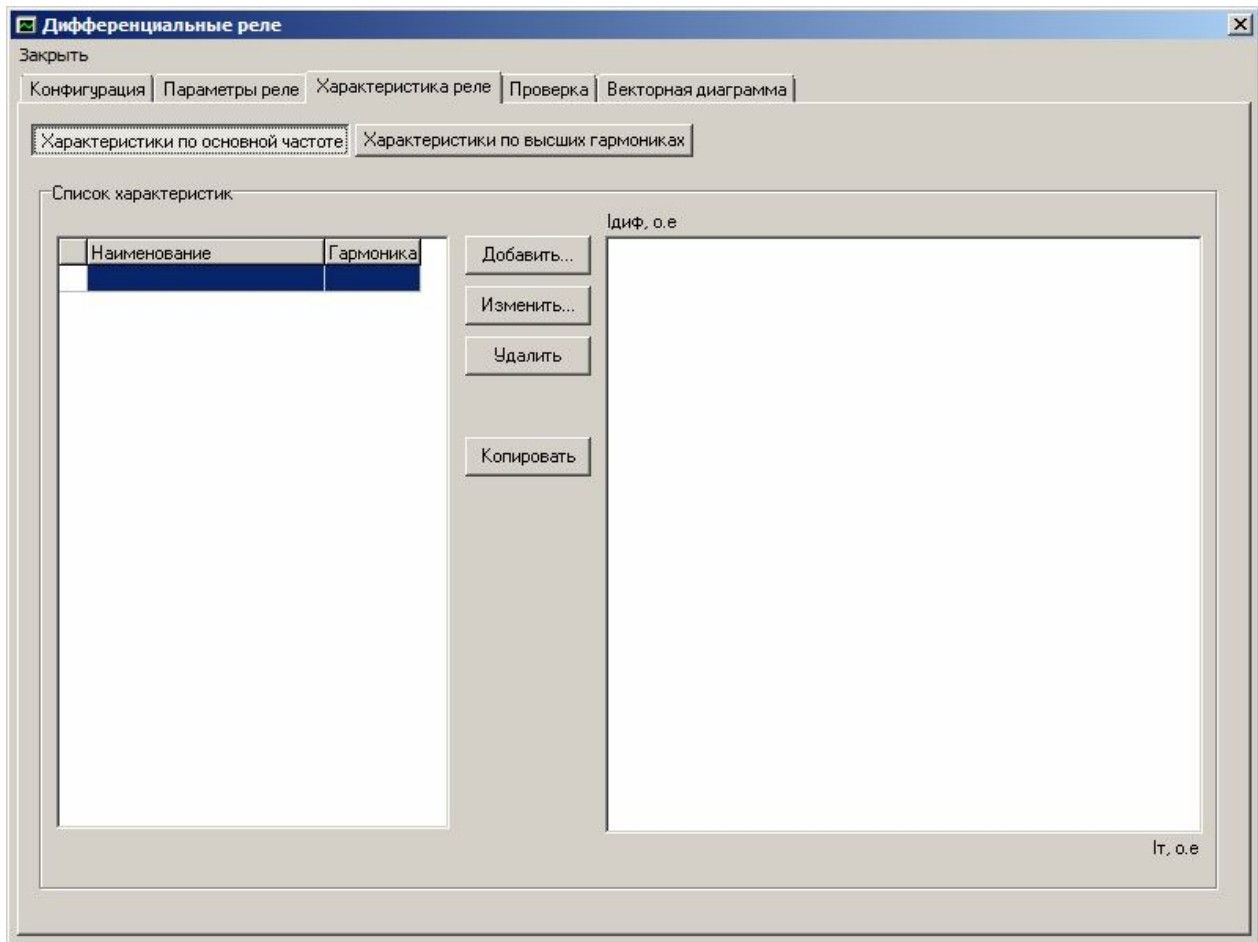


Рис. 6.14. Страница "Характеристика реле"

В левой части поля "Список характеристик" отображается список сформированных характеристик. Таблица содержит поля наименования характеристики и номера гармоники. Для характеристик по основной частоте в поле "Гармоника" всегда будет отображаться число "1", которое не подлежит коррекции. Для характеристик торможения по высшим гармоникам в этом поле отображается номер гармоники, по которой осуществляется торможение дифференциального реле. Число в этом поле должно отличаться от 1.

Выбранная из списка характеристика будет отображаться в поле отображения.

Характеристика торможения по основной частоте будет отображаться в координатах: $I_{диф}$ (о.е) – по оси ординат и I_T (о.е) по оси абсцисс, а характеристика торможения по высшим гармоникам в координатах: $I_{диф}$ (о.е) – по оси ординат и $I_{нф} / I_{диф}$ (%) по оси абсцисс.

Рассмотрим формирование характеристики торможения по основной частоте.

Для построения новой характеристики необходимо нажать кнопку "Добавить" – появится окно (рис. 6.15).

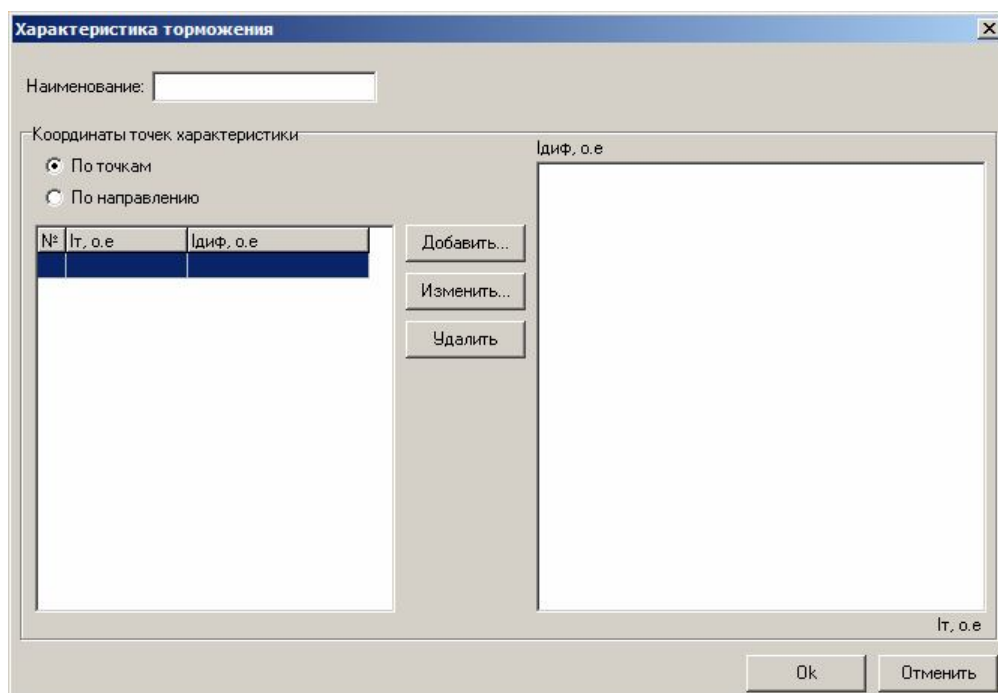


Рис. 6.15. Построение характеристики торможения за основной частотой

В поле "Наименование" необходимо задать наименование характеристики, которое будет отображаться в списке характеристик (см. рис. 6.14).

Строить характеристику торможения можно двумя способами: "по точкам" и "по направлению". Способ выбирается с помощью зависимых переключателей в поле "Координаты точек характеристики". Первый способ предусматривает непосредственное задание координат каждой точки характеристики. Второй – предусматривает задание луча, который начинается на оси абсцисс (I_t) под заданным углом.

Для построения характеристики необходимо нажать кнопку "Добавить" – появится окно (рис. 6.16) или (рис. 6.17) (зависимо от выбранного способа построения), в котором необходимо задать координаты точки тормозной характеристики и нажать кнопку "Ok" – заданная точка появится в поле "Координаты точек характеристики" (см. рис. 6.15). В поле отображения этого окна появится отрезок характеристики соответствующий заданным координатам. Аналогичным способом задаются все последующие координаты точек характеристики торможения.

При построении характеристики способом "по точкам" в соответствующих полях окна (рис. 6.16) задаются координаты каждой точки характеристики. Характеристика торможения формируется путем соединения этих точек.

При построении способом "по направлению" последовательно задаются координаты лучей, которые начинаются на оси абсцисс (точка задается в поле " I_m " (рис. 6.17)) под заданным углом (угол может задаваться коэффициентом наклона (поле " K_m ") или в градусах (поле " Φm "). Точки характеристики находят, как пересечение соответствующих лучей.

Добавленные точки характеристики можно редактировать и удалять. Для этого необходимо воспользоваться соответствующими кнопками.

По окончании построения характеристики торможения необходимо нажать кнопку **"Ок"** (см. рис. 6.15) – построенная характеристика сохранится в библиотеке, ее название появится в поле *"Список характеристик"* (см. рис. 6.14), а ее отображение появится в поле отображения.

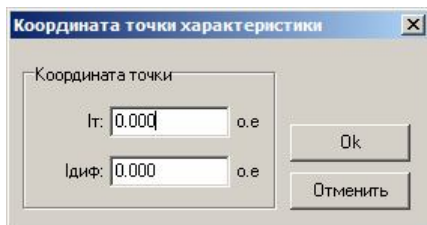


Рис. 6.16. Построение характеристики "по точкам"

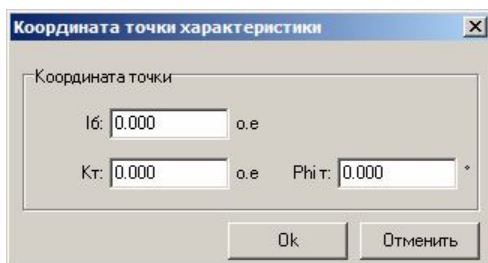


Рис. 6.17. Построение характеристики "по направлению"

Построенную характеристику можно корректировать. Для этого необходимо ее выделить в списке характеристик (см. рис. 6.14) и нажать кнопку **"Изменить"** – появится окно (см. рис. 6.15) с параметрами характеристики торможения, в соответствующих полях которого необходимо внести нужные изменения.

Предусмотрена возможность удалять построенные характеристики и копировать их. Для этого необходимо воспользоваться кнопками соответственно **"Удалить"**, **"Копировать"** (см. рис. 6.14).

Теперь рассмотрим особенности формирования характеристики торможения по высшим гармоникам.

Окно для формирования характеристики торможения по высшим гармоникам имеет вид (рис. 6.18).

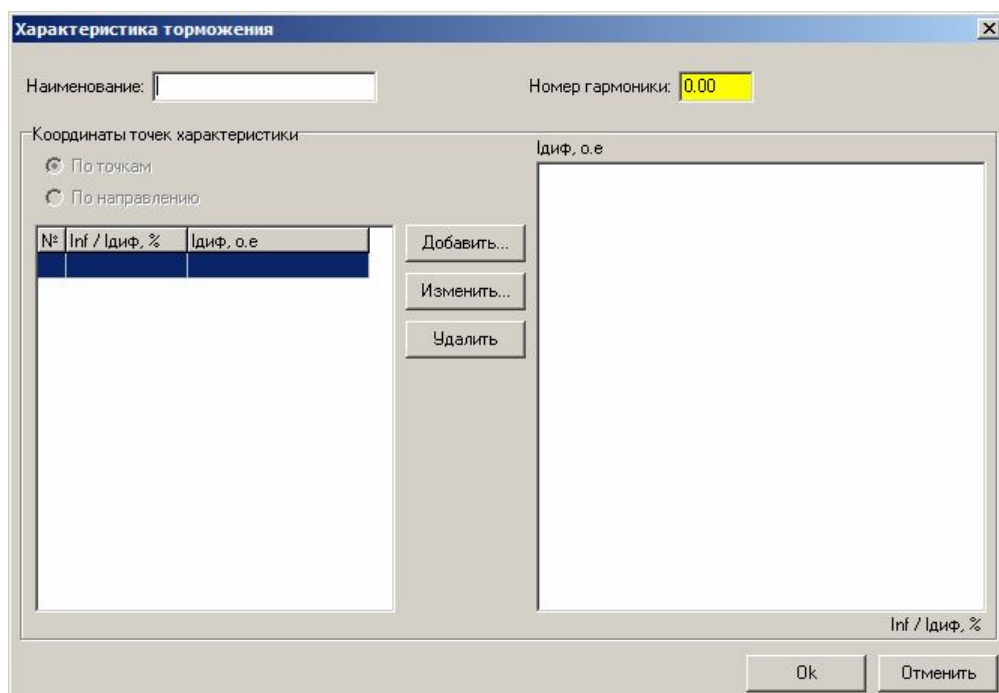


Рис. 6.18. Построение характеристики торможения по высшим гармоникам

В поле "Номер гармоники" задается номер гармоники, относительно основной частоты, по которой будет проверяться торможение.

Характеристика торможения строится в координатах : $I_{диф}$ (о.е) – по оси ординат и $Inf / I_{диф}$ (%) по оси абсцисс. По оси абсцисс откладывается значение гармонической составляющей относительно дифференциального тока в процентах (рис. 6.19).

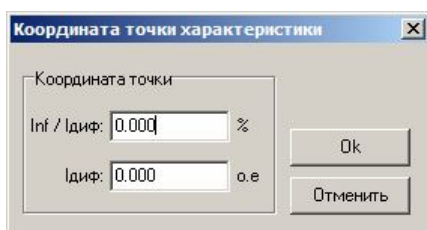


Рис. 6.19. Определение координаты точки характеристики

Другие операции формирования характеристики по высшим гармоникам осуществляются так же, как во время формирования характеристики по основной частоте.

6.7.4. Страница "Проверка"

На этой странице осуществляется непосредственная проверка дифференциального реле – проверяются характеристики торможения, сформированные на странице "Характеристика реле". Страница "Проверка" приведена на рис. 6.20.

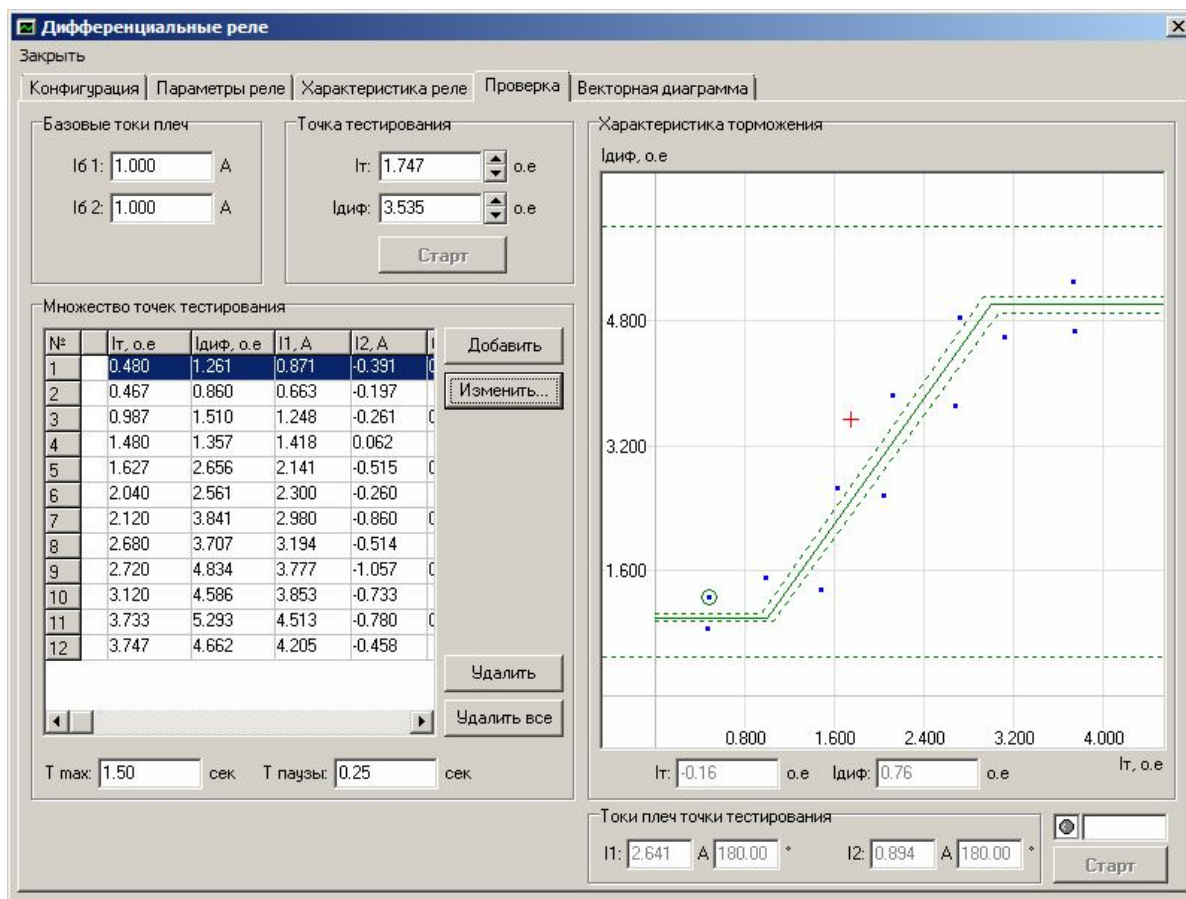


Рис. 6.20. Страница "Проверка"

Следует помнить, что характеристика торможения формируется на основе построенной характеристики с учетом ограничений, заданных на странице "Параметры реле".

Рассмотрим, как осуществляется проверка характеристики торможения по основной частоте.

Перед проверкой реле необходимо выполнить ряд подготовительных операций:

- в поле редактирования "Номинальные токи плеч" задаются номинальные значения токов плеч дифференциальной защиты, к которым присоединяются обмотки дифференциального реле;
- в поле редактирования "Tmax" задается максимальное значение времени, в течение которого проводится проверка одной точки. Это нужно для ограничения времени генерации "УСТРОЙСТВОМ" тока в случае несрабатывания дифференциального реле;
- в поле "Tпаузы" задается время для создания бестоковой паузы между соседними точками проверки.

После этого формируются точки проверки реле – каждой точке соответствует определенное значение тока торможения и дифференциального тока. Для ускорения

процесса проверки предусмотрена возможность комплексной проверки реле – проверки заранее заданного множества точек. Для этого в поле *"Множество точек тестирования"* задаются координаты множества точек. Эти точки отображаются в поле *"Характеристика торможения"*. Координаты точек тестирования можно задавать одним из следующих способов:

- путем двойного щелчка на точке в поле *"Характеристика торможения"*;
- с помощью кнопки **"Добавить"** (предварительно координата точки задается манипулятором "мышь" в поле *"Характеристика торможения"*);
- из клавиатуры в комбинированном поле *"Тестовая точка"* с последующим нажатием кнопки **"Добавить"** в комбинированном поле *"Множество точек тестирования"*.

Сформированные точки в поле *"Характеристика торможения"* отображаются цветом, заданным в конфигурации. Конфигурация графики вызывается с помощью команды *"Графика"* в пункте главного меню *"Конфигурация"*.

После формирования таблицы предусмотрена возможность выполнять с заданным множеством точек следующие команды:

- *"Изменить"* - позволяет изменять координаты выбранной из множества точки;
- *"Удалить"* - позволяет удалять из множества выбранную точку;
- *"Удалить все"* - после выполнения этой команды будет удалено все множество точек.

После выполнения всех подготовительных операций можно непосредственно приступить к проверке дифференциального реле.

Для этого необходимо нажать кнопку **"Старт"** – "УСТРОЙСТВО" начнет последовательно генерировать токи определенной величины зависимо от координат точек проверки заданных в таблице в поле *"Множество точек тестирования"*.

Величины токов генерируемых "УСТРОЙСТВОМ" по двум токовым каналам с адресами заданными на странице *"Конфигурация"*, определяется по выражениям:

$$\begin{aligned} I_1 &= 0,5 \cdot (I_T \cdot d + I_{\text{диф}}) \cdot I_{\text{ном1}}; \\ I_2 &= 0,5 \cdot (I_T \cdot d - I_{\text{диф}}) \cdot I_{\text{ном2}}, \end{aligned} \quad (6.3)$$

где I_T , $I_{\text{диф}}$ координаты точки (значение тормозного и дифференциального токов соответственно), заданные в таблице *"Множество точек тестирования"*, d – значение коэффициента торможения (делителя), заданное на странице *"Конфигурация"* (см. рис. 6.11); $I_{\text{ном1}}$, $I_{\text{ном2}}$ – значение номинальных токов в плечах защиты (в формате RIO эти величины называются масштабными коэффициентами).

Токи будут генерироваться "УСТРОЙСТВОМ" в противофазе.

Проверка будет начинаться с выбранной в таблице точки. Между проверками каждой точки будет пауза, соответствующая значению времени, заданному в поле *"Т паузы"*.

В процессе проверки в первом столбце таблицы будет отображаться результат проверки: если проверка данной точки успешна, то появится изображение "+", если нет – то появится изображение "-".

Позитивным считается результат в следующих случаях:

- реле сработало в точках, размещенных выше от тормозной характеристики реле с учетом погрешностей, в течение времени, не превышающего заданное на странице "Параметры";
- реле не сработало в точках, размещенных ниже от тормозной характеристики реле с учетом погрешностей.

Если точка находится в зоне, ограниченной характеристиками 1, 2, соответствующими заданным погрешностям (см. рис. 6.13), то результат считается позитивным в случае как срабатывания, так и несрабатывания дифференциального реле.

Во всех других случаях результат считается негативным.

В четвертом и пятом столбцах выводятся значения токов, генерируемых "УСТРОЙСТВОМ" в плечах дифференциального реле. Значение их рассчитывается согласно (6.3).

В шестом и седьмом столбцах выводятся значения уставки по времени срабатывания и действительное значение времени срабатывания реле.

Предусмотрена возможность изменять отображение колонок таблицы. Спрятать или отобразить определенную колонку таблицы можно с помощью локального меню (рис. 6.21).

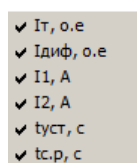


Рис. 6.21. Информация таблицы "Множество точек тестирования"

Процесс проверки закончится после проверки всех точек, заданных в поле "Множество точек тестирования". Пользователь может в любой момент остановить процесс проверки, нажав кнопку "Стоп" (после запуска "УСТРОЙСТВА" изображение кнопки "Старт" изменит свое название на "Стоп" и начнет мигать).

Для проверки одной тестовой точки можно воспользоваться кнопкой "Старт" в групповом поле "Тестовая точка". После проведенной проверки тестовая точка и результат ее тестирования будут добавлены в таблицу "Множество точек тестирования".

Рассмотрим особенности проверки тормозной характеристики реле по высшим гармоникам. Страница "Проверка" для этого режима приведена на рис. 6.22.

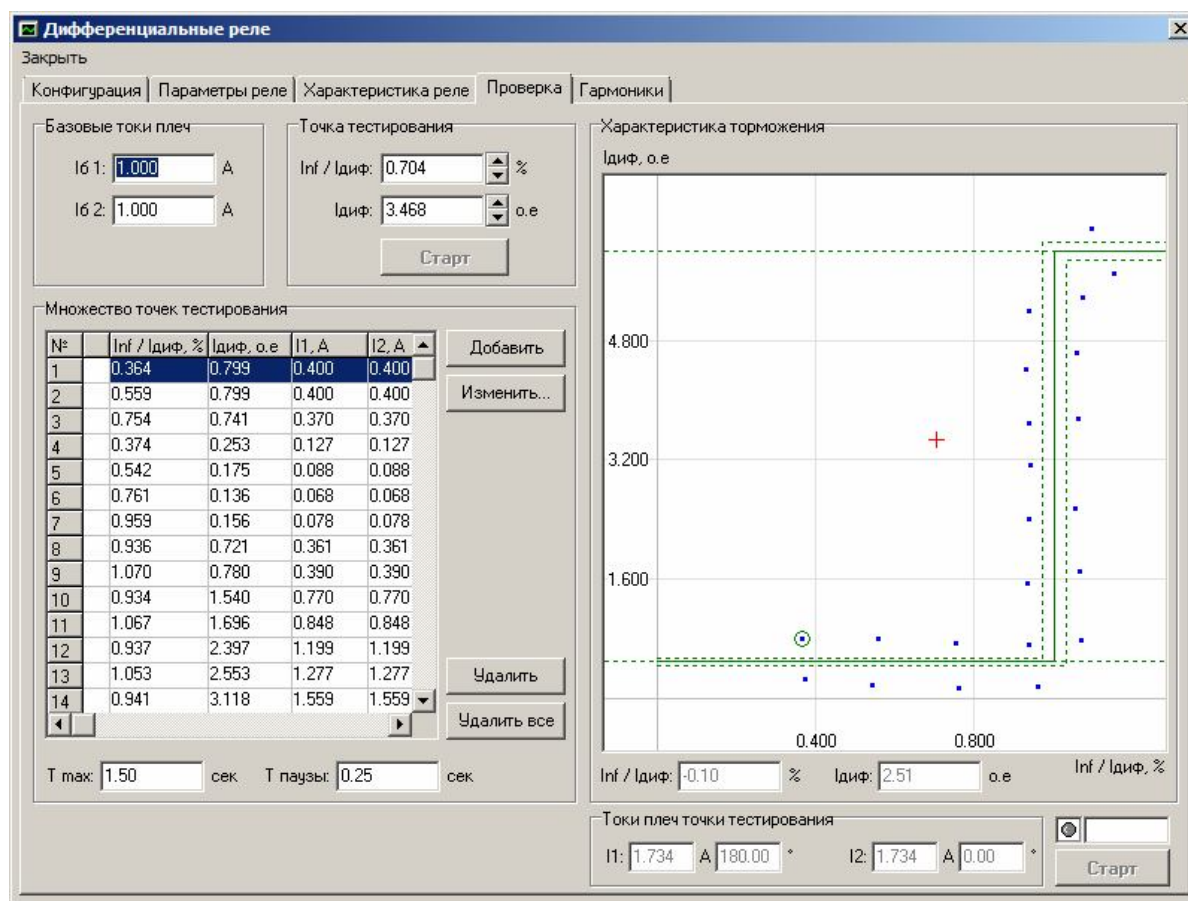


Рис. 6.22. Страница "Проверка"

Точки тестирования задаются в координатах: по оси абсцисс $Inf / Idиф$ (%) - значение гармонической составляющей относительно дифференциального тока в процентах; по оси ординат $Idиф$ (o.e) – относительное значение дифференциального тока. Кроме координат точки тестирования в таблице "Множество точек тестирования" отображаются значения токов в плечах реле ($I1$ и $I2$).

Проверка характеристики по высшим гармоникам осуществляется так же как проверка характеристики торможения по основной частоте. В этом режиме "УСТРОЙСТВОМ" генерируются гармонические токи с заданной высшей гармоникой.

6.7.5. Страница "Векторная диаграмма / Гармоники"

На этой странице отображаются векторы токов подаваемых в плечи реле. Для тормозной характеристики по основной частоте, кроме значений токов, отображается векторная диаграмма токов. А для характеристики по высшим гармоникам – гармонические сигналы токов, в которых на основную частоту накладывается заданная высшая гармоника.

7. МОДУЛЬ "СИНХРОНИЗАТОР"

Модуль "Синхронизатор" предназначен для наладки и проверки устройств синхронизации как зарубежных, так и отечественных фирм, реализованных на электромеханической, полупроводниковой и цифровой технике.

Инициализация модуля "Синхронизатор" осуществляется из главного меню "Модуль" командой "Синхронизатор" (см. рис. 1.2).

Модуль состоит из следующих взаимосвязанных функциональных блоков, размещенных на отдельных страницах:

- "Конфигурация;
- "Параметры синхронизатора";
- "Проверка".

7.1. Страница "Конфигурация"

Общий вид страницы "Конфигурация" приведен на рис. 7.1.

Рис. 7.1. Страница "Конфигурация"

На странице "Конфигурация" задается информация о проверяемом устройстве (в поле "Устройство") и ограничения по напряжению (в поле "Переменный ток").

7.2. Страница "Параметры синхронизатора"

Общий вид страницы "Параметры синхронизатора" приведен на рис. 7.2.

Рис. 7.2. Страница "Параметры синхронизатора"

В поле "Номинальные параметры" задаются номинальные напряжение и частота синхронизатора.

В поле "Подсоединение синхронизатора" задаются физические входы "УСТРОЙСТВА", к которым подсоединяется синхронизатор. Поле "Подсоединение синхронизатора" в свою очередь состоит из отдельных полей:

- "Входы напряжения";
- "Бинарные входы";
- "Бинарные выходы".

"Входы напряжения" – это цепи напряжения синхронизирующей и синхронизированной систем. Возможно присоединение к цепям напряжения "УСТРОЙСТВА" U_{A-N} , U_{B-N} , U_{C-N} . При этом система осуществляет контроль присоединения, например, если для

системы 1 выбрано присоединение $U A-N$, то для системы 2 можно задать лишь присоединение $U B-N$ или $U C-N$. Кроме этого, предусмотрена возможность подсоединять синхронизатор к дополнительным цепям напряжения. По умалчиванию эти цепи не используются.

"Бинарные входы". Для проверки синхронизатора задаются каналы, по которым передаются команды от синхронизатора к "УСТРОЙСТВУ" об увеличении и уменьшении величины напряжения и частоты (соответственно $U>$, $U<$, $f>$, $f<$), а также команды на включение выключателя (Q). Зависимо от типа синхронизатора не все каналы задействуются. Система осуществляет автоматический контроль выбора номеров бинарных входов – не допускается использование одного и того же бинарного входа для реализации разных команд.

"Бинарные выходы". Для современных цифровых синхронизаторов предусмотрены дискретные входы запуска синхронизатора и команды RESET. Для этой цели предусмотрена возможность задействовать бинарные выходы "УСТРОЙСТВА" ("*Запуск*", "*Сброс*"). Как и в предыдущем случае система осуществляет автоматический контроль выбора номеров бинарных выходов – не допускается использование одного и того же бинарного выхода для реализации различных команд.

В поле "*Параметры окна синхронизации*" задаются следующие параметры:

- "*Разница напряжений*" – минимальная dU_{min} и максимальная dU_{max} допустимая разница напряжений систем, при которой разрешена синхронизация;
- "*Погрешности по напряжению*" – относительная и абсолютная погрешности;
- "*Разница частот*" - минимальная df_{min} и максимальная df_{max} допустимая разница частот систем, при которой разрешается синхронизация;
- "*Погрешности по частоте*" – относительная и абсолютная погрешности;
- "*Угол включения*" - максимальный допустимый угол δ между векторами напряжений систем, при котором разрешается синхронизация;
- "*Погрешности по углу*" – относительная и абсолютная погрешности;
- "*Зона нечувствительности*" – зона нечувствительности синхронизатора по частоте df_{min} , df_{max} – если разница частот систем попадает в заданную зону, синхронизатор не выдает команды на уменьшение или увеличение частоты.

В поле "*Условия синхронизации*" задается следующая информация:

- "*Чередование фаз*" – для синхронизирующей и синхронизированной систем задается прямое или обратное чередование фаз;
- "*Напряжение*" – для двух систем задается напряжение используемое для подсоединения синхронизатора. Предусмотрены следующие напряжения: $A-N$, $B-N$, $C-N$, $A-B$, $B-C$, $C-A$, $B-A$, $C-B$, $A-C$, $A-B-C$, $A-C-B$, $AB-BC-CA$, $AC-CB-BA$;
- "*T включения*" – задается реальное время срабатывания выключателя. Используется для воссоздания синхронизации с учетом времени срабатывания выключателя, на который подается команда на включение от синхронизатора;

- "Сдвиг фаз" – задается сдвиг фаз между синхронизируемыми системами, обусловленный группами соединения трансформаторов;
- "Исходный сигнал" – задается форма сигнала, который генерируется на выходе синхронизатором после выполнения всех условий синхронизации. Предусмотрены следующие формы сигнала: "Импульс", "Непрерывный", "Отсутствующий".

В поле "Шаг изменения параметров" задаются шаги для дискретного изменения разницы напряжений, разницы углов между напряжениями и разницы частот соответственно систем 2 и 1. Эти значения используются для дискретного изменения соответствующих параметров на странице "Проверка" (см. п. 7.3).

7.3. Страница "Проверка"

Общий вид этой страницы приведен на рис. 7.3.

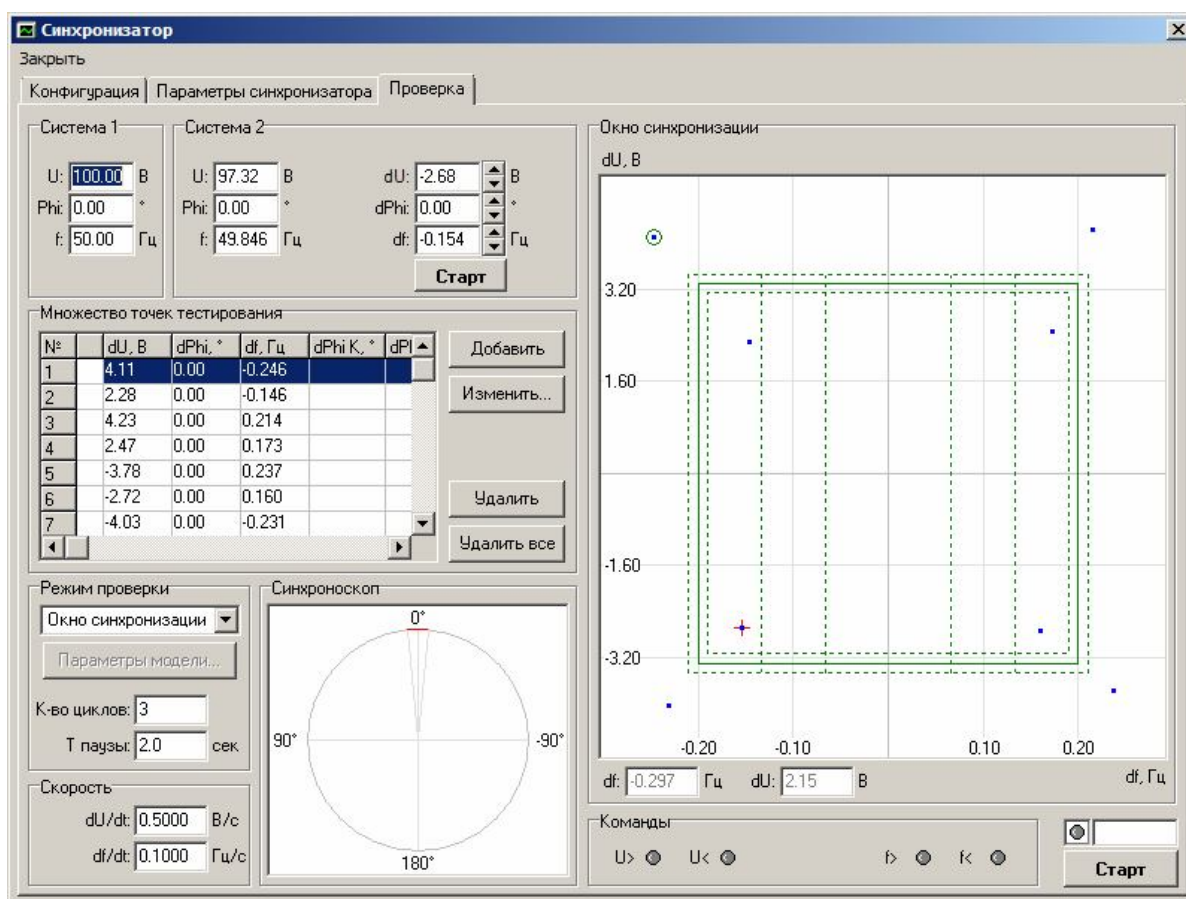


Рис. 7.3. Страница "Проверка"

На странице размещены следующие поля:

- "Система 1";
- "Система 2";
- "Множество точек тестирования";

- "Режим проверки";
- "Скорость";
- "Синхроноскоп";
- "Окно синхронизации";
- "Команды".

Поле "Система 1"

В этом поле задаются параметры системы, с которой будет осуществлена синхронизация. Эти параметры являются неизменными в течение процесса синхронизации. В соответствующих полях задаются значение величины напряжения U (ее действующее значение), начальная фаза Φ и частота f . После запуска режима синхронизации "УСТРОЙСТВО" будет генерировать на вход напряжения системы 1 синхронизатора напряжение по следующему закону:

$$u = \sqrt{2} \cdot U \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t + \Phi).$$

В поле "Окно синхронизации" параметры системы 1 отобразятся в виде двух взаимно перпендикулярных прямых пересекающихся в точке начала координат. Относительно этой точки отсчитываются параметры синхронизатора dU_{min} , dU_{max} , df_{min} , df_{max} , значения которых задаются на странице "Параметры синхронизатора". На основе этих значений отображается прямоугольник – окно синхронизации.

Поле "Система 2"

В этом поле задаются начальные параметры системы, которая синхронизируется. В соответствующих полях задаются значение величины напряжения U (ее действующее значение), начальная фаза Φ и частота f . В полях dU , $d\Phi$, df отобразятся разницы соответствующих параметров системы 2 и системы 1. Пользователь может также задавать в соответствующих полях значение разниц параметров системы 2 и системы 1 – dU , $d\Phi$, df . В этом случае по этим значениям и значениям параметров системы 1 будут автоматически рассчитываться параметры системы 2 и отображаться в соответствующих полях. Тестовая точка с заданными координатами dU и df отобразится в виде крестика в поле "Окно синхронизации". Можно также осуществлять дискретные изменения этих параметров с помощью кнопок со стрелками расположенных справа от соответствующих полей. Шаг изменения задается на странице "Параметры синхронизатора" (см. п. 7.2).

Параметры системы 2 можно задавать и с помощью курсора "мыши". Для этого необходимо курсор "мыши" подвести в поле "Окно синхронизации" к соответствующей точке (координаты текущей точки отображаются в нижней части поля "Окно синхронизации") и нажать левую клавишу "мыши" – выбранная точка зафиксируется в поле, а в соответствующих полях "Система 2" отобразятся рассчитанные значения параметров системы 2 соответствующие выбранной точке.

Поле "Окно синхронизации"

В этом поле отображаются в координатах dU и df :

- параметры синхронизатора, которые отображаются в виде прямоугольника;
- допустимая погрешность параметров синхронизатора;
- зона нечувствительности синхронизатора по частоте;
- тестовая точка соответствующая относительным координатам системы 2, которые определяются как разница соответствующих параметров системы 2 и системы 1;
- множество тестовых точек, сформированных в табличной форме в поле *"Множество точек тестирования"*;
- линии ограничения по напряжению и частоте. За пределами этих линий невозможно сформировать тестовую точку;
- годограф изменения параметров системы 2 во время синхронизации формируемый при тестировании.

Используя в поле *"Окно синхронизации"* локальное меню, можно осуществлять определенные операции по выбору точки проверки и масштабированию изображения.

Если пользователь хочет изменить палитру цветов отображения в поле *"Окно синхронизации"*, то ему необходимо инициализировать команду *"Графика"* в меню *"Конфигурация"*. После этого на экран монитора выведется окно (рис. 7.4)

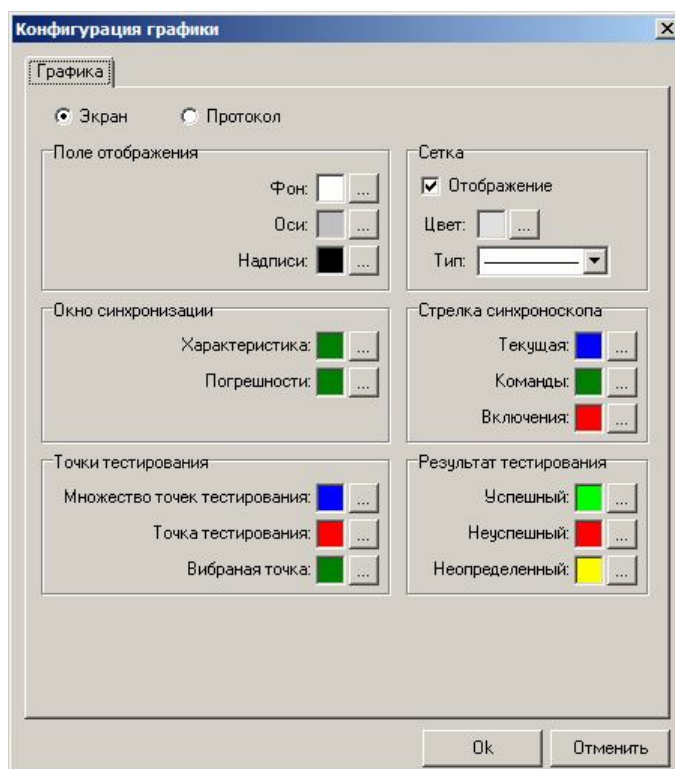


Рис. 7.4. Конфигурация графики

Пользователь с помощью этого окна может изменять поле отображения, сетку, а также задавать желаемые цвета в окне синхронизации, синхроскопа.

Поле *"Множество точек тестирования"*

В этом поле формируется таблица с относительными координатами системы 2, которая синхронизируется с системой 1: dU , $dPhi$, df . Эти координаты можно задать одним из трех способов:

- задать тестовую точку (dU , df) в поле "Окно синхронизации" с помощью "мыши" и осуществить двойной щелчок (исключая режим "Заданная траектория");
- выбрать тестовую точку (dU , df) в поле "Окно синхронизации" с помощью "мыши" и нажать кнопку "Добавить" в поле "Множество точек тестирования";
- задать значение координат тестовой точки (dU , $dPhi$, df) непосредственно в поле "Система 2" и нажать кнопку "Добавить" в поле "Множество точек тестирования".

В поле "Множество точек тестирования" предусмотрена возможность удалять отдельные тестовые точки, удалять все точки и редактировать отдельные выбранные точки. Для этого необходимо воспользоваться кнопками "Изменить", "Удалить", "Удалить все".

Отображение колонок таблицы "Множество точек тестирования" можно изменять с помощью локального меню.

Поле "Режим проверки"

В этом поле задается режим проверки синхронизатора. Предусмотрены следующие режимы проверки:

- "Окно синхронизации";
- "Линейная модель";
- "Нелинейная модель";
- "Заданная траектория".

Режим "Окно синхронизации"

В этом режиме проверяется окно синхронизации – будет ли синхронизатор давать сигнал на включение выключателя, когда тестовые точки характеризующие начальное состояние системы 2, находятся в пределах прямоугольника, очерченного параметрами синхронизатора dU_{min} , dU_{max} , df_{min} , df_{max} , или синхронизатор не будет давать сигнал на включение выключателя, когда точки характеризующие систему 2 находятся за пределами прямоугольника.

Следует помнить, что во время проведения тестирования синхронизатора в этом режиме изменение параметров системы 2 – напряжения и частоты не происходит, то есть игнорируются команды от синхронизатора на увеличение (уменьшение) частоты и напряжения.

В случае, когда синхронизатор не подает сигнал на включение выключателя, тест будет проводиться в течение времени соответствующего количеству циклов N (полным оборотам стрелки синхроноскопа), то есть в течение времени

$$T = N / \Delta f ,$$

где Δf – разница частот между системами.

Количество циклов N задается в поле "Количество циклов".

Режим "*Линейная модель*"

После запуска режима проверки зависимо от команд, полученных от синхронизатора будет осуществляться изменение напряжения и частоты системы 2 до допустимых величин (dU , df), после этого в момент, когда $dPhi$ находится в допустимых пределах (визуально отображается положением стрелки синхроноскопа) синхронизатором должен формироваться сигнал на включение выключателя.

Изменение напряжения и частоты системы 2 будет осуществляться по линейному закону:

$$f_2 := f_2 \pm df / dt \cdot t,$$

$$U_2 := U_2 \pm dU / dt \cdot t,$$

где df / dt , dU / dt соответственно скорость изменения частоты и напряжения, значения которых задаются в соответствующих полях "*Скорость*".

В этом режиме проверки поле "*Количество циклов*" изменяется на "*Tmax*", в котором задается максимальное время в течение которого ожидается синхронизация.

Режим "*Нелинейная модель*"

Этот режим предусмотрен для проверки работы синхронизатора в условиях, максимально приближенных к реальным, то есть с учетом моделей генератора, турбины с соответствующими системами регуляции – частоты и напряжения.

Модель работы турбоагрегата на холостом ходу при изменении частоты вращения в пределах 2700 – 3300 об./мин. можно представить линейным дифференциальным уравнением первого порядка:

$$T_j \frac{d\omega_{\Gamma}}{dt} - M_{\Gamma} + k_{\text{оп}} \cdot \omega_{\Gamma} = 0, \quad (7.1)$$

где T_j – постоянная времени движения оборотных масс турбоагрегата; ω_{Γ} – угловая частота вращения турбоагрегата; M_{Γ} – оборотный момент турбины; $k_{\text{оп}}$ – коэффициент сопротивления, который определяет потери турбины на трение воздуха и в подшипниках турбоагрегата.

Модель турбины представлена инерционным звеном первого порядка, уравнение которого имеет вид:

$$T_{\Gamma} \frac{dM_{\Gamma}}{dt} + M_{\Gamma} - \mu = 0, \quad (7.2)$$

где T_T – эквивалентная постоянная времени турбины; T_T – оборотный момент турбины; μ – положение регулирующих клапанов турбины, через которые осуществляется выпуск пары в турбину.

Допускаем, что на холостом ходу работает регулятор скорости вращения, на который действует синхронизатор и который в свою очередь действует на регулирующие клапаны турбины. Уравнение регулятора скорости вращения с учетом ограничений имеет следующий вид:

$$\begin{aligned}\mu &= k_{p.ч.o} \cdot (\omega_{\Gamma} - \omega_{уст}), \\ \mu_{\min} &\leq \mu \leq \mu_{\max},\end{aligned}\tag{7.3}$$

где $k_{p.ч.o}$ – коэффициент усиления регулятора скорости вращения, величина обратно пропорциональная статизму регулирующей характеристики системы регуляции; $\omega_{уст}$ – уставка регулятора скорости, на изменение которой действует синхронизатор в процессе синхронизации; $\mu_{\min}, \mu_{\max}$ – ограничение на перемещение регулирующих клапанов турбины.

При работе генератора на холостом ходу, когда отсутствует ток в обмотке статора, то есть отсутствует реакция якоря, электромагнитное состояние генератора описывается дифференциальным уравнением первого порядка:

$$T_{d0} \frac{dE_q''}{dt} + E_q'' - U_p = 0,\tag{7.4}$$

где T_{d0} – постоянная времени электромагнитного состояния генератора; E_q'' – сверхпереходная е.д.с. по поперечной оси генератора, которая пропорциональна потокосцеплению обмотки статора генератора; U_p – напряжение на кольцах ротора обмотки возбуждения генератора в относительных единицах равно величине сигнала системы регулирования тока возбуждения генератора.

При работе генератора на холостом ходу напряжение на обмотке статора генератора равно сверхпереходной е.д.с., то есть $U_{\Gamma} = E_q''$. С учетом этого уравнение (7.4) можно записать в виде:

$$T_{d0} \frac{dU_{\Gamma}}{dt} + U_{\Gamma} - U_p = 0.\tag{7.5}$$

Практически все современные мощные генераторы на электрических станциях работают с тиристорными или бесщеточными системами возбуждения, которые управляются регуляторами возбуждения сильного действия. С учетом того, что эти системы возбуждения вместе с системами регуляции являются практически безынерционными, уравнение регулятора возбуждения сильного действия (напряжение на кольцах ротора в относительных единицах равно сигналу на выходе системы регуляции) имеет вид:

$$U_p = k_{0U} \cdot (U_\Gamma - U_{уст}) + k_{1U} \cdot \frac{dU_\Gamma}{dt}, \quad (7.6)$$

$$U_{p.min} \leq U_p \leq U_{p.max},$$

где k_{0U} , k_{1U} – коэффициенты усиления по каналам отклонения напряжения и по производной от напряжения; $U_{уст}$ – уставка регулятора по отклонению напряжения, на смену которого действует синхронизатор; $U_{p.min}$, $U_{p.max}$ – ограничение на сигнал тиристорной системы возбуждения.

Как видно из уравнений описывающих регулятор сильного действия, в них отсутствуют каналы по производным от тока возбуждения, угла выбега ротора, и отклонению частоты. Такое допущение является правомерным, потому что эти каналы действуют практически во время возмущений в системе при работе генератора параллельно с системой.

Таким образом, уравнения (7.1) – (7.6) с достаточной точностью описывают поведение турбины и генератора при работе агрегата на холостом ходу и адекватно воспроизводят процессы при синхронизации генератора с системой.

Модель реализована в относительных единицах. При ее реализации величины напряжения и частоты приводятся к абсолютным единицам с учетом номинальных параметров напряжения и частоты заданных на странице "*Параметры синхронизатора*" в поле "*Номинальные параметры*".

Постоянные времени и коэффициенты используемые в модели (7.1) – (7.6) заданы усредненными значениями для мощных турбогенераторов. Значения их следующие:

$$T_j = 5 \text{ с}; T_T = 0,5 \text{ с}; k_{p.ч.о} = -15; \mu_{min} = 0; \mu_{max} = 1; k_{оп} = 0,01;$$

$$T_{d0} = 5 \text{ с}; k_{0U} = -50; k_{1U} = -10; U_{p.min} = 0; U_{p.max} = 1.$$

При необходимости пользователь может изменить заданные параметры. Для этого необходимо открыть диалоговое окно (рис. 7.5) путем нажатия кнопки "**Параметры модели**".

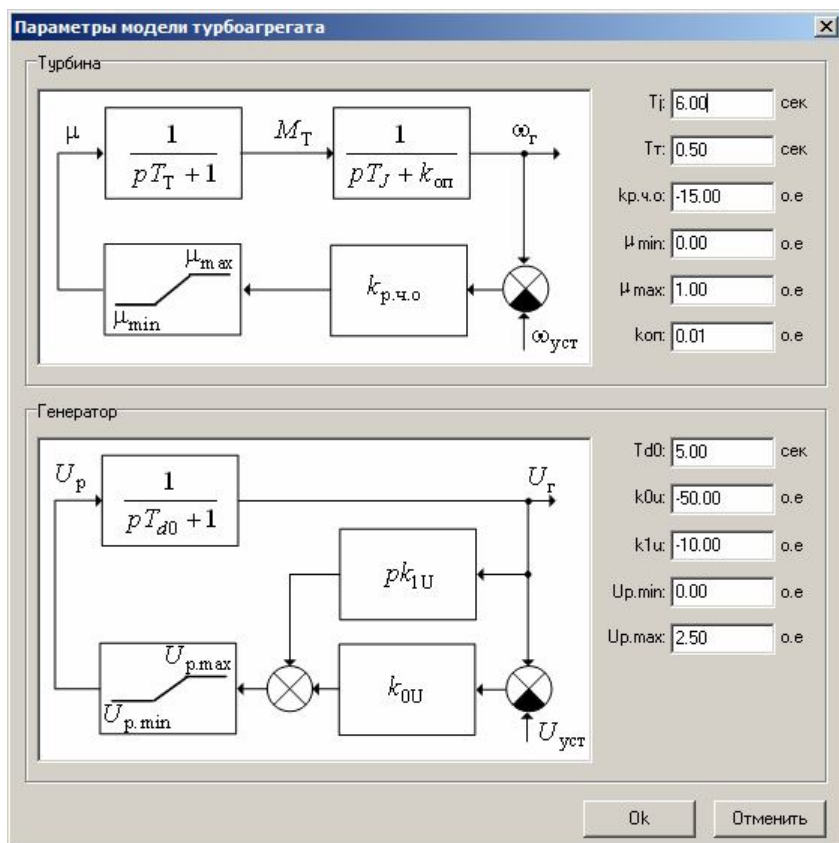


Рис. 7.5. Окно изменения параметров модели турбоагрегата

Для цифровой реализации модели (7.1) – (7.6) применен жесткий неявный метод первого порядка – неявный метод Эйлера.

При использовании нелинейной модели режима проверки в качестве синхронизированной системы 2 используется модель (7.1) – (7.6). Во время работы с этой моделью уставки регуляторов скорости вращения и регулятора возбуждения сильного действия по команде от синхронизатора изменяются со скоростью, которая задается в поле "Скорость".

Режим "Заданная траектория"

Этот режим предусматривает изменение напряжения и частоты системы 2 по заданной линейной траектории.

Траектория изменения может задаваться одним из двух способов. По первому способу начальное и конечное значение изменения модуля напряжения, угла и частоты задается непосредственно в соответствующих полях группового поля "Система 2" (рис. 7.6).

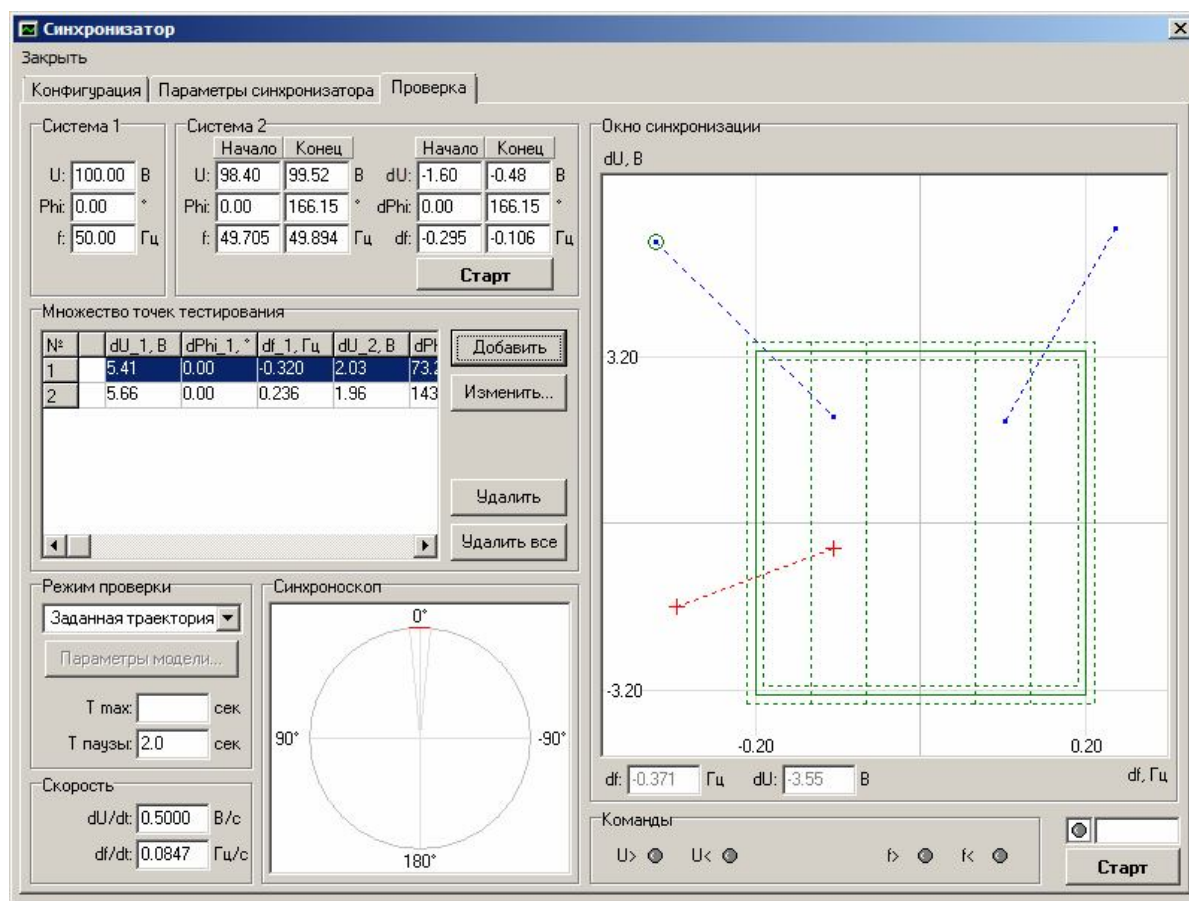


Рис. 7.6. Режим проверки по заданной траектории

Заданная линейная траектория отображается в поле "Окно синхронизации".

По второму способу исходную и конечную точки траектории задают непосредственно в поле "Окно синхронизации" с помощью манипулятора "мышь". При этом числовые значения графически заданных точек траектории отображаются в соответствующих полях группового поля "Система 2".

Скорость изменения напряжения и частоты определяется на основе заданной траектории и на основе скорости изменения напряжения или скорости изменения частоты заданных в групповом поле "Скорость".

После запуска проверки в этом режиме изменение напряжения и частоты будет осуществляться согласно заданной траектории и с определенной скоростью до момента подачи команды от синхронизатора на включение выключателя или при достижении конечной точки.

Поле "Синхроскоп"

В этом поле отображается синхроскоп, стрелка которого вращается с частотой скольжения, которая в свою очередь определяется как разница частот системы 1 и системы 2.

Поле "Команды"

В этом поле отображена сигнализация команд на увеличение (уменьшение) частоты ($f >$, $f <$) и увеличение (уменьшение) напряжения ($U >$, $U <$). Информация о командах получается от синхронизатора через заданные в "УСТРОЙСТВЕ" бинарные входы, которые определяются на странице "*Параметры синхронизатора*". При наличии команды соответствующая лампочка отображается красным цветом, при отсутствии – серым.

7.4. Осуществление проверки синхронизатора

После заполнения всех полей страницы "*Проверка*" можно непосредственно приступить к проверке синхронизатора.

Для этого необходимо нажать кнопку "**Старт**". Согласно заданных параметров "УСТРОЙСТВО" начнет генерировать напряжение определенной величины, зависимо от режима проверки.

Будет осуществляться в динамике последовательная проверка точек, зафиксированных в поле "*Множество точек тестирования*". Проверка будет начинаться с выбранной в таблице точки. Между проверками каждой точки будет пауза, которая задается в поле "*T паузы*".

В процессе проверки в первом столбце таблицы будет отображаться результат проверки – если проверка данной точки успешна, то появится изображение "+", если нет – появится изображение "-".

После запуска "УСТРОЙСТВА" кнопка "**Старт**" изменит свое название на "**Стоп**" и начнет мигать. Пользователь может в любой момент остановить процесс проверки, нажав кнопку "**Стоп**".

По окончании работы пользователь может детально просмотреть результаты проверки. Для этого необходимо выбрать нужную точку в таблице "*Множество точек тестирования*" и используя горизонтальный скроллинг просмотреть результаты проверки.

Формирование результатов в режиме проверки "*Окно синхронизации*"

В этом режиме для тестовых точек, которые находятся в окне синхронизации (с учетом заданных погрешностей), результат будет успешным в случае формирования сигнала на включение при допустимой разнице углов синхронизированных напряжений системы 1 и системы 2. Включение должно состояться, когда стрелка синхроноскопа находится в секторе определяющем погрешность по углу включения. Следует помнить, что сигнал на включение подается с опережением учитывающим инерционность выключателя (время включения, которое задается в поле "*T включения*" на странице "*Параметры синхронизатора*"). После подачи сигнала на включение в поле "Синхроноскоп" будут отображены две стрелки – подачи команды на включение и включение выключателя, а в таблице их величины $d\Phi K$ (разница углов при подаче команды на включение) и $d\Phi B$ (разница углов при включении выключателя).

Для тестовых точек, которые находятся вне окна синхронизации, результат будет успешным когда не формируется сигнал на включение выключателя от синхронизатора.

Для тестовых точек находящихся в пределах заданных погрешностей (ограниченных в окне синхронизации штриховыми линиями) результат будет успешным для случая когда не формируется сигнал на включение и для случая, когда формируется сигнал на включение при допустимой разнице углов синхронизированных напряжений системы 1 и системы 2.

Формирование результатов в режиме проверки "*Линейная модель*", "*Нелинейная модель*" и "*Заданная траектория*"

В этих режимах результат тестирования будет успешным, если в течение заданного (определенного) времени синхронизации сформировалась команда на включение при следующих условиях:

- конечное положение точки тестирования находится в пределах окна синхронизации с учетом заданных погрешностей;
- в момент включения выключателя стрелка синхроноскопа находится в секторе, который определяет погрешность по углу включения.

В этих режимах в поле "*Окно синхронизации*" отображается путь изменения положения тестовой точки в течение процесса синхронизации. А в таблице "*Множество точек тестирования*" будут отображены значения разниц напряжений, углов и частот системы 1 и системы 2 для момента подачи команды на включение (соответственно dU_K , $d\Phi_K$, df_K), а также для момента включения выключателя (соответственно dU_B , $d\Phi_B$, df_B).

Можно также осуществлять проверку одиночной текущей тестовой точки, значение которой отображается в поле "*Система 2*". Для этого необходимо нажать кнопку "**Старт**", которая находится в этом же поле. После проведенной проверки эта точка и результат ее тестирования будут добавлены в таблицу "*Множество точек тестирования*" (см. рис. 7.3).

8. МОДУЛЬ "НЕЗАВИСИМАЯ ЧАСТОТА"

Этот модуль находится в группе модулей "Специализированные программы".

В этом модуле предусмотрена возможность задавать напряжения и токи по отдельным каналам "УСТРОЙСТВА" с разной частотой.

Модуль состоит из следующих взаимосвязанных функциональных блоков, размещенных на отдельных страницах:

- "Конфигурация";
- "Векторная диаграмма";
- "Результаты".

8.1. Страница "Конфигурация"

Общий вид страницы "Конфигурация" приведен на рис. 8.1.

Независимая частота

Режим:

Конфигурация | Векторная диаграмма | Результаты

Устройство

Станция / подстанция: Бурштинська ТЕС

Присоединение: Блок №1

Устройство: СА-1

Проверяющий: Шмагала В.М.

Положение бинарных входов (выходов)

☐ разомкнутый

☒ замкнутый

Переменный ток

Частота, Гц	Первичные U, кВ	Вторичные U, В	Первичные I, кА	Вторичные I, А
f _{ном} : 50.00	U _{ном.л} : 110.00	U _{ном.л} : 100.00	I _{ном} : 1.00	I _{ном} : 1.00
	U _{ном.ф} : 63.51	U _{ном.ф} : 57.74		
Δf: 0.10		U _{макс.ф} : 125.00	I _{макс} : 15.00	

Бинарные входы

	Название	Положение	Фиксация времени	Режим
1	☒ Trp		0.0000	Фиксация времени
2	☒ f >		0.0000	Фиксация времени
3	☒ f <		0.0000	Фиксация времени
4	☒ U >		0.0000	Фиксация времени
5	☒		0.0000	Фиксация времени
6	☐		0.0000	Фиксация времени
7	☐		0.0000	Фиксация времени
8	☐		0.0000	Фиксация времени

Бинарные выходы

	Название	Старт	Режим	Время
1	☐		0.0000	0.0000
2	☐		0.0000	0.0000
3	☐		0.0000	0.0000
4	☐		0.0000	0.0000
5	☐		0.0000	0.0000
6	☐		0.0000	0.0000
7	☐		0.0000	0.0000
8	☐		0.0000	0.0000

Рис. 8.1. Страница "Конфигурация"

На странице "Конфигурация" задается информация об проверяемом устройстве так же как для других модулей.

8.2. Страница "Векторная диаграмма"

Общий вид страницы "Векторная диаграмма" приведен на рис. 8.2.

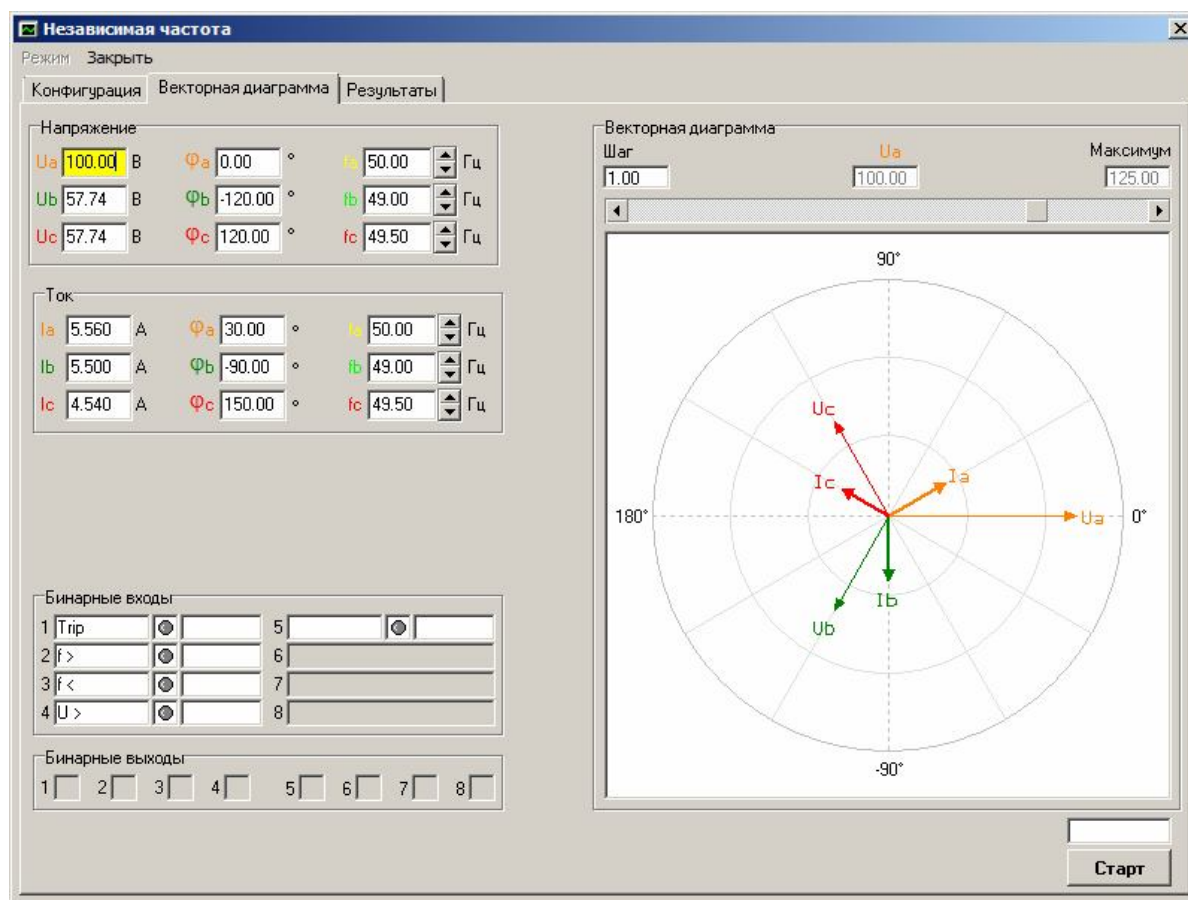


Рис. 8.2. Страница "Векторная диаграмма"

В отличие от страниц "Векторная диаграмма", которые применяются в других модулях, на этой странице предусмотрена возможность в отдельных полях задавать частоту гармонического сигнала для каждого канала тока и напряжения. Значение частоты можно задавать непосредственно в соответствующих полях или изменять значение частоты при помощи стрелок, которые расположены справа от соответствующего поля. При этом частота будет изменяться дискретно с шагом, величина которого задается на странице "Конфигурация".

В других полях задаются действующие значения величин напряжений и токов по отдельным каналам и их начальные фазы. Механизм формирования этих значений аналогичен другим модулям.

В поле "Векторная диаграмма" отображаются взаимные начальные положения всех векторов.

Для генерирования "УСТРОЙСТВОМ" заданных сигналов необходимо нажать кнопку "Старт".

В процессе генерирования пользователь может изменять значение модулей, фаз и частот сигналов.

Остановка генерирования может осуществляться вручную путем нажатия кнопки **"Стоп"**, или в случае срабатывания инициализируемого бинарного входа сконфигурированного для режима *"Остановка устройства"*.

8.3. Страница "Результаты"

Данная страница аналогична такой же странице модуля *"Независимый источник"* (см. п. 3.8. данной инструкции).

9. МОДУЛЬ "ОСЦИЛЛОГРАФ"

9.1. Общие положения

Модуль "Осциллограф" предназначен для анализа цифровых программ, полученных из цифровых устройств релейной защиты и автоматики как зарубежных, так и отечественных фирм, а также цифровых программ, созданных при помощи цифровых моделей.

Сейчас модуль работает с протоколами обмена COMTRADE, ИМСКОЕ, а также с информацией, записанной в текстовом формате. В дальнейшем предусмотрена возможность работы и с другими протоколами обмена.

Запуск модуля "Осциллограф" осуществляется инициализацией команды "Осциллограф" меню "Модуль" (см. рис. 2.2).

9.2. Главное меню модуля

После инициализации модуля на экран дисплея выводится главное окно модуля (рис. 9.1). Это окно содержит главное меню и палитру инструментов. С помощью палитры инструментов можно выполнять наиболее употребляемые функции.

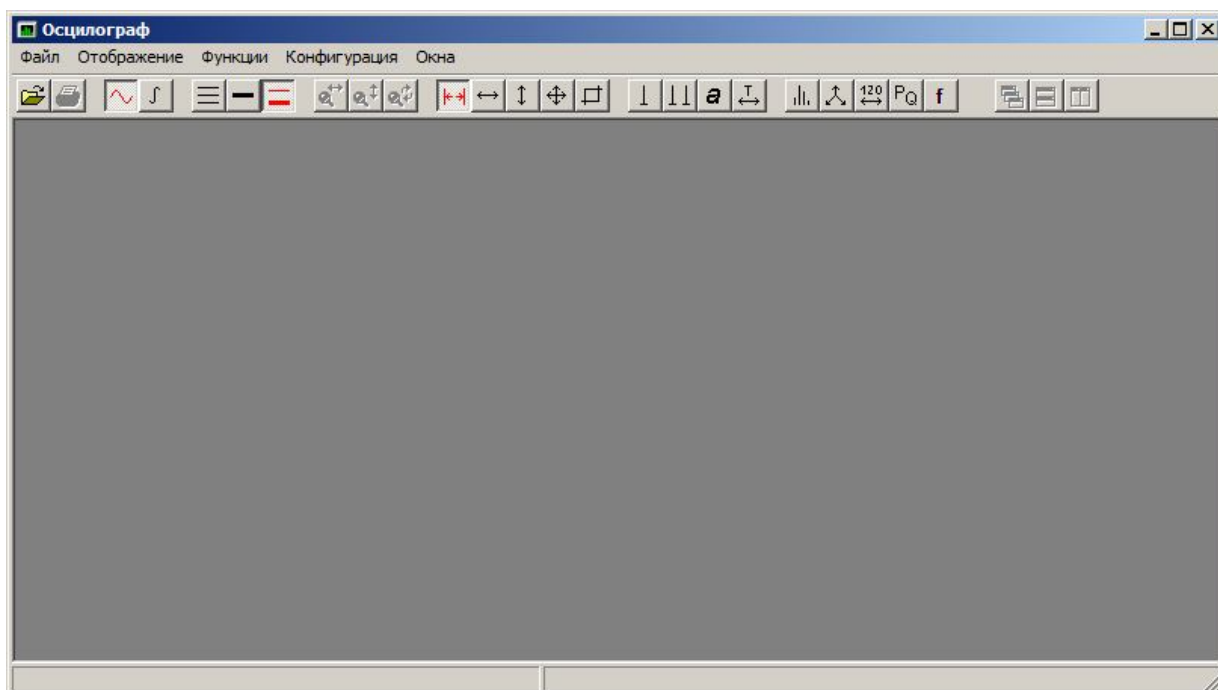


Рис. 9.1. Главное окно модуля "Осциллограф"

Главное меню модуля содержит следующие пункты:

- "Файл";
- "Отображение";
- "Функции";
- "Конфигурация";

- "Окна".

Каждый из этих пунктов позволяет вызывать подменю со списком определенных функций и команд.

9.2.1. Меню "Файл"

Содержит команды работы с файлами данных и команды печати (рис. 9.2).

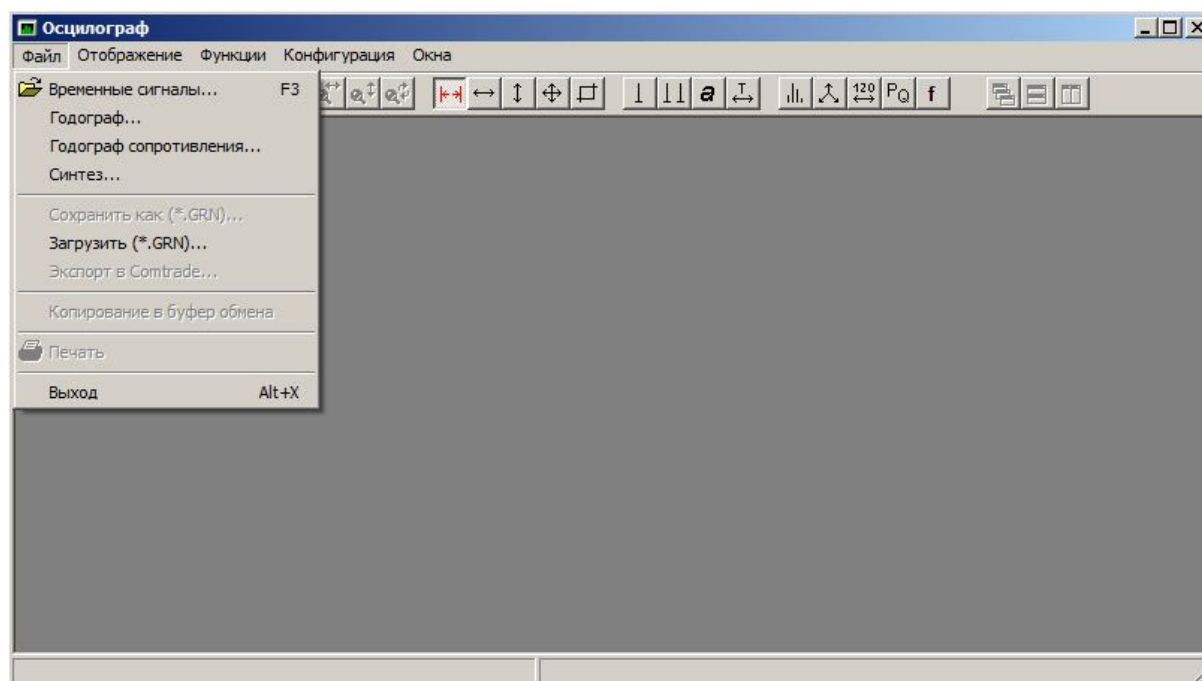


Рис. 9.2. Меню "Файл"

9.2.1.1. Команда "Временные сигналы"

С помощью этой команды осуществляется выбор файла с цифрограммой. После выбора команды "Временные сигналы" на экране дисплея появится диалоговое окно (рис. 9.3).

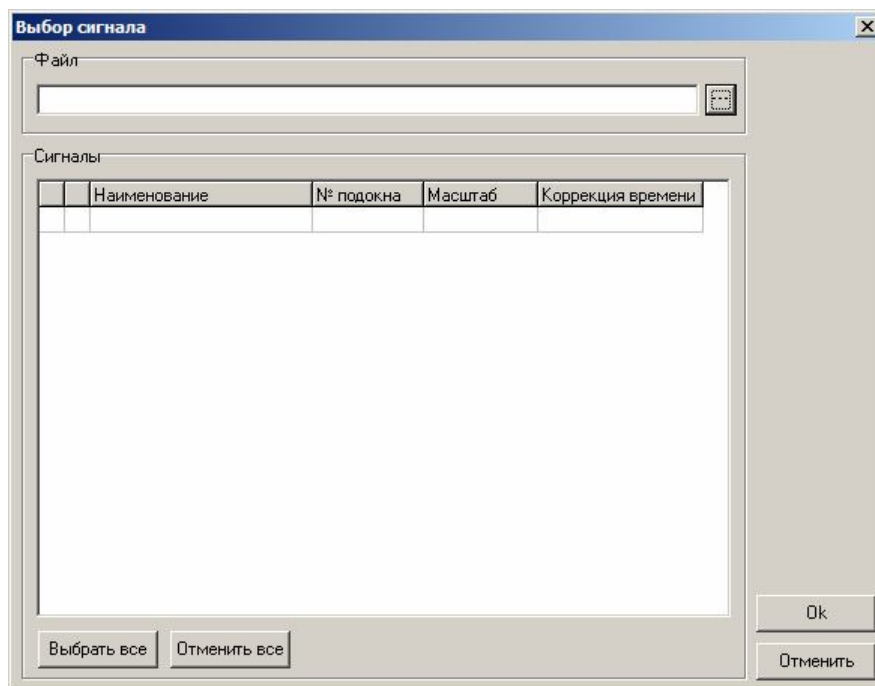


Рис. 9.3. Окно выбора сигналов

Можно также выполнить данную команду нажатием кнопки с пиктограммой .

Для выбора файла с цифрограммой необходимо в групповом поле "*Файл*" нажать кнопку, расположенную в правой части поля, – на экране монитора появится окно (рис. 9.4).

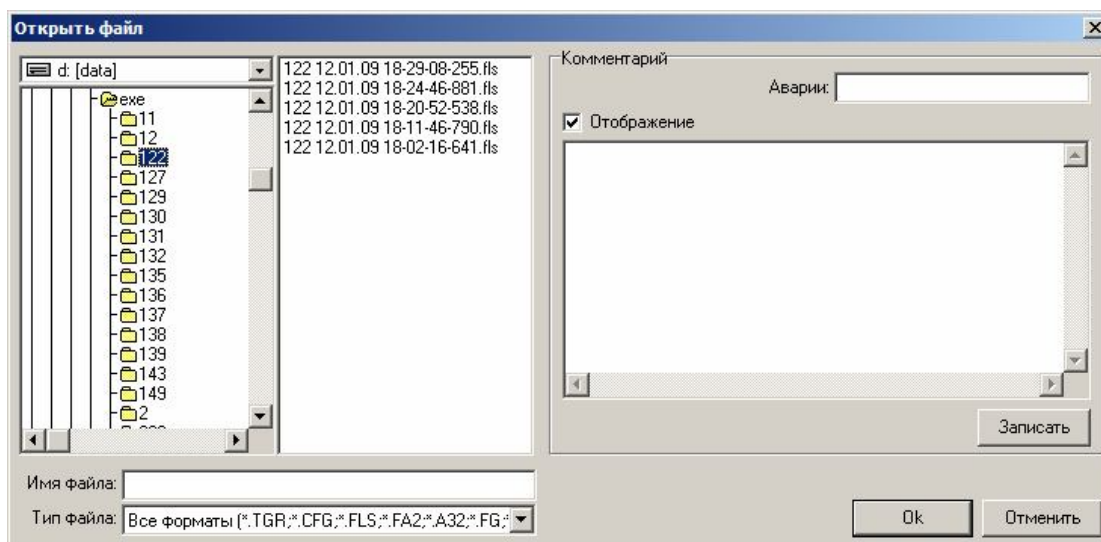


Рис. 9.4. Окно выбора файла

В окне выбора файла (см. рис. 9.4) в комбинированном поле "*Тип файлов*" возможно задавать тип файла соответствующий конкретному формату записи информации (рис. 9.5). Программа может работать со следующими форматами записи цифrogramм (типами файлов): текстовый (*.TGR), COMTRADE (*.CFG, *.DAT), ИМСКОЕ (*.FLS, *.FA2, *.EPK), RE (*.FG).

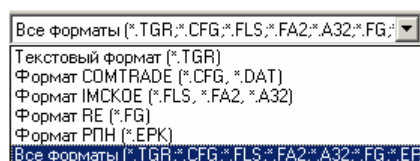


Рис. 9.5. Выбор типа файла

Текстовый формат хранения цифрограммы (*.TGR) имеет следующую структуру: в первой строке текст "TGR", во второй строке – названия координат (название не должно содержать пробелы): на первом месте название оси абсцисс, например, "Т", дальше через пробелы названия координат, которые выводятся по оси ординат. Количество координат не лимитируется. В следующих строках вводятся числовые значения абсцисс и координат, количество которых соответствует количеству названий, заданных в предыдущей строке. Все значения должны разделяться пробелами. Например:

TGR

T	UA	UB	UC	IA	IB	IC
0.0000	12000	2000	-100000	-45	-5.0	50.0
0.0002	12005	2005	-100010	-47	-4.9	51.9
.....						
0.1000	14005	-1003	100010	-56	-5.7	50.3

Задав тип файла и выбрав нужный файл, необходимо нажать кнопку "Ok" (см. рис. 9.4) – в окне (см. рис. 9.3) отобразится информация о сигналах выбранной цифрограммы, например, рис. 9.6.

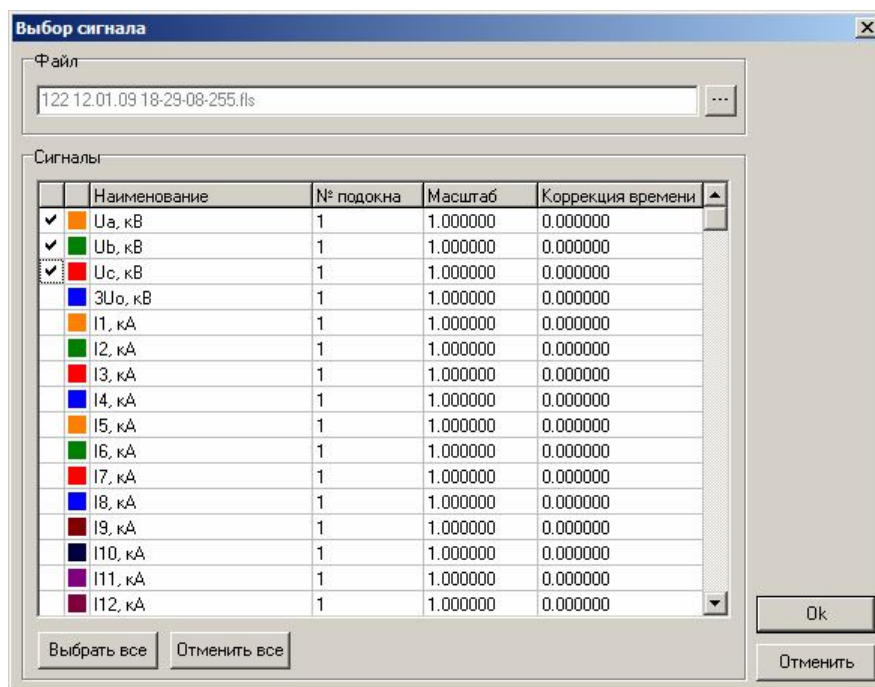


Рис. 9.6. Выбор сигналов цифрограммы

В правой части окна выбора файла (см. рис. 9.4) можно записывать комментарий, некоторые особенности, характерные для выбранного файла. Это дает возможность облегчать поиск нужного файла на диске, особенно, если их будет большое количество. После ввода комментария необходимо нажать кнопку **"Записать"** – при этом создастся файл с расширением *.СМТ с именем файла соответствующей цифрограммы.

В групповом поле диалогового окна (см. рис. 9.6) выводится название файла, в котором сохраняется цифрограмма. В групповом поле **"Сигналы"** в табличной форме выводится информация о сигналах цифрограммы. Если в списке более 16 сигналов, то для их просмотра можно воспользоваться вертикальным скроллингом.

С этой информацией можно осуществлять следующие подготовительные операции.

В 1-ом столбце таблицы можно осуществлять активизацию отдельных сигналов цифрограммы, то есть с помощью независимого переключателя отмечать лишь те сигналы, которые будут в последующем использоваться для анализа. Нажав кнопку **"Выбрать все"**, активизируются все сигналы цифрограммы. Нажав кнопку **"Отменить все"** активизация всех сигналов отменяется.

Во 2-ом столбце задаются цвета, которыми будут отображаться сигналы на экране дисплея. Эти цвета по умолчанию определены в конфигурации графика (команда **"Конфигурация"** меню **"Конфигурация"**). Детально о данной команде см. п. 9.2.4.1.

Для изменения цвета сигнала необходимо щелкнуть в поле цвета – на экране появится стандартное диалоговое окно WINDOWS выбора цвета, с помощью которого можно задать желаемый цвет (рис. 9.7).

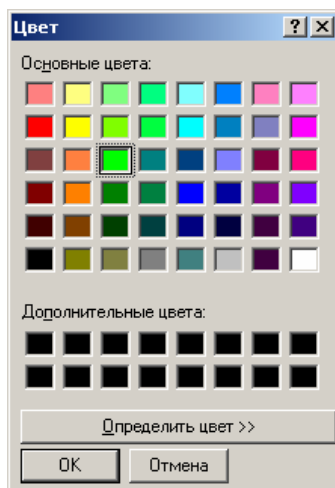


Рис. 9.7. Выбор цвета отображения сигналов

В 3-ом столбце **"Наименование"** выводятся названия сигналов цифрограммы. Эта информация записывается непосредственно в цифровом устройстве РЗА и в данном поле изменяться не может.

В 4-ом столбце **"Номер подокна"** задаются номера подокон отображения сигналов (отображение сигналов цифрограммы осуществляется в отдельных подокнах, расположенных в общем окне). В нулевом приближении предусмотрена возможность

отображения всех сигналов в одном подокне (заданный номер 1). Если необходимо, то можно задать другие номера подокон для вывода отдельных сигналов. Для этого в соответствующей ячейке 4-го столбца необходимо ввести нужный номер подокна отображения сигналов. Таким образом создается заданная пользователем конфигурация отображения сигналов в подокнах.

В 5-ом столбце задается масштаб сигнала по оси ординат. По умолчанию в этом столбце задана единица, то есть все сигналы цифрограммы выводятся в окнах в том же виде, в каком они сохраняются в файле с цифрограммой. Для изменения масштаба (например, когда в одном окне нужно вывести сигналы существенно отличающиеся между собой по величине) необходимо в 5-ом столбце ввести нужный масштаб, то есть число указывающее в сколько раз увеличится (уменьшится) отображение данной координаты в окне. Все операции связаны с анализом сигналов будут учитывать заданные изменения. Для того, чтобы пользователь не забывал о внесенных им изменениях относительно масштабирования, они отображаются в красной рамке (кроме единицы). Следует помнить, что масштабирование относится только к отображению сигналов в окнах. В файлах с цифрограммами никаких изменений не происходит.

В 6-ом столбце "*Коррекция времени*" предусмотрена возможность осуществлять относительный сдвиг отображенных сигналов цифрограммы во времени. По умолчанию вывод всех сигналов предусматривается без сдвига – во всех ячейках 6-го столбца задано значение 0,00. Для относительного временного сдвига отдельных сигналов необходимо в соответствующей ячейке ввести значение времени относительного сдвига сигнала в секундах. Как и в предыдущем случае, все значения в 6-ом столбце, отличающиеся от нуля, отображаются в красной рамке и будут учтены при анализе отображенных сигналов.

Следует помнить, если в файле с цифрограммой, записанной в формате COMTRADE, имеется информация об относительном сдвиге каждого сигнала, то эта коррекция автоматически выводится в 6-ом столбце и учитывается при отображении сигналов на экране дисплея.

Для примера, из общего количества сигналов для анализа, выберем три фазных напряжения U_a , U_b , U_c , три фазных тока I_{a-134} , I_{b-134} , I_{c-134} , которые нужно вывести в первом подокне и напряжение нулевой последовательности $3U_0$, которое нужно вывести во втором подокне. При этом, для токов зададим коэффициент масштабирования – 100. Тогда окно выбора сигналов будет иметь вид, рис. 9.8.

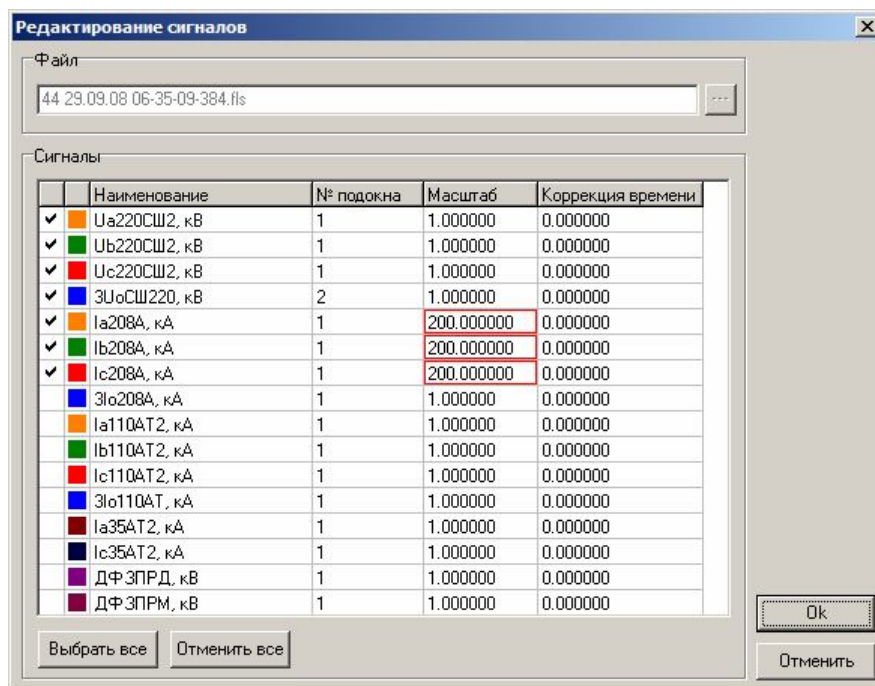


Рис. 9.8. Пример выбора сигналов цифrogramмы

После выполнения подготовительных операций в окне выбора сигналов для отображения, необходимо нажать кнопку "Ok" – на экране дисплея появится окно с выбранными сигналами (рис. 9.9).

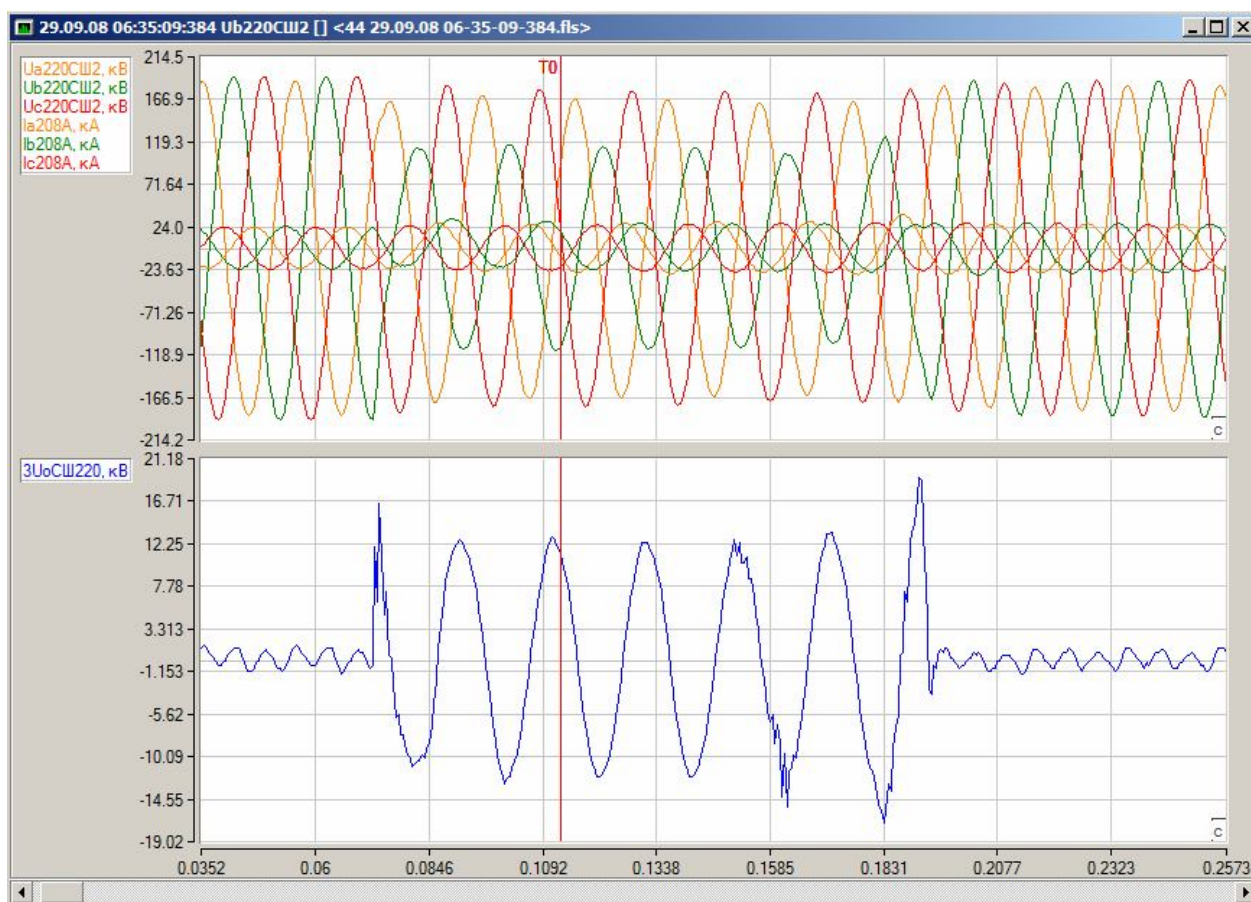


Рис. 9.9. Отображение сигналов цифрограммы

9.2.1.1.1. Локальное меню окна отображения сигналов

Некоторые операции с отображенными в окне сигналами можно выполнять с помощью локального меню, которое вызывается в поле отображения нажатием правой клавиши "мыши", – на экране дисплея выведется локальное меню со списком команд (рис. 9.10):

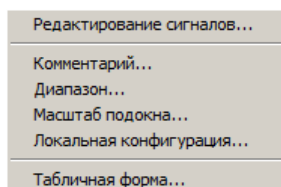


Рис. 9.10. Локальное меню окна отображения сигналов

9.2.1.1.2. Команда "Редактирование сигналов"

После активизации данной команды на экране дисплея появится окно (рис. 9.6). С помощью этого окна можно изменить выбор сигналов, задать номер подокна отображения сигналов, изменить коэффициент масштабирования или величину смещения по времени.

9.2.1.1.3. Команда "Комментарий"

После активизации этой команды на экране дисплея появится окно (рис. 9.11), в котором можно записывать комментарии, некоторые особенности, присущие выбранной цифрограмме.

Комментарий вводится в поле редактирования "Комментарий" и после нажатия кнопки "Ok" записывается в отдельный файл. Этот комментарий будет также отображаться в окне выбора файла (см. п. 9.4).

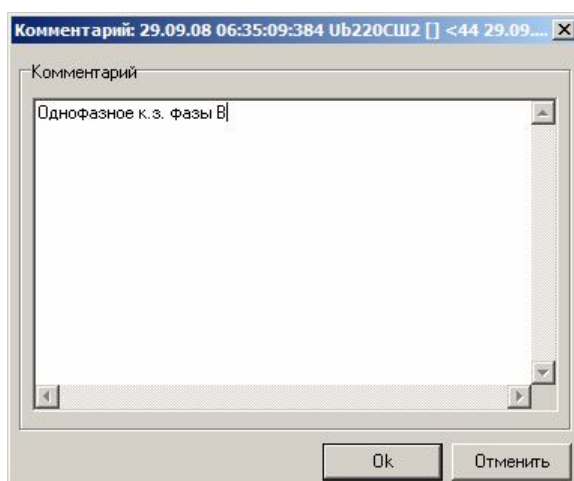


Рис. 9.11. Окно для записи комментария

9.2.1.1.4. Команда "Диапазон"

После активизации данной команды на экране дисплея появится диалоговое окно (рис. 9.12).

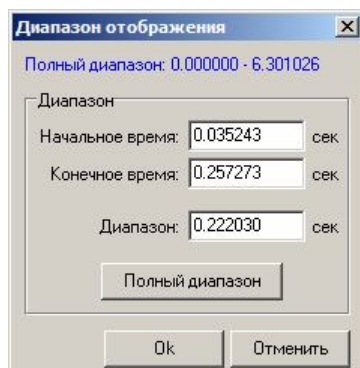


Рис.9.12. Окно выбора диапазона отображения

В верхней части этого окна отображается полный диапазон по времени сигналов цифrogramмы. Ниже в двух полях редактирования можно внести начальный и конечный моменты времени отображения сигналов цифrogramмы в выбранном окне. Если ошибочно пользователь введет время, которое выходит за пределы полного диапазона, то программа автоматически установит предельный диапазон. В поле "Диапазон" отобразится разница конечного и начального времен. После установления желаемого начального и конечного времен необходимо нажать кнопку "Ok" – в окне отобразятся сигналы на выбранном временном диапазоне.

9.2.1.1.5. Команда "Масштаб подокна"

После активизации данной команды на экране дисплея появится окно (рис. 9.13).

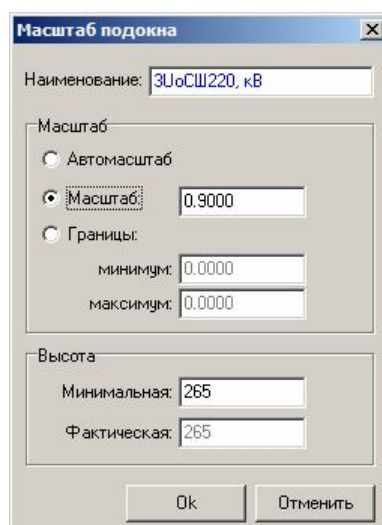


Рис.9.13. Окно выбора масштаба

В этом окне в поле "*Наименование*" отображается название первого сигнала выбранного подокна отображения сигналов.

В групповом поле "*Масштаб*" задается режим масштабирования сигналов в подокне отображения. Возможны следующие режимы:

- **автомасштаб.** Отображение сигналов автоматически масштабируется по высоте подокна отображения;
- **масштаб.** В соответствующем поле задается коэффициент масштабирования, согласно которого осуществляется масштабирование сигналов в подокне отображения;
- **пределы.** В полях задаются минимальный и максимальный пределы отображения сигналов.

В групповом поле "*Высота*" в поле редактирования "*Минимальная*" задается минимальная высота подокна в пикселах. А в поле "*Фактическая*" отображается реальная высота подокна. Эта высота рассчитывается зависимо от количества подокон и высоты общего окна. Фактическая высота не может быть меньше, чем заданная минимальная. В случае если подокна с заданной минимальной высотой не умецаются в общем окне, появляется вертикальный скроллинг для просмотра подокон.

После внесения нужных изменений необходимо нажать кнопку "**Ok**".

9.2.1.1.6. Команда "Локальная конфигурация"

После активизации данной команды на экране дисплея появится окно (рис. 9.14). С помощью данной команды можно осуществлять изменение конфигурации осей абсцисс и ординат, графику и некоторые общие установки.

Детально работа с конфигурацией описана в п. 9.2.4. Команда "*Конфигурация*".

Следует помнить, что команда "Локальная конфигурация" в отличие от команды "Конфигурация" из главного меню относится только к активному окну с сигналами цифrogramмы!

Некоторые параметры могут отсутствовать в локальной конфигурации в отличие от общей конфигурации. Это зависит от типа сигналов, например, временные сигналы, годограф, гистограмма анализа гармонических составляющих, симметричные составляющие и тому подобное.

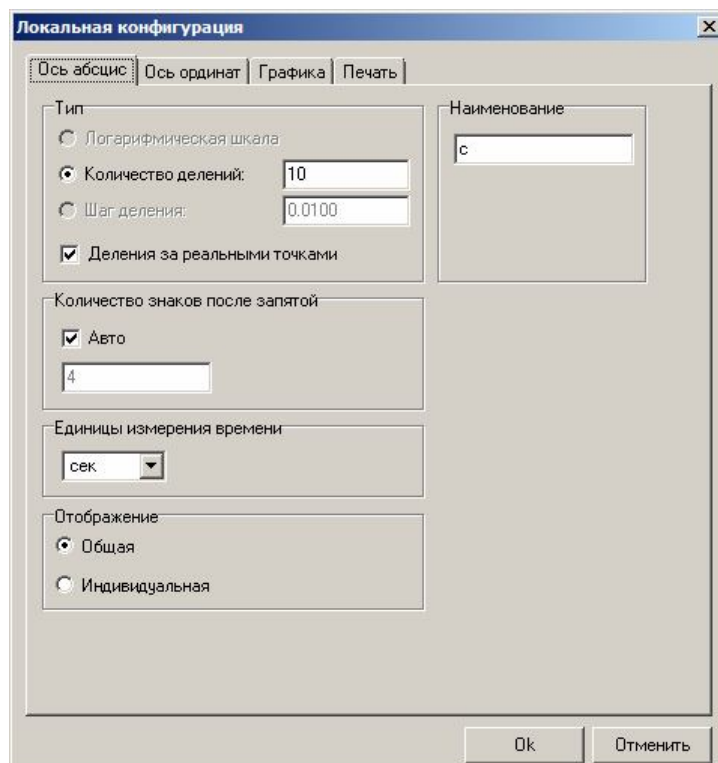


Рис. 9.14. Локальная конфигурация

9.2.1.1.7. Команда "Табличная форма"

После активизации данной команды происходит отображение в таблице (рис. 9.15) в цифровой форме всех сигналов цифрограммы имеющих в окне на выбранном временном диапазоне.

Формирование таблицы осуществляется в следующей форме: в первом столбце записываются значения времени, а в следующих столбцах записываются значения сигналов цифрограммы.

Табличная форма значений: 29.09.08 06:35:09:384 Ub220CШ2 [] ...				
T, сек	Ua220CШ2, кВ	Ub220CШ2, кВ	Uc220CШ2, кВ	
0.0349	182.5620	-127.3866	-62.0171	
0.0354	186.2782	-101.0632	-89.7369	
0.0359	185.8137	-72.3894	-115.1076	
0.0364	181.1684	-42.3055	-138.1291	
0.0369	170.9486	-10.8114	-157.3920	
0.0374	156.0835	20.6827	-172.8962	
0.0379	136.5731	50.7666	-183.7023	
0.0385	113.8109	79.4403	-190.2798	
0.0390	87.7970	105.7638	-192.1591	
0.0395	59.9249	129.2668	-188.8704	
0.0400	30.1947	149.4795	-180.8833	
0.0405	-0.4645	166.4017	-166.3187	
0.0410	-30.6593	179.0933	-148.4653	
0.0415	-58.9958	187.5544	-125.9136	
0.0421	-86.4034	191.7850	-101.0128	
0.0426	-110.5592	191.7850	-73.2930	
0.0431	-132.8568	186.6143	-43.6939	
0.0436	-152.8633	176.7420	-13.1551	

Рис. 9.15. Отображение сигналов в табличной форме

В окне табличной формы с помощью локального меню (рис. 9.16), можно осуществлять ряд операций с информацией отображенной в таблице.

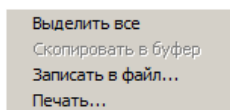


Рис. 9.16. Локальное меню табличной формы

С помощью команды "Выделить все" можно выделить весь текст в окне, а после этого с помощью команды "Скопировать в буфер" скопировать этот текст в буфер обмена информацией для последующего использования, например, в системе Microsoft Word. Можно также выделить фрагмент текста с помощью манипулятора "мышь". Следует помнить, что команда "Скопировать в буфер" будет доступной только после выделения текста. Команда "Записать в файл" используется для записи информации в файл в формате *.RTF, текстовом формате *.TXT, формате Microsoft Excel *.XLS, формате TGR *.TGR. После активизации этой команды откроется стандартное диалоговое окно записи файла, в котором необходимо задать диск, каталог, имя и тип файла, в котором будет сохранена информация. Команда "Печать" позволяет вывести на печать информацию, отображенную в таблице.

9.2.1.2. Команда "Годограф"

Использование этой команды позволяет осуществлять построение зависимости изменения одного сигнала относительно другого во времени. То есть, отображением ее является годограф, построенный в Декартовой системе координат, ординатой и абсциссой которой являются сигналы, а отображение точек годографа осуществляется во времени.

После активизации данной команды на экран дисплея выводится диалоговое окно (рис. 9.17).

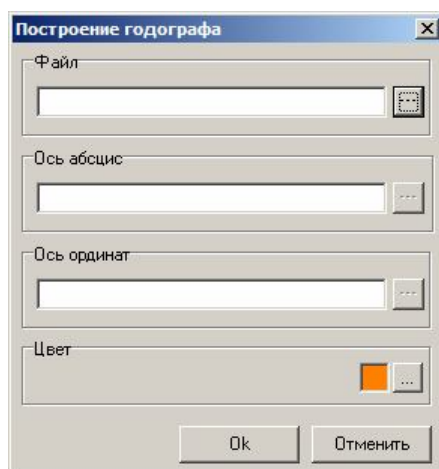
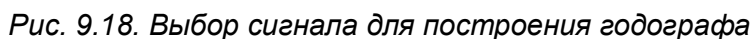


Рис. 9.17. Построение годографа

После выбора файла, необходимо из списка сигналов выбрать нужные сигналы для оси X и оси Y. Для этого нужно воспользоваться кнопками в соответствующих групповых полях "*Ось X*" и "*Ось Y*" (см. рис. 9.17) – на экране появится диалоговое окно со списком сигналов цифрограммы (рис. 9.18). Из списка сигналов необходимо выбрать нужный и нажать кнопку "**Ok**" – название выбранного сигнала отобразится в соответствующем поле диалогового окна "*Построение годографа*".



Следует помнить, что построение годографа будет осуществляться только после выбора сигналов по оси X и по оси Y .

С годографом в окне отображения можно осуществлять некоторые операции с помощью локального меню (рис. 9.20).

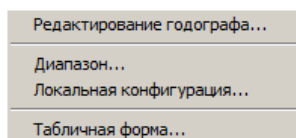


Рис. 9.20. Локальное меню окна отображения годографа

Команда "Редактирование годографа" позволяет изменять цвет отображения годографа. Можно также изменять временной диапазон отображения годографа. Для этого необходимо воспользоваться командой "Диапазон". При активизации этой команды откроется диалоговое окно (рис. 9.21), в котором можно задавать в соответствующих полях редактирования начальное и конечное значение времени отображения. Если необходимо отобразить годограф для полного диапазона, необходимо нажать кнопку "Полный диапазон". Также предусмотрена возможность в групповом поле "Третья координата" задавать режим отображения точек времени на годографе, активизировав независимый переключатель "Отображение точек времени", количество которых задается в поле редактирования "Количество точек времени". Эти точки времени будут равномерно распределяться на выбранном диапазоне времени.

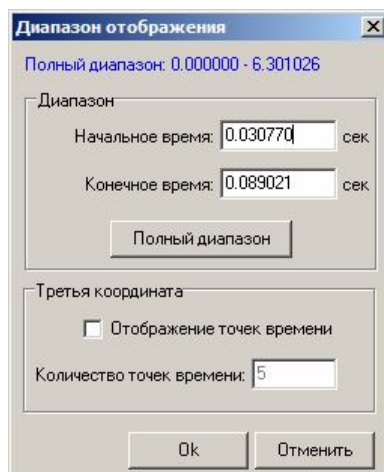


Рис. 9.21. Диалоговое окно диапазона отображения годографа

Команда "Табличная форма" реализуется так же, как и для временных сигналов (см. п. 9.2.1.1.9).

9.2.1.3. Команда "Годограф сопротивления"

Использование этой команды дает возможность осуществлять построение изменения полного сопротивления во времени. Отображением изменения полного сопротивления является кривая, построенная в Декартовой системе координат, ординатой и абсциссой которой являются реактивное и активное значения сопротивления, которые изменяются во времени. В этой самой системе координат предусмотрена возможность вывести изображение предварительно построенных зон срабатывания измерительных органов дистанционной защиты.

После активизации данной команды на экран дисплея выводится диалоговое окно (рис. 9.22).

Для построения годографа сопротивления необходимо в групповом поле "Файл" выбрать файл с цифrogramмой, а в групповых полях "Напряжение", "Ток" задать соответственно сигналы напряжения и тока. В групповом поле "Параметры" дополнительно предусмотрена возможность задавать погрешность по току и цвет отображения годографа. Погрешность по току задается для того, чтобы годограф сопротивления не строился для отрезков времени, где ток отсутствует. Эта погрешность определяется экспериментальным путем. Выделяется сигнал изменения тока на временном отрезке, где его значения должны быть равны нулю (например, бестоковая пауза АПВ, выключение выключателя защитой и тому подобное), но остается некоторое значение тока за счет шумов. Определяется максимальное значение этого тока, увеличивается на 10 – 20% и задается в процентах от максимального значения в поле редактирования "Точность по току для $Z=U/I$ (% I_{max})". При построении годографа сопротивления на временных отрезках, где ток меньше заданной погрешности, годограф строиться не будет – он будет прерывистым. В поле редактирования "Угол линии" задается значение угла линии используемое при определении относительной погрешности зон срабатывания.

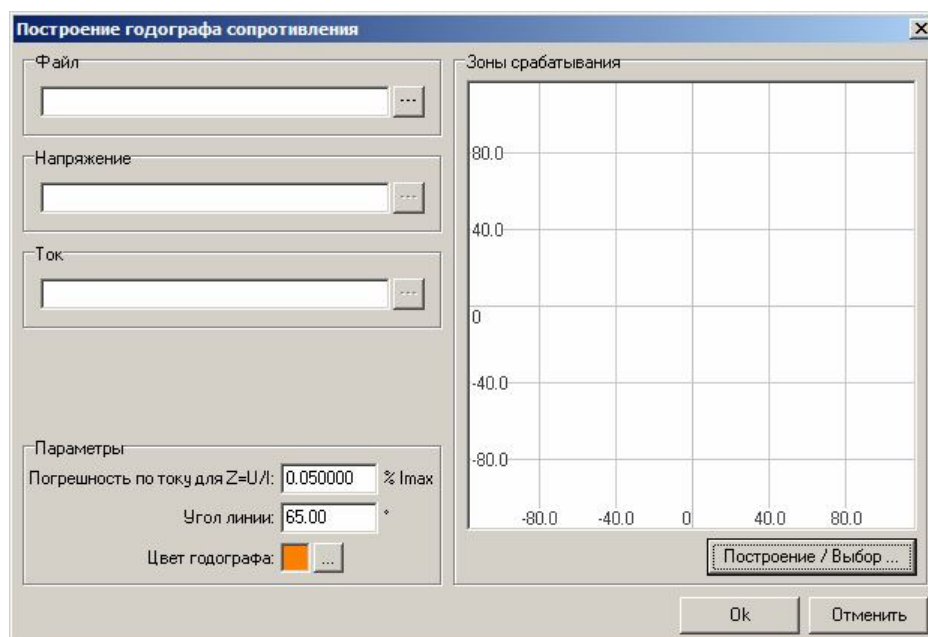


Рис. 9.22. Построение годографа сопротивления

В групповом поле "Зоны срабатывания" диалогового окна (см. рис. 9.22) можно построить характеристики измерительных органов дистанционной защиты.

9.2.1.4. Построение (выбор) зон срабатывания

Выбор зон срабатывания или построение новых зон осуществляется нажатием кнопки **"Построение / Выбор"** в поле "Зоны срабатывания" (см. рис. 9.22). Детально о команде выбора и построения характеристик измерительных органов дистанционных защит написано в п. 4.5.8.

Дополнительно в диалоговом окне "Зоны срабатывания ступеней защиты" есть кнопки **"Сохранить"** и **"Загрузить"**, с помощью которых можно хранить в библиотеке, а позже загружать из нее сформированные зоны срабатывания.

Пример построения годографа изменения сопротивления при однофазном к.з. совместно с зоной срабатывания приведен на рис. 9.23.

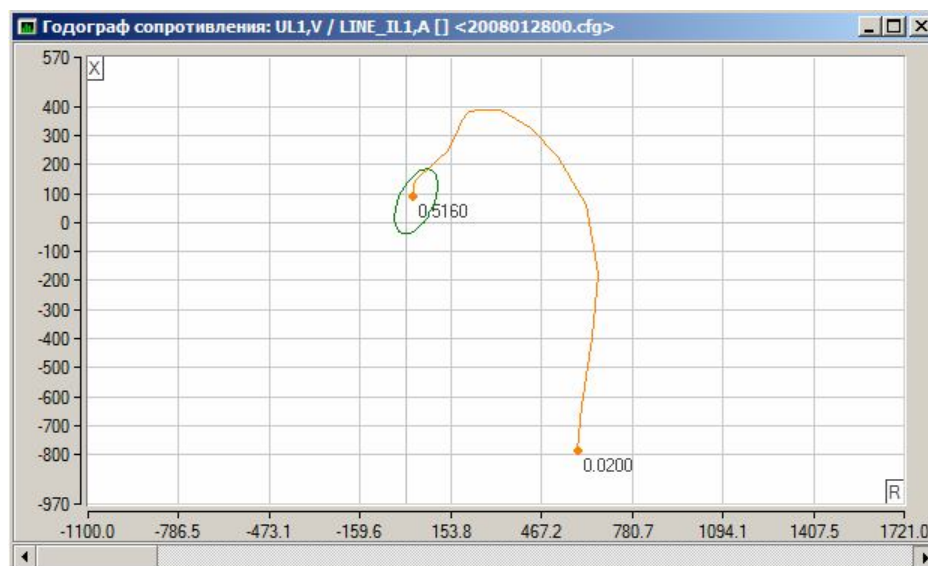


Рис. 9.23. Пример построения годографа сопротивления при однофазном к.з. на линии

С годографом сопротивления в окне можно осуществлять так же как и с временными цифrogramмами, некоторые операции – изменять диапазон отображения, изменять характер отображения в окне, цвета и тому подобное. Для этого курсор необходимо установить в поле отображения характеристики и нажать правую клавишу "мыши" – появится локальное меню, с помощью которого можно осуществлять эти операции (рис. 9.24).

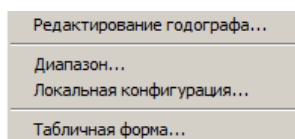


Рис. 9.24. Локальное меню окна годографа сопротивления

Можно также изменять временной диапазон отображения годографа непосредственно в окне. Для этого необходимо с помощью курсора "мыши" зафиксировать начальное и конечное времена отображения, после чего на экране отобразится часть годографа на выбранном временном отрезке.

9.2.1.5. Команда "Синтез"

Эта команда позволяет с сигналами цифрограммы осуществлять некоторые математические операции. Это позволяет синтезировать изменение во времени величин, которые непосредственно не записаны в виде сигналов, но которые можно получить непосредственно из фазных напряжений и токов, например, активная мощность, реактивная мощность, напряжение и ток нулевой последовательности и тому подобное.

После активизации данной команды на экране монитора появится окно (рис. 9.25). В поле "Сигналы" выводится список всех синтезированных сигналов.

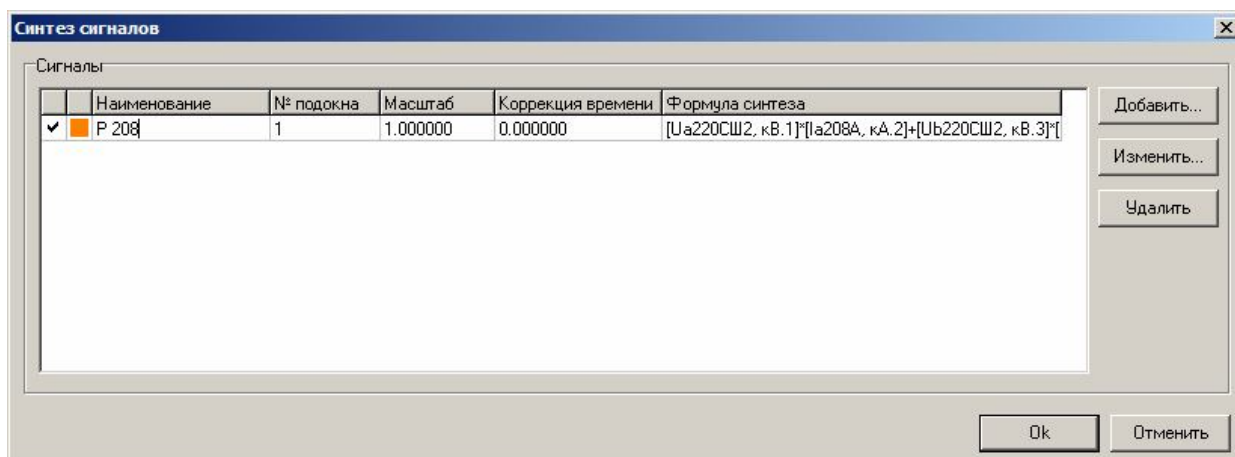


Рис. 9.25. Список синтезированных сигналов

С синтезированными сигналами можно осуществлять следующие операции:
 активизировать данный синтезированный сигнал – это осуществляется в первом столбце таблицы списка сигналов. Во втором столбце отображен цвет, которым синтезированный сигнал будет отображаться. При желании этот цвет можно изменять. В третьем столбце задаются наименования синтезированных сигналов. В четвертом столбце задается номер подокна, в которое выводится синтезированный сигнал. В пятом и шестом столбцах задаются масштаб и коррекция по времени. В последнем седьмом столбце приведена формула, по которой синтезирован сигнал. Можно синтезировать новые сигналы, редактировать существующие, удалять их. Это осуществляется с помощью кнопок "Добавить", "Изменить", "Удалить".

Рассмотрим, как создается новый синтезированный сигнал. Для этого необходимо нажать кнопку "Добавить" – на экран выведется окно (рис. 9.26).

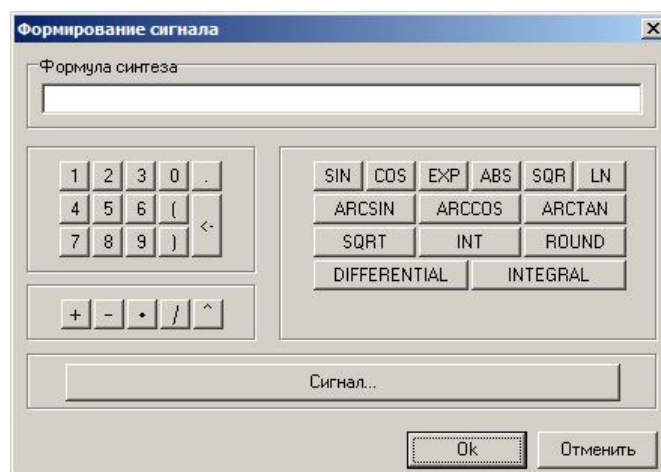


Рис. 9.26. Формирование синтезированного сигнала

В поле редактирования "Формула синтеза" задается выражение, по которому формируется синтезированный сигнал. Выбор исходных сигналов, из которых формируется синтезированный сигнал осуществляется нажатием кнопки "Сигнал", – появится окно в котором необходимо выбрать нужный сигнал из файла (рис. 9.27).

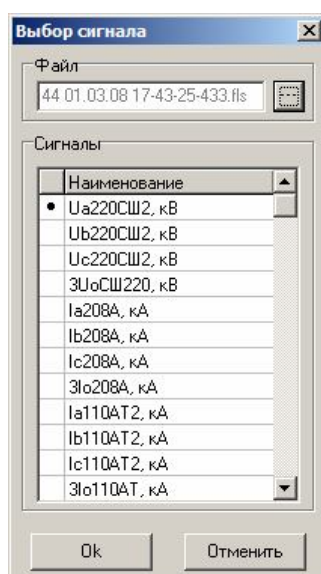


Рис. 9.27. Выбор сигнала для синтеза

После выбора в поле "Формула синтеза" (см. рис. 9.26) отобразится название выбранного сигнала. С выбранным сигналом (сигналами) можно осуществлять определенные операции, пользуясь функциональными кнопками (см. рис. 9.26). Выбранная операция отобразится в поле редактирования "Формула синтеза". Формула синтеза формируется по определенным правилам. Операции "+", "-", "*", "/" должны иметь два операнда (слева и справа). В случае, когда два операнда являются временными сигналами, результирующий сигнал получается путем осуществления выбранной операции соответствующих координат по времени (сигналы должны быть идентичны по часовым характеристикам – одинаковый временной диапазон и шаг). Если один из операндов является скалярной

величиной, тогда результирующий сигнал получается путем осуществления операции со скалярной величиной и с каждой координатой сигнала. Для возведения в степень ("^") необходимо задать сначала один операнд, дальше символ возведения в степень и значение степени. Степенью может быть любое действительное число. Использование сложных функций "sin", "cos" ., "INTEGRAL" предусматривает передачу аргумента в круглых скобках. Аргументом может быть как скалярное выражение, так и сигнал. Формирование синтезированного сигнала осуществляется с учетом приоритетов выполнения математических операций. Формулу синтеза можно редактировать в поле "*Формула синтеза*", как вручную, так и используя соответствующие функциональные кнопки исключая название выбранного сигнала. В случае неверно сформированного выражения, после нажатия кнопки "**Ok**", программа выдаст сообщение о характере ошибки, а в таблице синтезированных сигналов (см. рис. 9.25) выражение будет отображено в красной рамке и реализоваться не будет. Для исправления ошибки необходимо воспользоваться кнопкой "**Изменить**" и в окне (см. рис. 9.26) необходимо внести соответствующие коррективы.

Для исключения синтезированного сигнала из списка (см. рис. 9.25) необходимо воспользоваться кнопкой "**Удалить**".

Следует помнить, что командой "*Синтез*" можно воспользоваться для отображения в одном окне сигналов из разных файлов и записанных разными устройствами. Сигналы могут быть разной дискретностью и с разными временными диапазонами.

После завершения формирования синтезированных сигналов необходимо нажать кнопку "**Ok**" – синтезированные сигналы будут отображены в окне. С синтезированными сигналами можно осуществлять те же операции, что и с обычными временными сигналами.

Для сохранения синтезированных сигналов в файле можно воспользоваться командой "*Экспорт в COMTRADE*" (см. п. 9.2.1.8). Также можно отобразить сигналы в табличной форме, воспользовавшись соответствующей командой локального меню, со следующим сохранением в файле (см. п. 9.2.1.1.7).

9.2.1.6. Команда "Сохранить как (*.GRN)"

Эта команда позволяет записать выбранные сигналы во внутреннем формате с сохранением конфигурации отображения.

9.2.1.7. Команда "Загрузить (*.GRN)"

Эта команда позволяет загрузить предварительно записанные сигналы во внутреннем формате программы (см. п. 9.2.1.6). В этом формате сохраняются не только данные сигналов, но и конфигурация установленная на момент записи сигналов в файл.

9.2.1.8. Команда "Экспорт в COMTRADE"

Эта команда позволяет записать выбранные сигналы в файл в международном формате COMTRADE. Экспортироваться будут сигналы активного окна.

После активизации данной команды откроется диалоговое окно (рис. 9.28).

Параметры формата Comtrade

Общие параметры

Наименование:

Номер устройства:

Частота сети: Гц

Частота дискретизации: Гц

Дата/время в формате: mm/dd/yy, hh:mm:ss.ssssss

Записи:

Срабатывания:

Аналоговые сигналы

Преобразование сигнала: $Y = \text{int} ((X - B) / A)$, где X - входной сигнал; A, B - коэффициенты преобразования

№	Наименование	Фаза	Единицы	Компонент	Смещение (мкс)	A	B	Min	Max
1	Ua220CШ2, кВ				0.00	0.00100000	0.00000000	0	0
2	Ub220CШ2, кВ				0.00	0.00100000	0.00000000	0	0
3	Uc220CШ2, кВ				0.00	0.00100000	0.00000000	0	0
4	Ia208A, кА				0.00	0.00100000	0.00000000	0	0
5	Ib208A, кА				0.00	0.00100000	0.00000000	0	0
6	Ic208A, кА				0.00	0.00100000	0.00000000	0	0
7	3UcCШ220, кВ				0.00	0.00100000	0.00000000	0	0

Дискретные сигналы

№	Наименование	Положение

Ok Отменить

Рис. 9.28. Параметры формата COMTRADE

В этом окне в групповом поле "Общие параметры" задается следующая информация: наименование цифrogramмы; номер устройства; номинальная частота сети; частота дискретизации, которая определяется как произведение номинальной частоты на количество точек дискретизации на период номинальной частоты. Следует помнить, что все аналоговые сигналы будут записаны в файл с заданной частотой дискретизации. Если дискретизация аналогового сигнала не совпадает с заданной - осуществляется интерполяция этого сигнала.

В групповом поле "Дата/время" задается дата и время начала записи цифrogramмы устройством и время срабатывания устройства. Если цифrogramма не получена из устройства, то эту информацию можно не задавать.

В групповом поле "Аналоговые сигналы" в табличной форме задается информация по каждому сигналу: наименование; наименование фазы; единицы измерения; компонент; смещение по времени, в мксек; коэффициенты преобразования сигнала А и В; минимальный и максимальный предел интервала значений выборки устройства. В формате COMTRADE координаты сигнала сохраняются как целые числа. Преобразование координат сигнала в формат COMTRADE осуществляется по выражению: $Y = \text{int}((X - B) / A)$, где Y – преобразованный сигнал; X – входной сигнал; A , B – коэффициенты преобразования. Коэффициенты преобразования подбираются таким образом, чтобы обеспечить нужную его точность. По умолчанию принято $A = 0,001$; $B = 0$.

В групповом поле "Дискретные сигналы" в табличной форме задается следующая информация: наименование сигнала и его начальное состояние (0 и 1).

9.2.1.9. Команда "Копирование в буфер обмена"

При необходимости использования сигналов цифrogramмы в других документах, например, технических отчетах, статьях, предусмотрена возможность копировать сигналы цифrogramмы в буфер обмена с последующим их считыванием в других системах, например, в системе Microsoft Word.

Для выполнения этой команды необходимо предварительно сформировать в окне нужные сигналы и активизировать команду "Копирование в буфер обмена" – информация запишется в буфер, откуда ее можно прочесть в другой программной среде, например, в Microsoft Word (рис. 9.29).

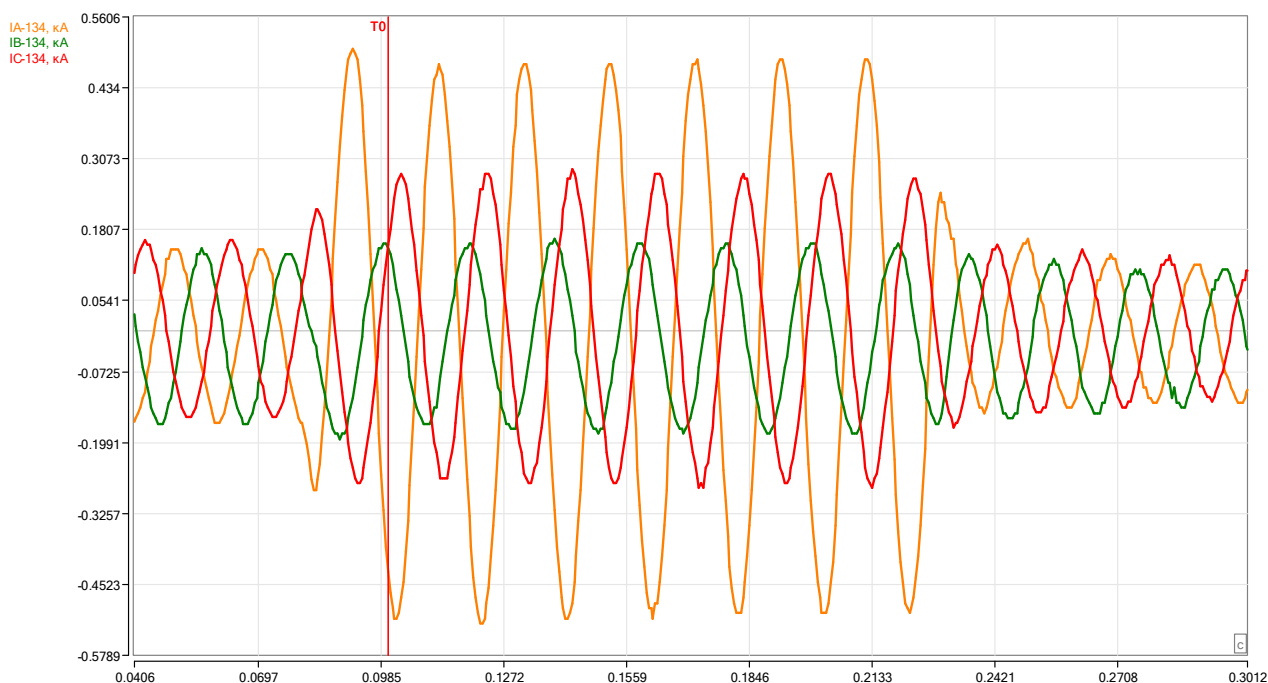


Рис. 9.29. Пример считывания информации из буфера обмена

Следует помнить, что в буфер обмена будет скопирована информация из активного окна.

9.2.1.10. Команда "Печать"

Эта команда предусмотрена для непосредственного вывода выбранных сигналов цифrogramмы на печать. Как и в предыдущем случае, на печать выводится лишь информация из активного окна.

9.2.1.11. Команда "Выход"

Для завершения сеанса работы с программой необходимо активизировать команду "Выход".

9.2.2. Меню "Отображение"

Данное меню содержит режимы отображения сигналов и команды по их масштабированию (рис. 9.30).

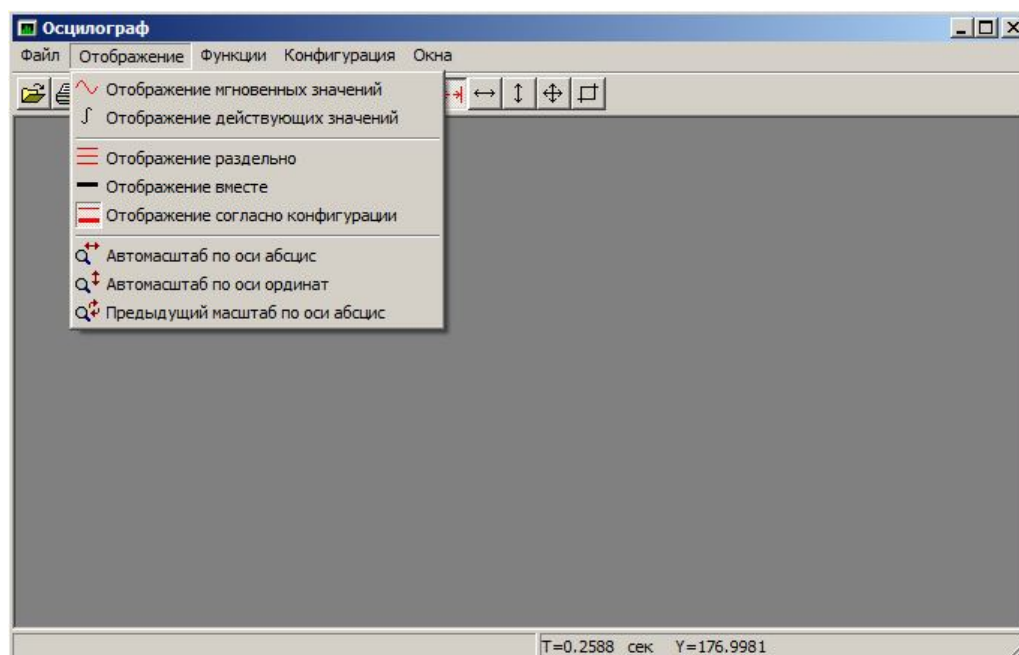


Рис. 9.30. Меню "Отображение"

Меню разделено на три группы. В первых двух группах задаются режимы отображения сигналов, а в третьей содержатся команды по масштабированию сигналов. Выбранный режим отображения выделен пиктограммой красного цвета.

После активизации режима "Отображение мгновенных значений"   в окнах будут отображаться мгновенные значения координат.

После активизации режима "Отображения действующих значений"  в окнах отобразятся действующие значения координат, рассчитанные по выражению

$$F = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T f^2(t) \cdot dt}, \quad (9.1)$$

где T – период промышленной частоты; f – мгновенное значение тока (напряжения) для момента времени t . Учитывая дискретный характер информации о мгновенных значениях токов и напряжений, рабочая формула расчета действующих значений токов и напряжений имеет вид

$$F \approx \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \sum_{k=1}^{N-1} ((f_{k+1} + f_k) / 2)^2 \cdot h}, \quad (9.2)$$

где f_{k+1} , f_k – значение координат режима (токов, напряжений) для $k+1$ и k точек дискретизации с условием, что на период промышленной частоты T имеется N выборок; h – шаг дискретизации по времени.

Режимы "Отображение раздельно" , "Отображение вместе" , "Отображение согласно конфигурации"  позволяют по-разному размещать сигналы цифрограммы в подокнах. После активизации режима "Отображение раздельно" все сигналы цифрограммы размещаются в отдельных подокнах. Режим "Отображение вместе" позволяет разместить все сигналы цифрограммы в одном подокне. Режим "Отображение согласно конфигурации" позволяет разместить сигналы цифрограммы согласно конфигурации, заданной пользователем. Эта конфигурация будет сохранена и может использоваться после повторной загрузки цифрограммы.

Активизация команды "Автомасштаб по оси X"  позволяет отобразить сигналы на полном временном диапазоне.

Активизация команды "Автомасштаб по оси Y"  позволяет оптимально использовать подокно отображения сигналов цифрограммы по оси Y.

Команда "Предыдущий масштаб"  позволяет возобновить предыдущий масштаб по оси X.

9.2.3. Меню "Функции"

Данное меню содержит список функций анализа сигналов цифрограммы (рис. 9.31).

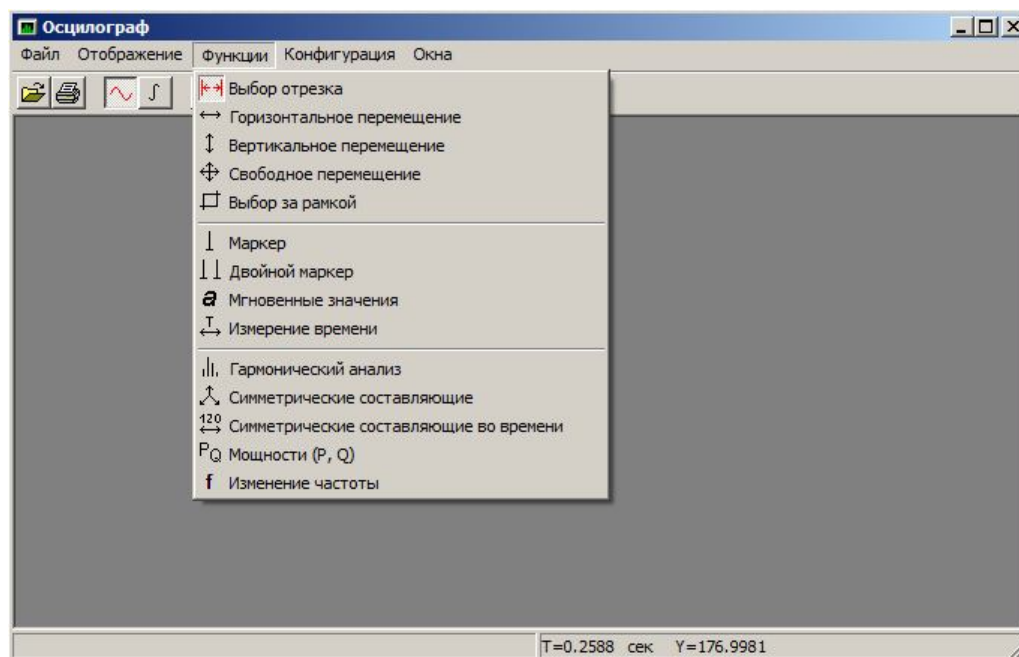


Рис. 9.31. Меню "Функции"

Следует обратить внимание на то, что после активизации соответствующей функции, в подокне с сигналами цифрограмм изменяется форма курсора "мыши" – каждой функции соответствует своя форма курсора.

9.2.3.1. Функция "Выбор отрезка"

Функция "Выбор отрезка"  предназначена для выделения фрагмента цифрограммы во времени.

Для временных сигналов после активизации данной функции необходимо курсор установить в точку соответствующую начальному времени выделения цифрограммы и нажать левую клавишу "мыши" – в окне появится вертикальная линия–маркер соответствующая начальному времени фиксации. Не отпуская левую клавишу "мыши" перемещаем курсор до конечного времени фиксации и отпускаем клавишу "мыши". В результате в подокне с сигналами цифрограммы отобразится лишь выделенная часть цифрограммы.

В нижней части окна расположен горизонтальный скроллинг позволяющий осуществлять изменение диапазона по времени отображения сигналов. Ползунок скроллинга указывает относительное положение и пропорции видимой части цифрограммы относительно полного ее диапазона.

Для изменения временного диапазона необходимо курсор подвести к краю ползунка скроллинга (справа или слева), при этом курсор "мыши" изменит свое изображение и нажать левую клавишу "мыши". Не отпуская клавишу "мыши", необходимо осуществить перемещение курсора вправо или влево. При этом будет осуществляться изменение

начального времени (курсор находится слева) или конечного времени (курсор находится справа) диапазона цифрограммы.

Если необходимо отобразить цифрограмму для всего диапазона времени, нужно в подокне с цифрограммой осуществить двойной щелчок – в окне отобразится цифрограмма в полном временном диапазоне. Это можно осуществить также, выполнив команду "Автомасштаб по оси X" . Выбор диапазона отображения можно также осуществлять с помощью диалогового окна вызываемого соответствующей командой локального меню (см. п. 9.2.1.1.4).

Для годографов выбор диапазона отображения по времени с помощью "мыши" осуществляется несколько иначе. Фиксация начального времени осуществляется непосредственно на кривой годографа. После фиксации начального времени на кривой годографа появится курсор в виде "крестика". Фиксация конечного времени осуществляется аналогично. После фиксации конечного времени отобразится выделенный фрагмент годографа.

9.2.3.2. Функция "Горизонтальное перемещение"

После выделения фрагмента цифрограммы, активизировав функцию "Горизонтальное перемещение" , можно осуществить просмотр всей цифрограммы на зафиксированном диапазоне времени. Для этого необходимо установить курсор в подокне с отображением сигналов цифрограммы и нажать левую клавишу "мыши". Перемещая курсор влево или вправо, можно просматривать цифрограмму на выделенном диапазоне времени. При этом будет осуществляться и перемещение ползунка горизонтального скроллинга. Перемещение сигналов цифрограммы заканчивается после отпуска левой клавиши "мыши".

Перемещение можно осуществлять и используя горизонтальный скроллинг.

9.2.3.3. Функция "Вертикальное перемещение"

Функция "Вертикальное перемещение"  позволяет осуществить перемещение сигналов цифрограммы в подокне по оси ординат. Для этого необходимо установить курсор в выбранном подокне и нажать левую клавишу "мыши". Не отпуская клавишу "мыши" можно перемещать сигналы цифрограммы вдоль оси ординат. Перемещение сигналов цифрограммы в подокне заканчивается после отпуска левой клавиши "мыши".

9.2.3.4. Функция "Произвольное перемещение"

Функция "Произвольное перемещение"  позволяет одновременно перемещать выбранный сигнал в подокне как по оси времени, так и по оси ординат. Механизм перемещения такой же как и для функций "Горизонтальное перемещение" и "Вертикальное перемещение".

9.2.3.5. Функция "Выбор по рамке"

Функция "*Выбор по рамке*" позволяет выделить в пределах подокна по рамке фрагмент цифrogramмы. После активизации данной функции необходимо подвести курсор к месту начала выделения фрагмента и нажать левую клавишу "мыши", не отпуская клавишу переместить курсор к конечному месту выделения фрагмента на цифrogramме и отпустить клавишу "мыши" – в окне отобразится выделенный фрагмент цифrogramмы.

9.2.3.6. Функция "Маркер"

С помощью функции "*Маркер*" **1** можно осуществлять просмотр мгновенных и действующих значений координат сигнала в фиксированные моменты времени и осуществлять их относительную оценку.

Предусмотрена возможность устанавливать любое количество маркеров. При этом один маркер является активным – относительно него осуществляется расчет относительного времени других маркеров.

После активизации данной функции для установления маркера необходимо подвести курсор к нужному месту в подокне с сигналами и нажать левую клавишу "мыши" – в подокнах появится вертикальная линия, которую можно перемещать по временной оси, не отпуская левую клавишу. Для фиксации маркера в нужном месте, необходимо отпустить левую клавишу. В месте фиксации появится маркер с надписью "*M_n*", где *n* – порядковый номер маркера (рис. 9.32).

Активный маркер будет отображен красным цветом.

В верхней части окна появится следующая информация: в первой строке выводится значение времени, где установлен маркер. Во второй строке выводится относительное время dt отображения маркера относительно активного маркера. В скобках отображается относительный сдвиг по фазе в градусах. Для активного маркера относительное время составляет 0 с. В других строках, которые расположены ниже этих двух строк, выводятся мгновенные значения всех сигналов цифrogramмы имеющихся в подокнах.

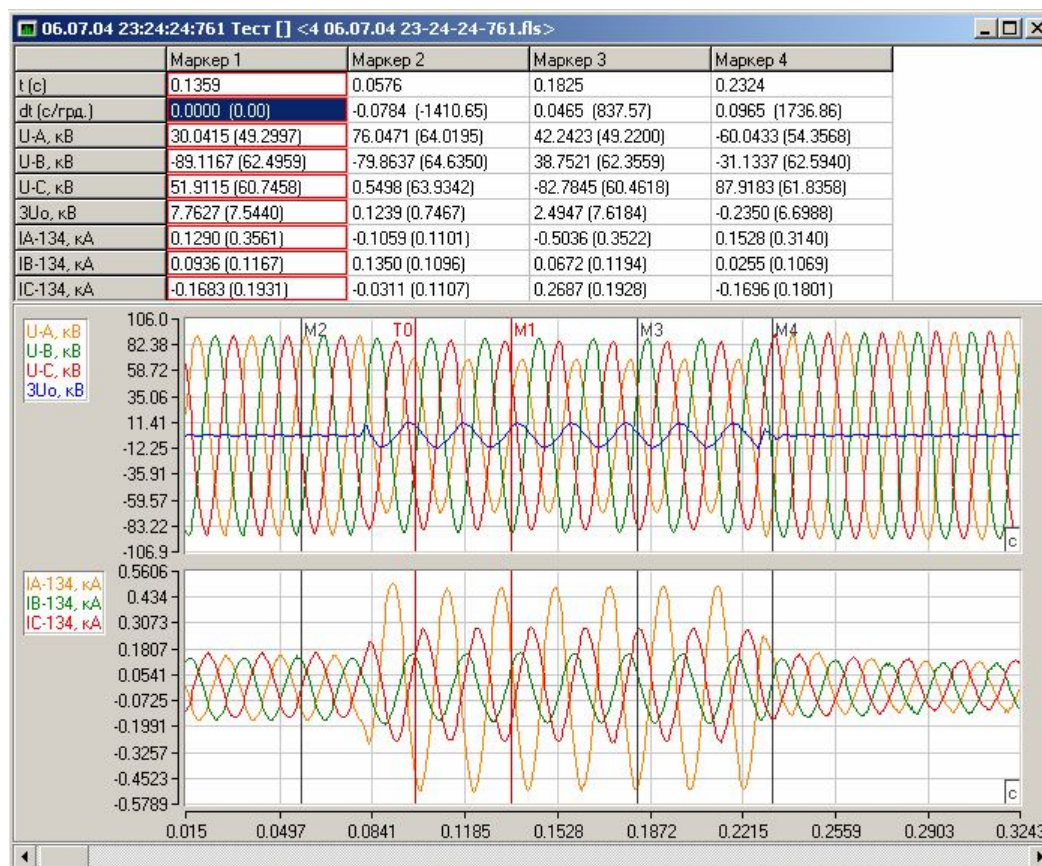


Рис. 9.32. Установка маркеров

Предусмотрена возможность перемещения уже установленных маркеров. Для этого необходимо подвести курсор к нужному маркеру (курсор изменит форму) и нажать левую клавишу "мыши". Не отпуская клавишу "мыши", необходимо осуществить перемещение маркера в нужное место и отпустить клавишу – маркер установится в новом месте. Во время перемещения маркера осуществится коррекция в информационном поле маркеров (см. рис. 9.32).

Также можно удалять маркеры, изменять активный маркер, изменять положение маркера, отображать мгновенные значения сигналов непосредственно возле маркера. Эти команды можно реализовать с помощью локального меню (рис. 9.33).

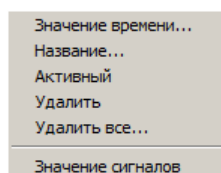


Рис. 9.33. Локальное меню маркера

Если активизировать команду меню "Значение времени", то появится диалоговое окно, в котором отображено время, где установлен маркер. Для изменения времени необходимо ввести нужную информацию в окне и нажать кнопку "Ok".

Если активизировать команду "*Активный*", то выбранный маркер станет активным – в подокнах он отобразится красным цветом и произойдет пересчет определенных величин относительно этого маркера всех других маркеров. Для активного маркера вся информация в информационном поле маркеров отображается в рамках красного цвета.

После активизации команды "*Удалить*" выделенный маркер исчезнет и осуществится перенумерация всех остальных маркеров. Если удалить активный маркер, то активным автоматически станет 1-й маркер. Если удалить все маркеры, исчезнет информационное поле маркеров.

После активизации команды "*Удалить все*" будут изъяты все маркеры и исчезнет информационное поле маркеров.

После активизации команды "*Значение сигналов*" возле маркеров в каждом подокне выведутся значения сигналов соответствующих моменту времени, для которого создан маркер.

9.2.3.7. Функция "Двойной маркер"

Для относительного анализа сигналов цифrogramм применяется функция "*Двойной маркер*" ¹¹. Двойной маркер формируется на основе двух маркеров.

После активизации данной функции необходимо курсор подвести к нужному месту на цифrogramме и нажать левую клавишу "мыши" – зафиксируется первый маркер. Не отпуская левую клавишу, необходимо переместить курсор к месту установления второго маркера. Второй маркер "фиксируется" после отпуска левой клавиши "мыши" (рис. 9.34).

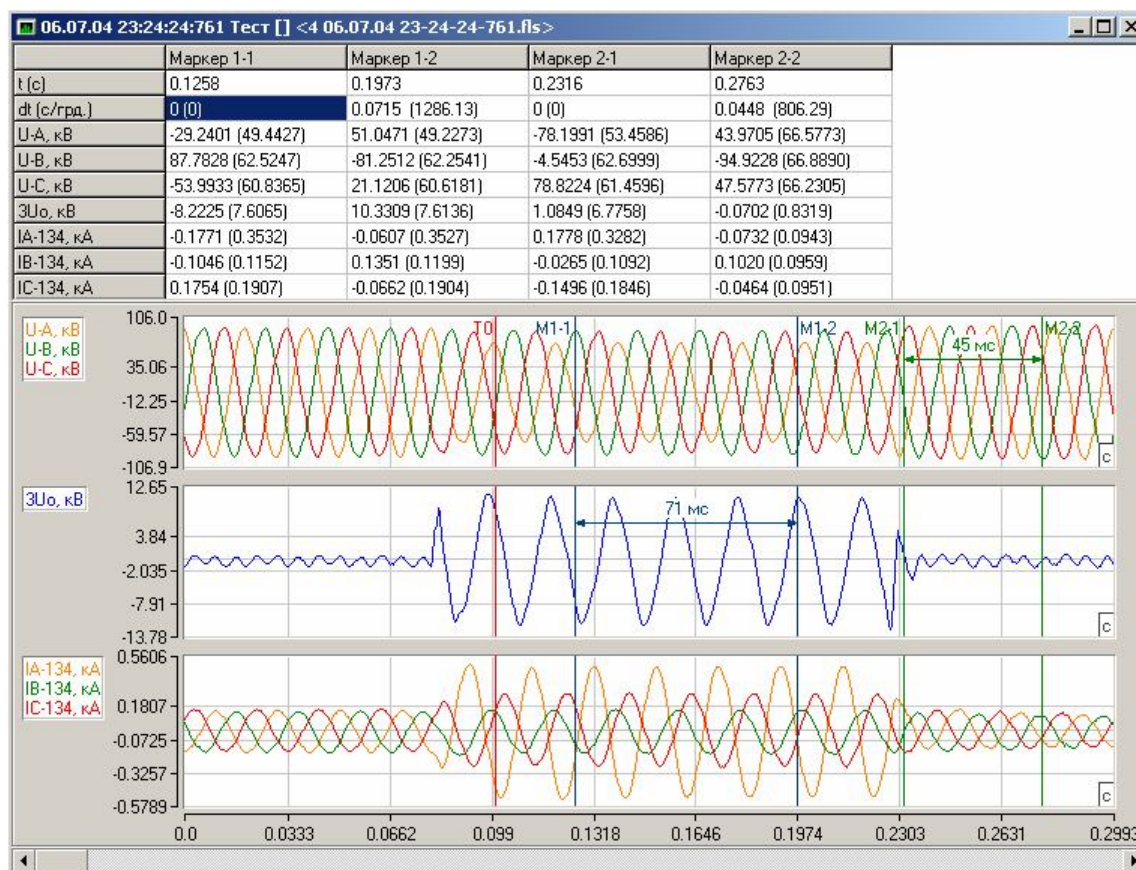


Рис. 9.34. Установка двойных маркеров

Названия двойных маркеров формируются следующим образом: $Mn-1$ и $Mn-2$, где n – номер двойного маркера. Между маркерами в подокне, в котором был зафиксирован первый маркер, после фиксации второго маркера появится размерная линия с отображением над ней интервала времени между двумя маркерами. Эту размерную линию можно перемещать вдоль оси ординат в подокне. Для этого курсор необходимо подвести к этой размерной линии и, когда он поменяет форму, нажать левую клавишу "мыши". "Захватив" размерную линию и, не отпуская клавишу, необходимо переместить ее в нужное место. После этого отпустить клавишу – размерная линия зафиксируется в заданном месте. В верхней части окна отображается информация о координатах сигналов, так же как и при выполнении функции "Маркеры".

Двойные маркеры отображаются разными цветами, согласно заданной палитры цветов в конфигурации.

Сформированные двойные маркеры можно редактировать, используя команды локального меню (рис. 9.35). Вызов локального меню осуществляется нажатием правой клавиши "мыши", когда курсор находится на одном из маркеров (форма курсора при этом изменится).

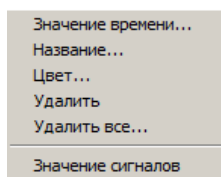


Рис. 9.35. Локальное меню двойного маркера

Эти команды выполняются аналогично, как и для маркера исключая команды "Цвет". С помощью этой команды можно изменять цвет двойного маркера.

9.2.3.8. Функция "Мгновенные значения"

Для просмотра мгновенных значений координат сигналов в любой момент времени применяется функция "Мгновенные значения" .

После активизации данной функции, в подокне с сигналами необходимо нажать левую клавишу "мыши" и удерживать ее – в левом верхнем или в правом верхнем углу подокна, зависимо от начального положения курсора, появится окно (рис. 9.36) "Мгновенные значения" и маркер в месте положения курсора. В левой части этого окна отображаются названия сигналов и их цвета, а в правой мгновенные значения этих сигналов для момента времени отображенного в поле "Время". Не отпуская левую клавишу "мыши" можно осуществлять перемещение по оси времени в подокне с сигналами. При этом в окне (см. рис. 9.36) будут отображаться мгновенные значения координат сигналов и время соответствующее положению маркера. Окно с мгновенными значениями исчезнет если отпустить левую клавишу "мыши".

Мгновенные значения		
Время (с): 0.2862		
Название	Значение	
 Ua, кВ	27.5922	
 Ub, кВ	116.8512	
 Uc, кВ	-134.6733	

Рис. 9.36. Мгновенные значения координат режима

9.2.3.9. Функция "Гармонический анализ"

Для определения гармонического состава сигналов применяется функция "Гармонический анализ" .

После активизации данной функции, в подокне отображения сигналов необходимо нажать левую клавишу "мыши" – появятся два маркера, которые выделяют фрагмент цифrogramмы соответствующий периоду промышленной частоты. Возле правого маркера выводится надпись "H" (рис. 9.37). Не отпуская клавишу "мыши" переместить эти маркеры в нужное место цифrogramмы и отпустить ее – осуществится гармонический анализ выделенного фрагмента, результаты которого выведутся в виде гистограмм в новом окне (рис. 9.38).

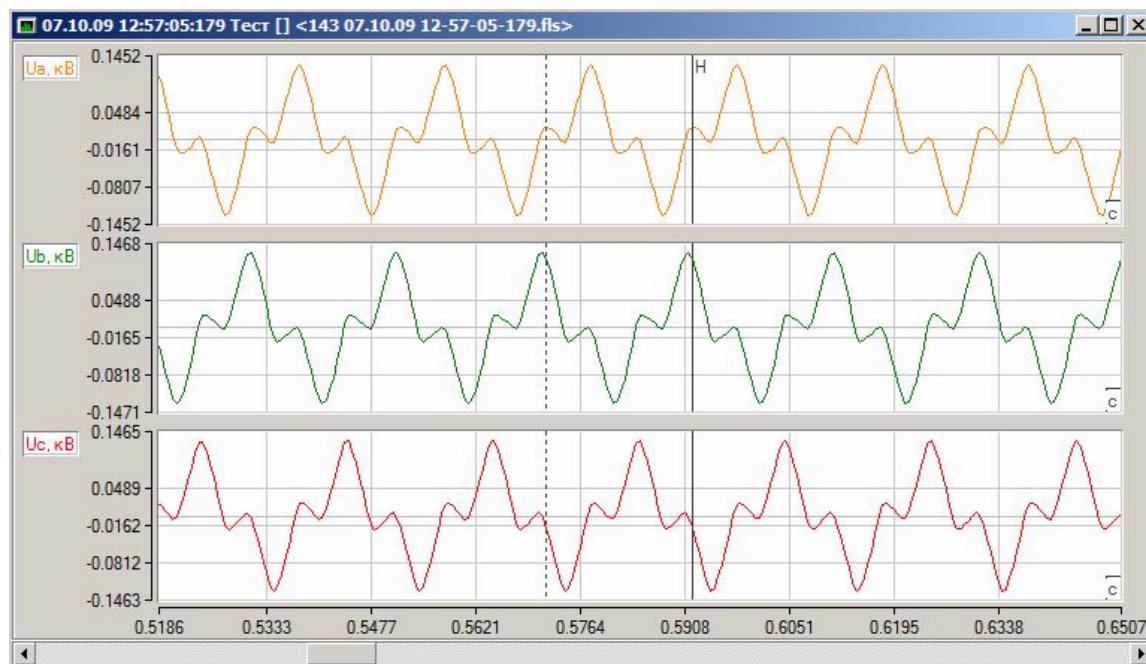


Рис. 9.37. Выделение фрагмента кривой для осуществления гармонического анализа



Рис. 9.38. Гармонический анализ цифrogramмы

В окне показан количественный и качественный гармонический анализ сигналов в том порядке, в котором они были размещены в подокнах (см. рис. 9.38), при этом цвет отображения отвечает цвету сигнала, для которого осуществлялся гармонический анализ. Над координатами гистограммы выводятся абсолютные и относительные значения отдельных гармоник, включая постоянную составляющую. Относительные значения

расчитываются относительно первой гармоники. Количество гармоник для анализа и частота основной гармоники задаются в конфигурации (см. п. 9.2.4).

Максимальное количество гармоник ограничивается и зависит от количества точек дискретизации на период промышленной частоты. Она определяется из выражения $N = k/3$, где k – количество точек дискретизации на период основной частоты.

Если необходимо выполнить анализ гармонического состава сигналов для другого временного диапазона, необходимо в подокне (см. рис. 9.37) установить курсор в нужном месте и нажать левую клавишу "мыши". Можно также динамически осуществлять гармонический анализ цифrogramмы. Для этого необходимо "захватить" "мышью" правый маркер и перемещать его по оси времени – динамически будет осуществляться расчет гармонического состава сигналов.

В случае, если закрыть окно с результатами гармонического анализа (см. рис. 9.38), в окне с сигналами (см. рис. 9.37) исчезнут маркеры. Если закрыть окно с сигналами, для которых осуществлялся гармонический анализ, то закроется окно с результатами гармонического анализа.

Над результатами гармонического анализа отображенными в окне (см. рис. 9.38) можно производить некоторые операции. Для этого необходимо вызывать локальное меню (рис. 9.39).

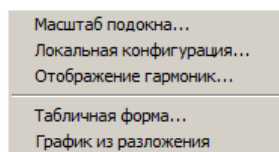


Рис. 9.39. Локальное меню окна гармонического анализа

Команды локального меню "Масштаб подокна" и "Локальная конфигурация" выполняются так же как для временных сигналов (см. 9.2.1.1.5, п. 9.2.1.1.6).

Команда "Отображение гармоник" позволяет изменить состав отображения гармоник в окне. После выбора данной команды откроется диалоговое окно (рис. 9.40) со списком гармоник, в котором необходимо инициализировать независимые переключатели нужных гармоник.

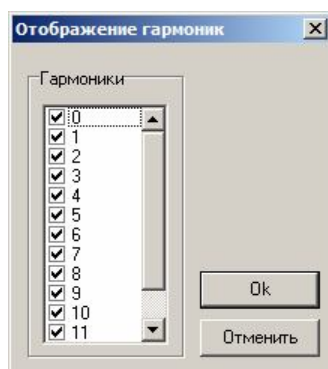


Рис. 9.40. Диалоговое окно "Отображение гармоник"

Команда "Табличная форма" предназначена для формирования информации о гармоническом анализе всех сигналов в табличной форме (рис. 9.41).

Табличная форма: Гармонический анализ: 07.10.09 ...

Наименование кривой: Ua, кВ
Диапазон анализа (сек): 0.5718 : 0.5918

№	Амплитуда	фаза (грд.)	%
0	-0.0001	0.0000	0.0948
1	0.0832	-12.4189	100.0000
2	0.0004	-46.9930	0.4668
3	0.0466	118.1452	56.0083
4	0.0003	96.0269	0.3478
5	0.0014	87.7321	1.7071
6	0.0002	69.3571	0.2028
7	0.0011	-47.1968	1.3569
8	0.0002	18.5357	0.2448
9	0.0032	-158.2546	3.7899
10	0.0001	82.1294	0.0785
11	0.0001	33.9936	0.0991
12	0.0000	75.6991	0.0485
13	0.0001	45.7000	0.1250

Наименование кривой: Ub, кВ
Диапазон анализа (сек): 0.5718 : 0.5918

№	Амплитуда	фаза (грд.)	%
0	-0.0002	0.0000	0.2530
1	0.0841	108.3516	100.0000
2	0.0002	-57.2574	0.2193

Рис. 9.41. Табличная форма гармонического анализа

С информацией, приведенной в табличной форме можно осуществлять ряд операций. Для этого необходимо вызывать локальное меню (рис. 9.42)

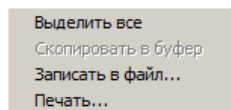


Рис. 9.42. Локальное меню табличной формы гармонического анализа

Информацию можно записать в файл, вывести на печать, скопировать в буфер выделенный фрагмент.

Для контроля гармонического анализа сигнала необходимо воспользоваться командой "График из разложения" (см. рис. 9.39). После активизации данной команды на экран дисплея выведется окно (рис. 9.43). В нем отобразится фрагмент сигнала, для которого осуществлен гармонический анализ и сигнал, полученный в результате синтеза из гармонических составляющих. При этом сигнал отобразится тем же цветом, что и в основном окне (см. рис. 9.37), а синтезированный сигнал отобразится черным или белым цветом зависимо от цвета фона.

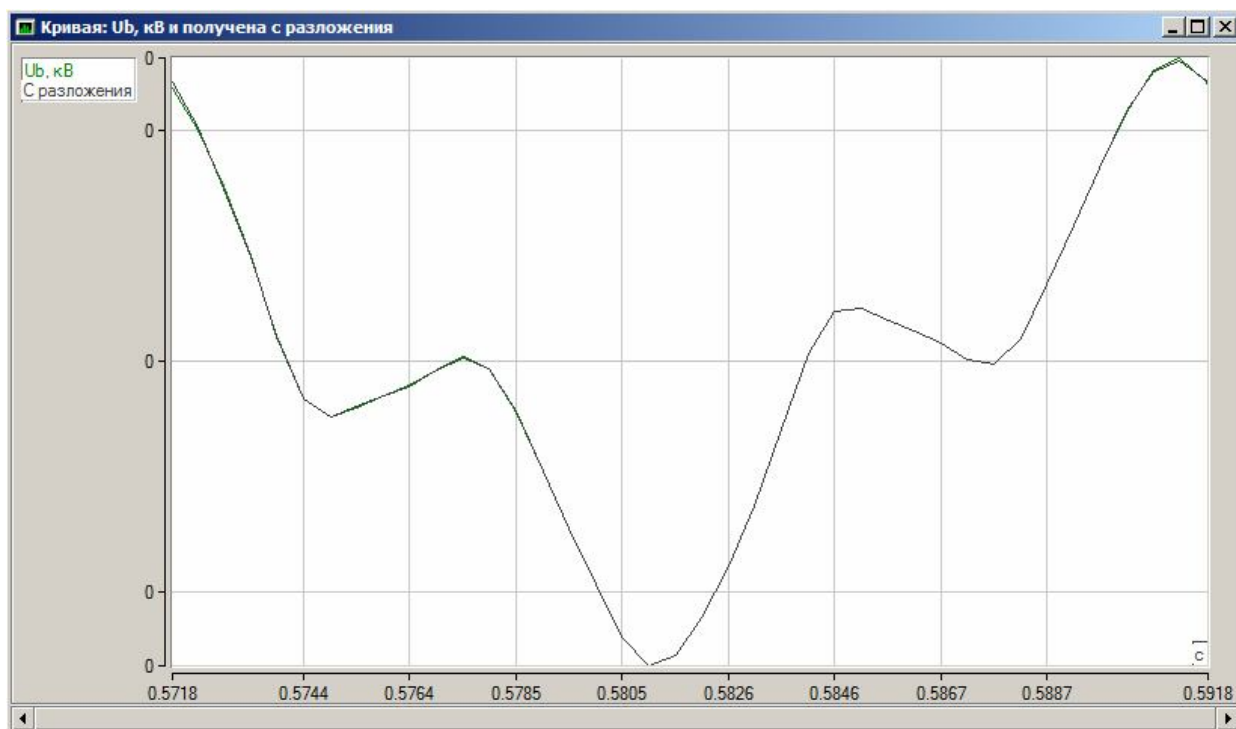


Рис. 9.43. Синтез кривой из гармонического анализа

9.2.3.10. Функция "Симметричные составляющие"

Эта функция предназначена для выделения симметричных составляющих прямой, обратной и нулевой последовательностей из трехфазных координат режима для заданного момента времени .

Для реализации данной функции в окно необходимо вывести 3 или 6 координат режима. При этом, они должны быть размещены в порядке – фаза А, фаза В, фаза С. Можно задавать разные комбинации токов и напряжений, например, три напряжения и три тока, три напряжения, три тока и тому подобное. Координаты цифрограммы можно располагать в разных подокнах.

В случае, когда в окне находится количество координат режима, отличающееся от 3 или 6, появится сообщение "Симметричные составляющие определяются для трех или шести координат!".

После активизации данной функции, в подокне отображения сигналов необходимо нажать левую клавишу "мыши" – появятся два маркера, которые выделяют фрагмент цифрограммы соответствующий периоду промышленной частоты. Возле правого маркера выводится надпись "V" (рис. 9.44). Не отпуская клавишу "мыши" необходимо переместить эти маркеры в нужное место цифрограммы и отпустить ее – осуществится разложение трехфазной системы координат режима на симметричные составляющие выделенного фрагмента, результаты которого выведутся в виде векторных диаграмм в новом окне (рис. 9.45).

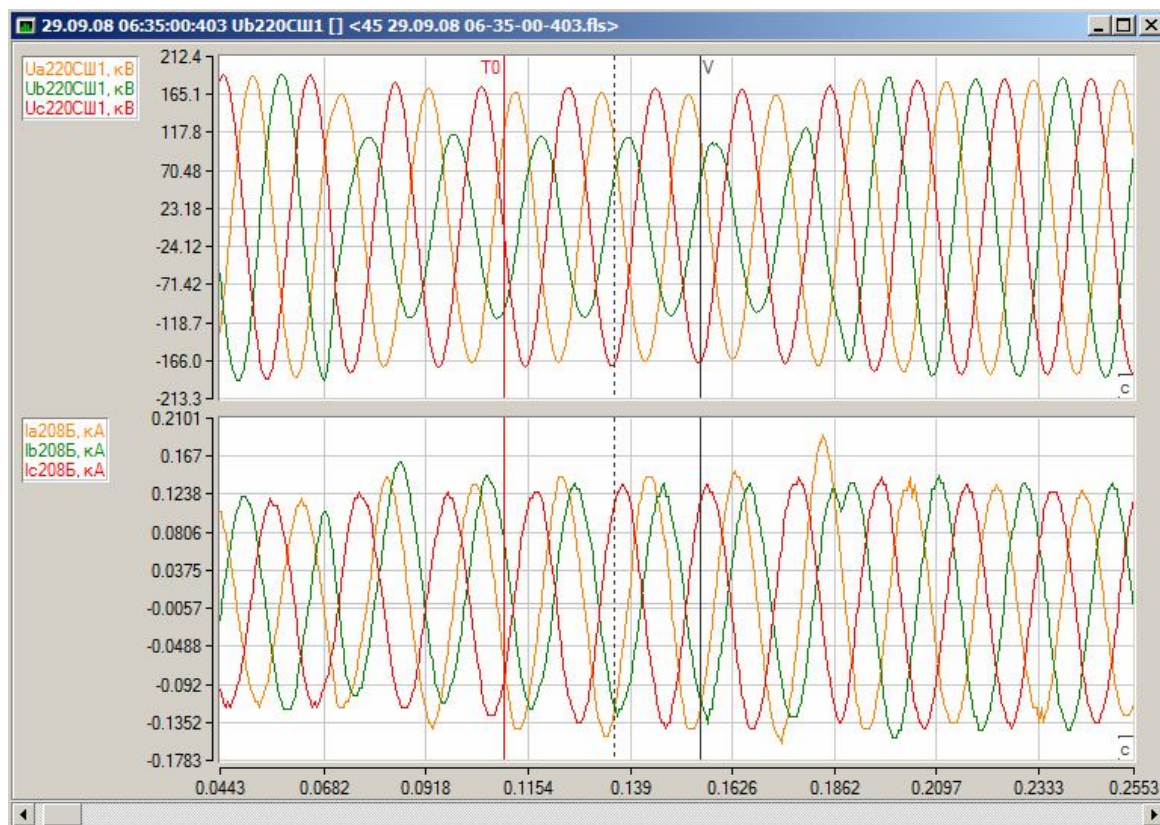


Рис. 9.44. Выделение фрагмента цифrogramмы для определения симметричных составляющих

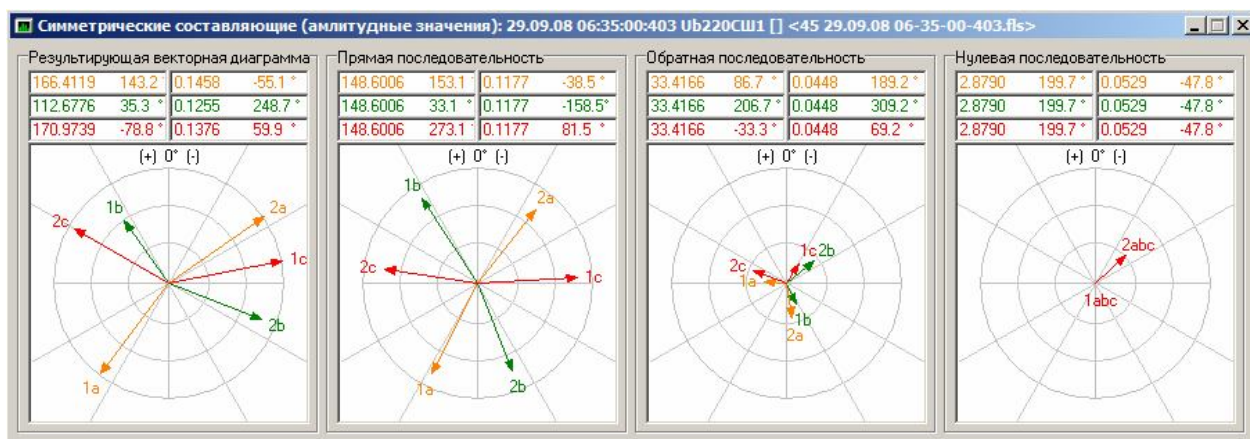


Рис. 9.45. Симметричные составляющие

Если необходимо выполнить разложение на симметричные составляющие для другого временного диапазона, необходимо в подокне установить курсор в нужном месте и нажать левую клавишу "мыши". Можно также динамически осуществлять разложение на симметричные составляющие. Для этого необходимо "захватить" "мышью" правый маркер и перемещать его по часовой оси – динамически будет осуществляться разложение на симметричные составляющие.

В случае, если закрыть окно с результатами разложения (см. рис. 45), в окне с сигналами (см. рис. 44) исчезнут маркеры. Если закрыть окно с сигналами, для которых осуществлялось разложение на симметричные составляющие, то закроется окно с результатами разложения.

Расчет симметричных составляющих осуществляется следующим образом.

Сначала определяются составляющие координаты основной частоты для каждой фазы. Для этого используется преобразование Фурье.

Ниже приводятся рабочие формулы расчета синусных и косинусных составляющих токов (напряжений), полученных на основе преобразования Фурье

$$\begin{aligned} F_{Js} &= -\frac{2}{T} \sum_{k=1}^N (f_J(k) \sin((k-1) \frac{2\pi}{N}) + f_J(k+1) \sin(k \frac{2\pi}{N})) / 2 \cdot h, \\ F_{Jc} &= \frac{2}{T} \sum_{k=1}^N (f_J(k) \cos((k-1) \frac{2\pi}{N}) + f_J(k+1) \cos(k \frac{2\pi}{N})) / 2 \cdot h, \end{aligned} \quad (9.3)$$

где $f_J(k)$, $f_J(k+1)$ – значение координат режима для каждой фазы (токов, напряжений) для k и $k+1$ точек дискретизации, где $J=A, B, C$; h – шаг дискретизации по времени; N – количество точек дискретизации на период промышленной частоты;

На основе синусных и косинусных составляющих, полученных для токов (напряжений) каждой фазы определяются симметричные составляющие токов и напряжений

$$F_{1s} = F_{As} - \frac{1}{2} \cdot (F_{Bs} + F_{Cs}) - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot (F_{Cc} - F_{Bc}), \quad (9.4)$$

$$F_{1c} = F_{Ac} - \frac{1}{2} \cdot (F_{Bc} + F_{Cc}) - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot (F_{Bs} - F_{Cs}),$$

$$F_1 = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{F_{1s}^2 + F_{1c}^2},$$

$$F_{2s} = F_{As} - \frac{1}{2} \cdot (F_{Bs} + F_{Cs}) - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot (F_{Bc} - F_{Cc}),$$

$$F_{2c} = F_{Ac} - \frac{1}{2} \cdot (F_{Bc} + F_{Cc}) - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot (F_{Cs} - F_{Bs}),$$

$$F_2 = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{F_{2s}^2 + F_{2c}^2},$$

$$F_{0s} = F_{As} + F_{Bs} + F_{Cs},$$

$$F_{0c} = F_{Ac} + F_{Bc} + F_{Cc},$$

$$F_0 = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{F_{0s}^2 + F_{0c}^2},$$

9.2.3.11. Функция "Симметричные составляющие во времени"

С помощью данной функции пользователь имеет возможность проследить, как изменяются во времени в течение выбранного временного диапазона, симметричные составляющие (прямая, обратная и нулевая) для напряжений и токов, а также изменение во времени результирующих сопротивлений (реактивных и активных) прямой, обратной и нулевой последовательностей.

Для реализации данной функции предварительно в окно необходимо вывести три фазных напряжения и три фазных тока в порядке чередования фаз – фаза А, фаза В, фаза С. Если в окне количество сигналов будет отличаться от 6, то появится сообщение "Симметричные составляющие определяются для 6 координат!".

После активизации данной функции в окне с координатами режима необходимо выделить диапазон во времени, в течение которого будет рассчитываться изменение симметричных составляющих во времени. Для этого необходимо подвести курсор к месту на цифrogramме соответствующему начальному времени анализа и нажать левую клавишу "мыши", – появится вертикальный маркер. Не отпуская клавишу "мыши", необходимо переместить курсор к второй нужной метке времени и отпустить левую клавишу "мыши" – зафиксируется второй маркер и на дисплей выведется окно (рис. 9.46).

Симметричные составляющие во времени

Определение U1, U2, U0, I1, I2, I0, R1, R2, R0, X1, X2, X0 для:

Ua: Ua220CШ1, кВ Ia: Ia208Б, кА

Ub: Ub220CШ1, кВ Ib: Ib208Б, кА

Uc: Uc220CШ1, кВ Ic: Ic208Б, кА

На диапазоне: 0.042495 сек Частота: 50.00 Гц

0.284192 сек Погрешность по току: 0.0500 % Imax

Продолжить? Да Нет

Рис. 9.46. Параметры анализа симметричных составляющих во времени

В полях отображения "Ua", "Ub", "Uc", "Ia", "Ib", "Ic" выводятся названия сигналов, которые должны отвечать соответствующим напряжениям и токам. Если такого соответствия нет, необходимо отменить анализ, нажав кнопку "Нет" и в окне отображения сигналов отредактировать их последовательность, например, разделив координаты по отдельным подокнам в соответствующей последовательности: Ua, Ub, Uc, Ia, Ib, Ic.

В полях редактирования "*На диапазоне*" можно изменить диапазон анализа. В поле "*Частота*" изменить частоту основной гармоники, которая по умолчанию задается в конфигурации. В поле редактирования "*Погрешность по току*" задается погрешность по току для того, чтобы не определять значения эквивалентных сопротивлений прямой, обратной и нулевой последовательностей для диапазонов времени, где отсутствует ток. Эта погрешность определяется экспериментальным путем. Выделяется сигнал изменения тока на временном отрезке, где его значения должны быть равны нулю (например, бестоковая пауза АПВ, выключение выключателя защитой и тому подобное), но остаётся некоторое значение тока за счет шумов. Определяется максимальное значение этого тока, увеличивается на 10 – 20% и задается в процентах от максимального значения. В этом случае расчет эквивалентных сопротивлений на временных интервалах, где ток меньше заданной погрешности, осуществляться не будет.

После необходимой коррекции в окне (см. рис. 9.46) необходимо нажать кнопку "Да" – выполнится расчет симметричных составляющих на заданном диапазоне времени и на экран дисплея выведется окно с результатами расчета (рис. 9.48). А в окне с исходными сигналами (рис. 9.47) будет изменен временной диапазон отображения, который будет соответствовать заданному (см. рис.9.46).

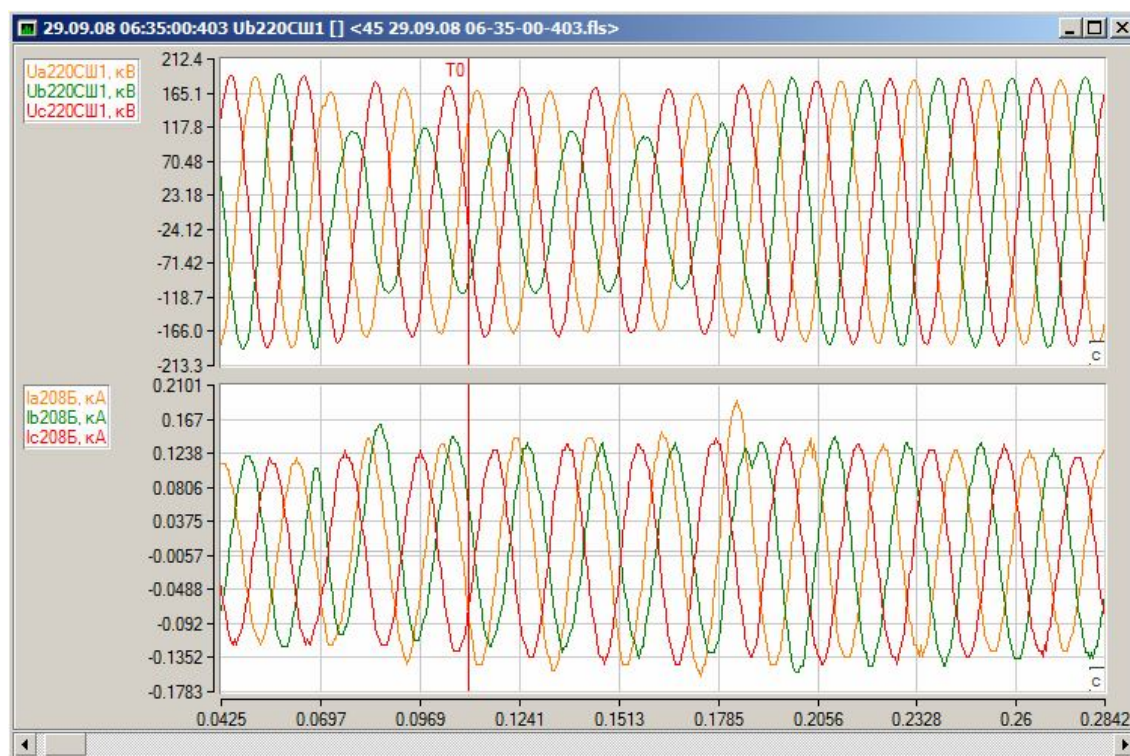


Рис. 9.47. Окно с исходными сигналами для анализа симметричных составляющих во времени

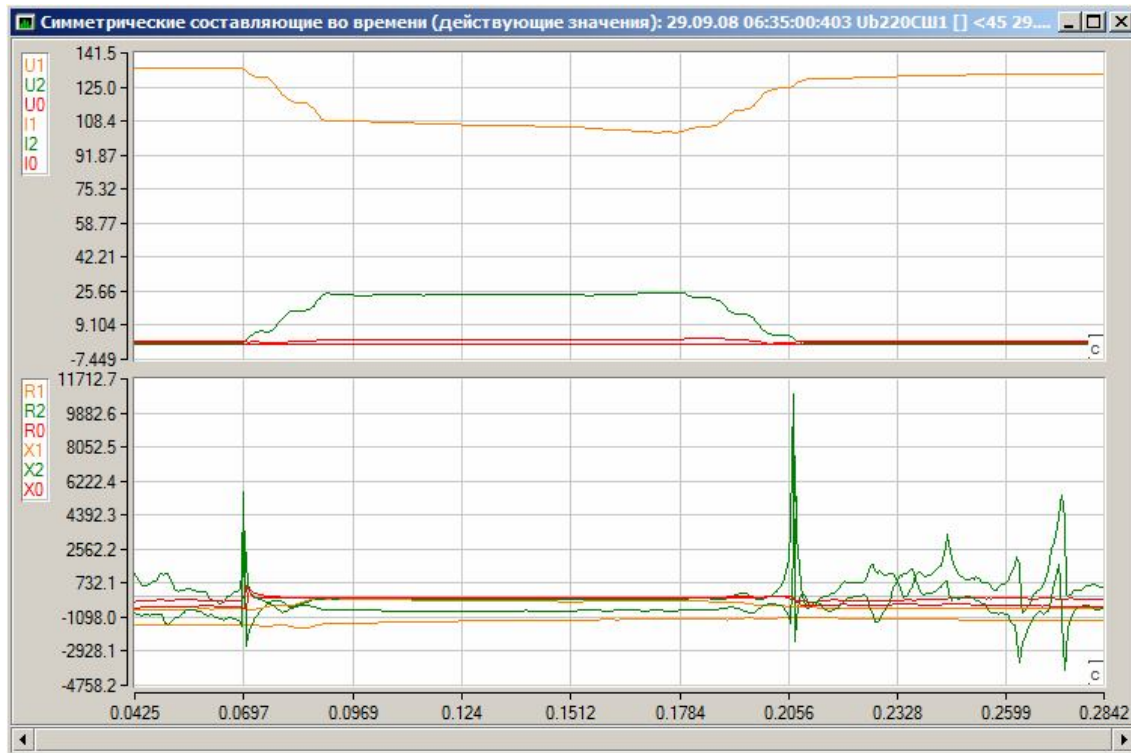


Рис. 9.48. Окно изменения симметричных составных координат режима и эквивалентных сопротивлений во времени

Расчет симметричных составных токов и напряжений для каждого момента времени осуществляется по выражениям (9.4).

Значения активных и реактивных эквивалентных сопротивлений прямой, обратной и нулевой последовательностей определяются на основе соотношений активной и реактивной мощностей для каждой симметричной составляющей

$$\begin{aligned} P_i &= I_i^2 \cdot R_i, \\ Q_i &= I_i^2 \cdot X_i, \end{aligned} \quad (9.5)$$

где I_i – значения тока для каждой последовательности, полученные из выражений (1), (2) $i=0,1,2$; R_i , X_i – эквивалентные активные и реактивные сопротивления для каждой последовательности, $i=0,1,2$.

Выразив значения активной и реактивной мощностей через синусные и косинусные составляющие напряжений и токов соответствующих симметричных составляющих, рассчитанных по (9.3), получаем формулы для расчета эквивалентных активных и реактивных сопротивлений симметричных составляющих

$$R_i = \frac{U_{iC} \cdot I_{iC} + U_{iS} \cdot I_{iS}}{I_{iC}^2 + I_{iS}^2}, \quad (9.6)$$

$$X_i = \frac{U_{iS} \cdot I_{iC} - U_{iC} \cdot I_{iS}}{I_{iC}^2 + I_{iS}^2}.$$

На основе значений этих сопротивлений и статистической информации о конкретных линиях электропередачи, эксплуатационный персонал может с достаточной точностью определить расстояние до места повреждения на линии.

9.2.3.12. Функция "Активная и реактивная мощность"

С помощью данной функции пользователь может проследить, как изменяются во времени в течение выбранного временного диапазона активная и реактивная мощности P, Q .

Данная функция реализуется аналогично функции "Симметричные составляющие во времени" (см. п. 9.2.3.11).

После реализации данной функции, полученные результаты отобразятся в новом окне (рис. 9.49).



Рис. 9.49. Изменение активной и реактивной мощностей во времени

Расчет активной и реактивной мощностей для i -го момента времени осуществляется на основе выражений:

$$\begin{aligned} P_i &= U_{iC} \cdot I_{iC} + U_{iS} \cdot I_{iS}, \\ Q_i &= U_{iS} \cdot I_{iC} - U_{iC} \cdot I_{iS}. \end{aligned} \quad (9.7)$$

9.2.4. Меню "Конфигурация"

Данное меню содержит команды для редактирования и сохранения конфигурации (рис. 9.50).

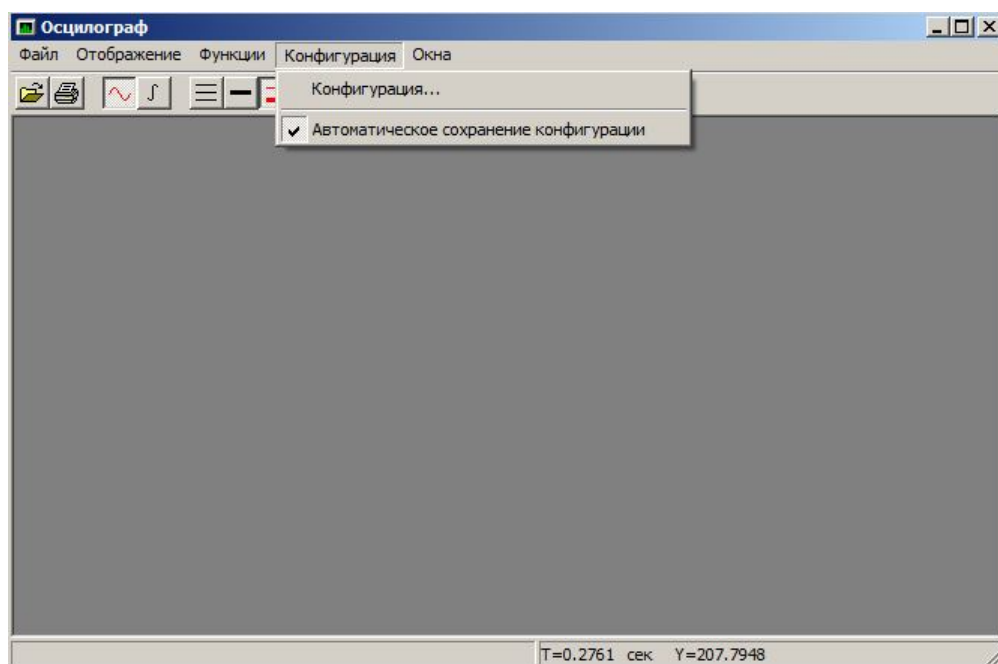


Рис. 9.50. Меню "Конфигурация"

С помощью данного меню задаются общие параметры графики и некоторые константы для работы программы. Это характеристики осей абсцисс и ординат (масштаб, тип отображения, тип линий, установка делений, погрешность АЦП, палитра цветов и тому подобное). Изменения в общей конфигурации будут пригодны для работы с новыми отображениями цифrogramм, то есть не будут влиять на цифrogramмы сформированные до этих изменений.

9.2.4.1. Команда "Конфигурация"

После активизации команды "Конфигурация" на экране монитора откроется диалоговое окно (рис. 9.51). Это окно содержит несколько страниц с параметрами конфигурации.

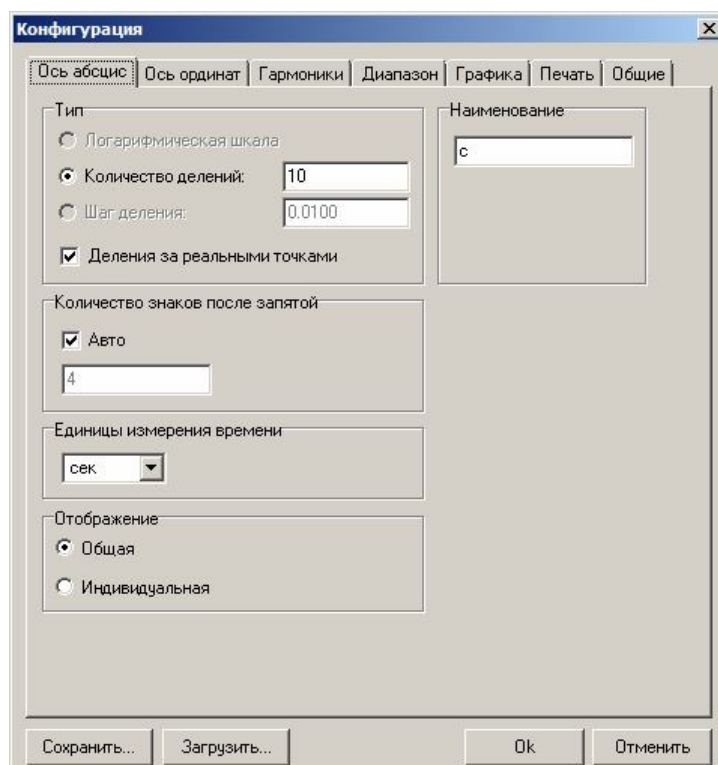


Рис. 9.51. Конфигурация

Страница "Ось абсцисс"

Для изменения конфигурации по оси абсцисс необходимо в окне "Конфигурация" перейти на страницу "Ось абсцисс" (см. рис. 9.51).

В групповом поле "Тип" можно задавать следующий способ отображения делений оси абсцисс:

- логарифмическая шкала. В этом режиме по оси абсцисс деления задаются кратными 10 (100, 10, 1, 0.1 и тому подобное);
- количество делений. В этом режиме в поле редактирования задается количество делений по оси абсцисс;
- шаг деления. В этом режиме в поле редактирования задается шаг деления.

Кроме того, предусмотрена возможность задавать деления по реальным точкам, которые записаны в файле цифrogramмы, – независимый переключатель "**Деления по реальным точкам**". При активизации этого переключателя режимы "Логарифмическая шкала" и "Шаг деления" недоступны.

В групповом поле "Количество знаков после запятой" в поле редактирования можно задавать количество знаков после запятой для отображения значения деления (переключатель "Авто" при этом должен быть не отмечен). В случае активизации переключателя "Авто" зависимо от порядка значения деления, автоматически определяется количество знаков после запятой.

В групповом поле "*Название*" при необходимости можно задавать название оси абсцисс, которое будет отображено в нижнем правом углу подокна.

В групповом поле "*Единицы измерения времени*" в комбинированном поле предусмотрена возможность задавать шкалу по оси абсцисс в секундах или миллисекундах.

В групповом поле "*Отображение*" можно задавать режим отображения разметки осей. Эта функция актуальна для вывода сигналов в отдельные подокна отображения. Если выбрать режим "*Общая*", то разметка оси абсцисс будет общей для всех подокон отображения. Если выбрать режим "*Индивидуальная*", то разметка осей будет в каждом подокне отображения.

Страница "Ось ординат"

Для изменения конфигурации по оси ординат необходимо в окне "*Конфигурация*" перейти на страницу "*Ось ординат*" (рис. 9.52).

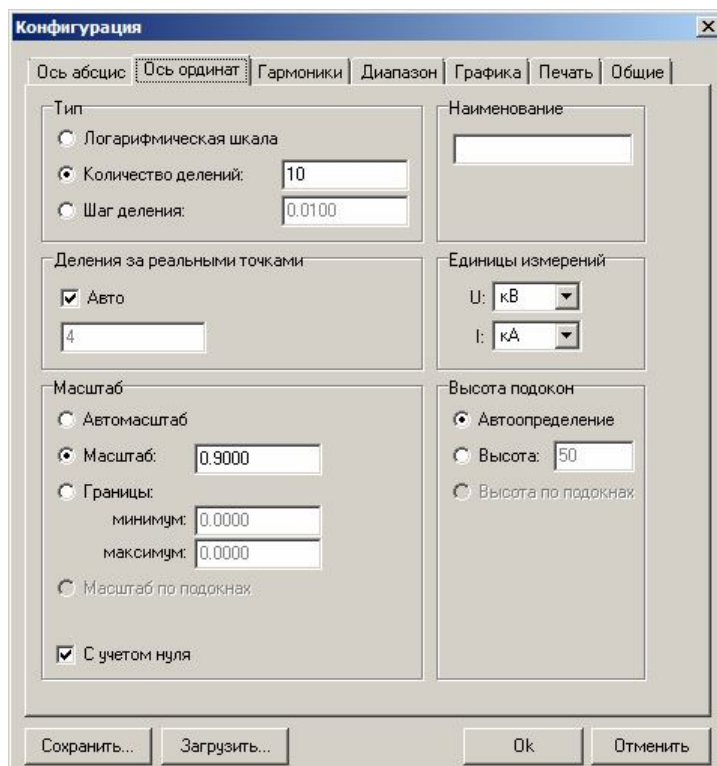


Рис. 9.52. Ось ординат

Как и при изменении конфигурации по оси абсцисс, предусмотрена возможность осуществлять изменение типа разметки оси – задавать логарифмическую шкалу, задавать количество делений по оси, задавать шаг.

Предусмотрена возможность задавать количество знаков после запятой, а также название. Эти операции выполняются так же, как и для конфигурации по оси абсцисс.

В групповом поле "*Масштаб*" задается режим масштабирования сигналов по оси ординат. Предусмотрены следующие режимы:

- автомасштаб. Отображение сигналов автоматически масштабируется по высоте подокна отображения;
- масштаб. В соответствующем поле редактирования задается коэффициент масштабирования, по которому осуществляется масштабирование сигналов в подокне отображения;
- пределы. В полях редактирования задаются минимальный и максимальный пределы отображения сигналов.

Кроме того предусмотрен режим масштабирования *"С учетом нуля"*. Если соответствующий независимый переключатель активизирован, то отображение в окне будет осуществляться с учетом нуля.

Есть возможность задавать масштаб отдельно по подокнам. Это реализуется с помощью команды *"Масштаб подокна"*, которая описана в п. 9.2.1.1.5. В случае изменения масштаба в одном из подокон автоматически устанавливается режим *"Масштаб по подокнам"*.

В групповом поле *"Высота подокон"* задается высота подокон отображения сигналов в пикселах. Если задан режим *"Автоопределение"*, тогда высота каждого подокна определяется автоматически по размеру общего окна отображения и количества подокон. Если задан режим *"Высота"*, тогда высота задается вручную в поле редактирования. В этом случае на экран дисплея будут выводиться подокна заданной высоты. Если общая высота всех подокон значительная и они не помещаются на полный экран дисплея, то их можно просматривать с помощью вертикального скроллинга, который появится при этом в правой части окна. Если общая высота подокон меньше, чем высота общего окна, тогда фактическая высота будет больше заданной, она будет определяться зависимо от высоты общего окна и количества подокон.

Возможно задавать высоту отдельно по подокнам. Это реализуется с помощью команды *"Масштаб подокна"*, которая описана в п. п. 9.2.1.1.5. В случае изменения высоты в одном из подокон автоматически устанавливается режим *"Высота по подокнам"*.

Дополнительно (только для форматов ИМСКОЕ) предусмотрена возможность задавать единицы измерения аналоговых сигналов: для напряжения *кВ, В, мВ, дискреты АЦП*, для токов – *кА, А, мА, дискреты АЦП*.

Страница *"Гармоники"*

На странице *"Гармоники"* (рис. 9.53) можно задавать информацию для анализа гармоник координат режима. Предусмотрена возможность задавать количество гармоник разложения, основную частоту, относительно которой осуществляется разложение.

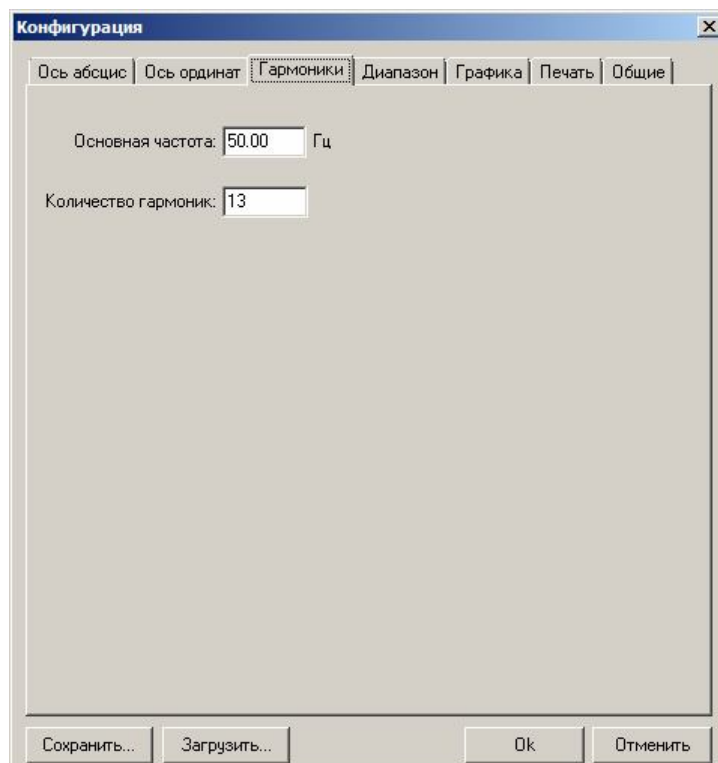


Рис. 9.53. Гармоники

Страница "Диапазон"

На этой странице (рис. 9.54) можно задавать диапазон по времени, в течение которого необходимо отображать сигналы, для годографов задавать количество точек с отображением времени, которые отобразятся в окне с изображением годографа и режим отображения этих точек.

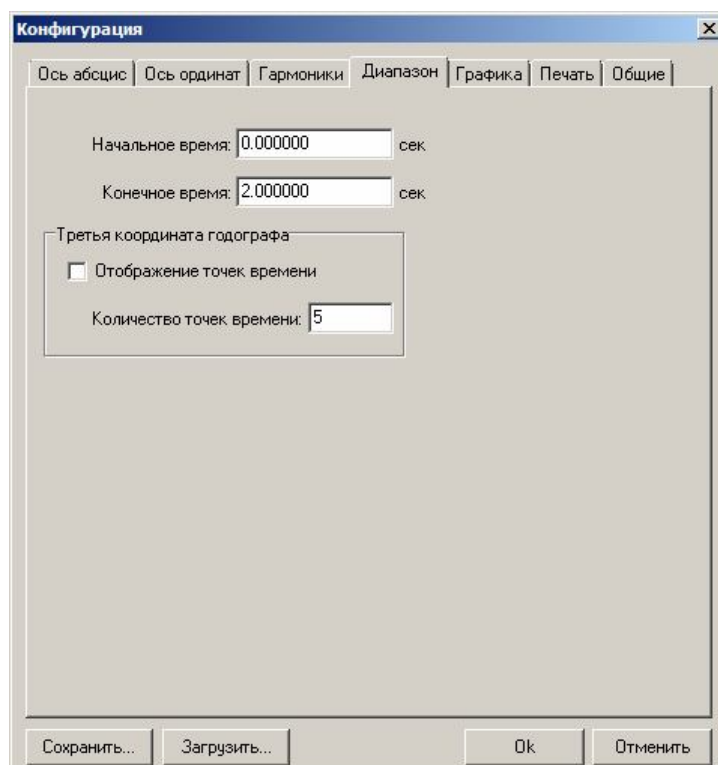


Рис. 9.54. Диапазон

Страница "Графика"

На этой странице (рис. 9.55) можно изменять цвет фона, цвет осей, надписей, цвет и типы линий отображения сетки, задавать режим отображения сетки (отображать или скрыть).

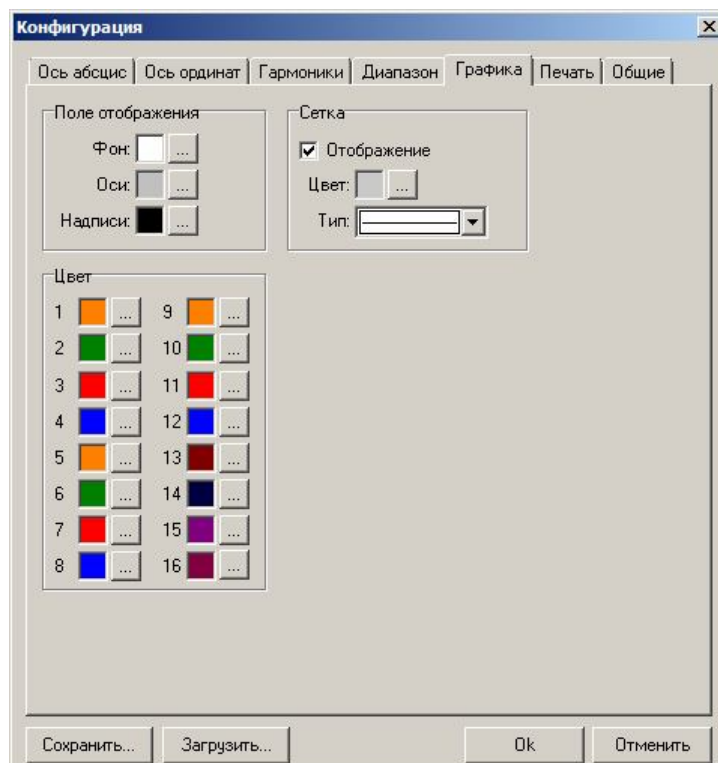


Рис. 9.55. Графика

Это можно осуществлять в групповых полях *"Поле отображения"*, *"Сетка"*.

Для изменения цветов фона, осей, надписей, сетки необходимо нажать соответствующую кнопку – на экране появится стандартное диалоговое окно с цветами, при помощи которого можно задавать желаемый цвет.

Для выбора типа линии необходимо воспользоваться комбинированным полем *"Тип"* из списка которого выбрать нужный тип линии сетки.

Для отображения или скрытия сетки в окнах отображения сигналов необходимо воспользоваться независимым переключателем **"Отображение"**.

В групповом поле *"Палитра цветов"* задаются цвета, которые будут по умолчанию установлены для сигналов в той самой последовательности. Если сигналов больше 16-и, то для следующих сигналов палитра будет повторяться.

Страница *"Печать"*

Для конфигурации печати необходимо перейти на страницу *"Печать"* (рис. 9.56).

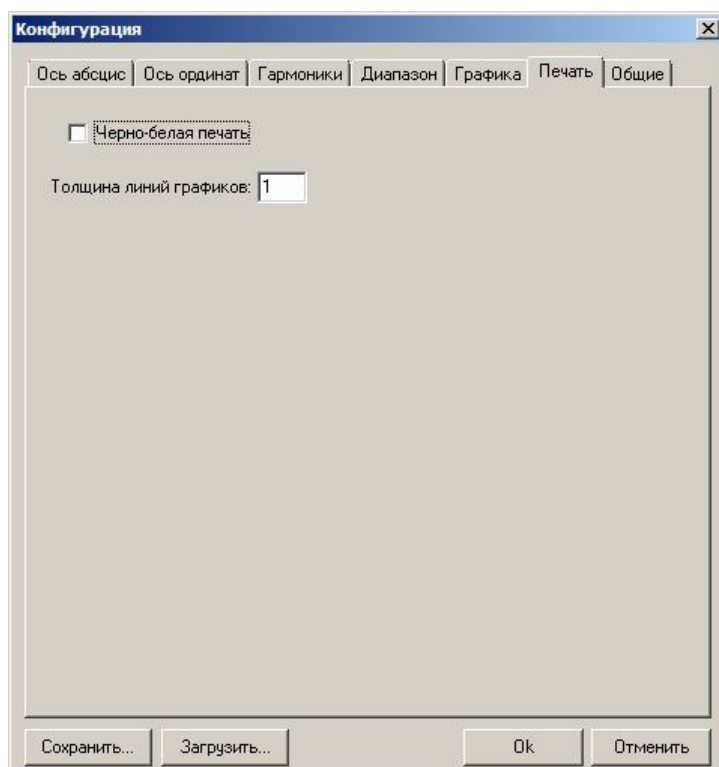


Рис. 9.56. Печать

На этой странице можно задавать режим черно-белой печати – активизировать независимый переключатель **"Черно-белая печать"** и изменять толщину линий отображения сигналов для печати. Для этого в поле редактирования *"Толщина линий сигналов"* необходимо указать нужную толщину.

Страница "Общие"

Вид страницы "Общие" приведен на рис. 9.57.

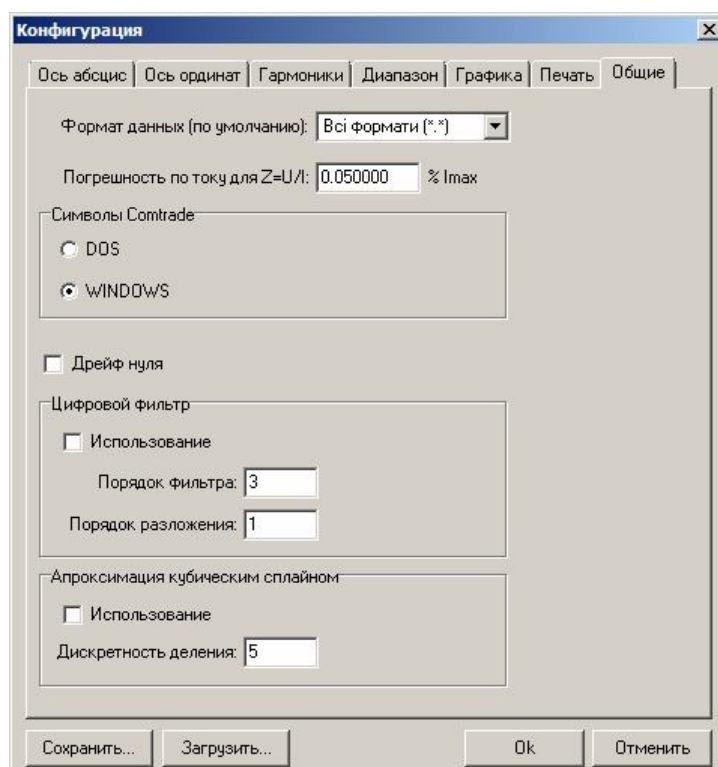


Рис. 9.57. Общие параметры

На этой странице конфигурации задаются общие параметры:

- формат данных, которые будут автоматически установлены в окне выбора цифrogramм;
- погрешность по току, которая используется при построении годографа сопротивления и определении симметричных составляющих во времени;
- таблица символов DOS или WINDOWS для корректного отображения кириллицы в цифrogramмах, записанных в формате COMTRADE;
- дрейф нуля. Некоторые цифровые устройства РЗА во время записи цифrogramм вносят погрешность – смещают координаты цифrogramмы относительно нуля (так называемый дрейф нуля). Включив данную опцию пользователь может ликвидировать этот недостаток. Но следует помнить, если выводятся сигналы с постоянной составляющей, то при активизированной данной опции, сигнал будет смещаться относительно нуля. Поэтому применять данную опцию нужно осторожно;
- цифровой фильтр для фильтрации записанных цифrogramм. За счет работы АЦП устройств РЗА, на которых осуществлялась запись цифrogramм, накладываются дополнительные шумы на реальные сигналы. Чтобы избавиться от этих шумов можно применять цифровые фильтры. В данной программе предусмотрена возможность осуществлять цифровую фильтрацию с помощью цифрового фильтра

на основе коротковолнового преобразования – фильтр Добеши. Как и в предыдущем случае использование этих фильтров требует особого внимания, потому что неправильное их использование (неправильный выбор порядка фильтра, порядка разложения) может привести не к улучшению результата, а наоборот, к еще большему искажению;

- аппроксимация цифрограмм кубическим сплайном.

В окне конфигурации предусмотрены функциональные кнопки: **"Сохранить"**, **"Загрузить"**.

Они применяются для создания библиотек конфигураций. Файлы библиотек имеют расширение *.LCG.

После внесения всех изменений в конфигурации для ее записи в библиотеку необходимо нажать кнопку **"Сохранить"**.

Считывание конфигурации из библиотеки осуществляется нажатием кнопки **"Загрузить"**.

9.2.4.2. Команда "Автоматическое сохранение конфигурации"

Если пользователь после внесения изменений в конфигурацию желает, чтобы созданная им конфигурация активизировалась автоматически после загрузки программы, необходимо активизировать опцию *"Автоматическое сохранение конфигурации"*. В этом случае во время выхода из программы конфигурация автоматически запишется в общий конфигурационный файл.

9.2.5. Меню "Окна"

С помощью команд этого меню можно осуществлять режим отображения окон с сигналами цифрограмм и другой информацией на экране дисплея (рис. 9.58).

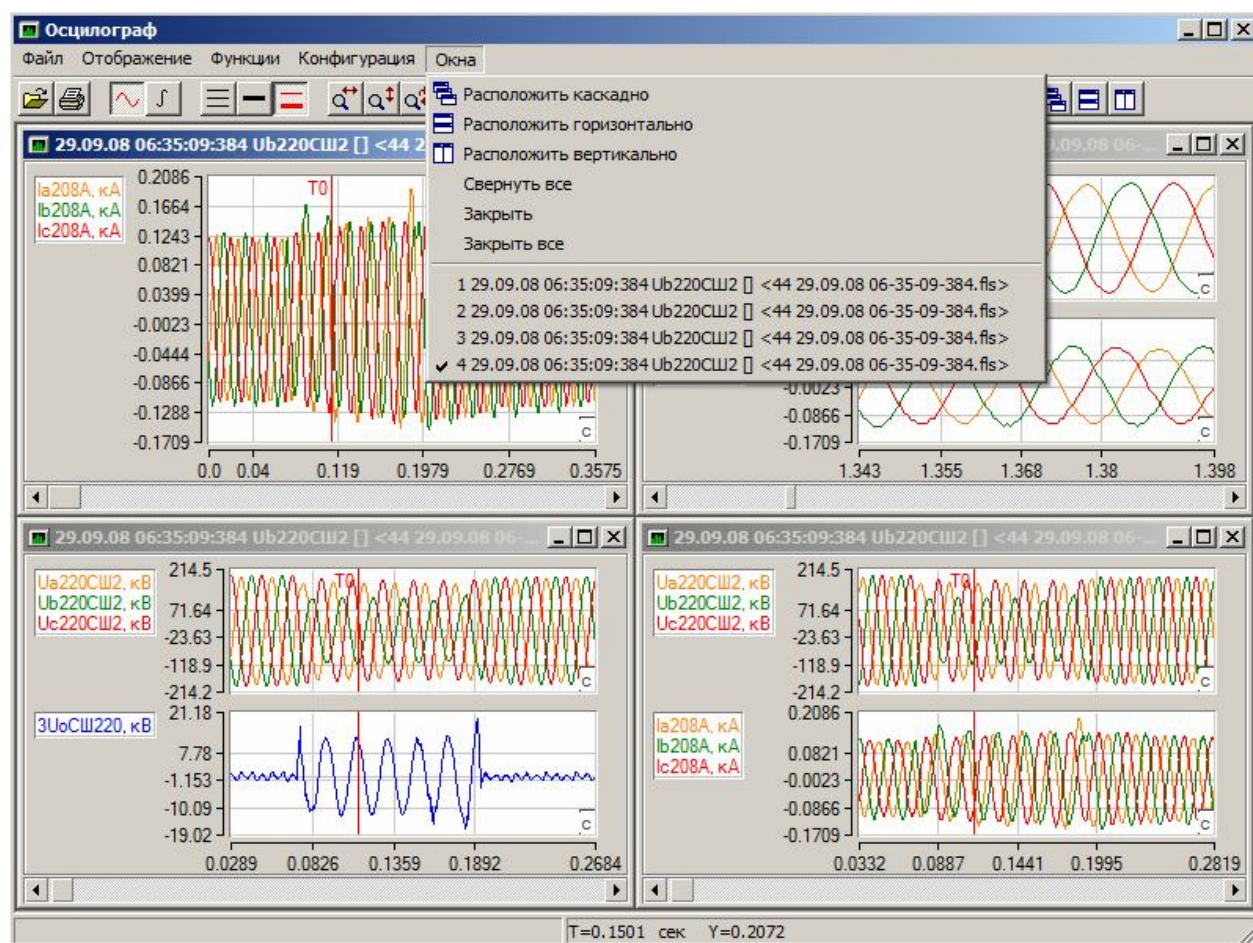


Рис. 9.58. Меню "Окна"

Это меню содержит следующие команды:

- "Расположить каскадно" ;
- "Расположить горизонтально" ;
- "Расположить вертикально" ;
- "Свернуть все";
- "Закреть";
- "Закреть все".

Ниже приводится список с названиями всех открытых окон. Активное окно отмечено "галочкой". Для активизации другого окна можно его выбрать из этого списка.

10. МОДУЛЬ "МРЗС-05М"

10.1. Общие положения

Модуль "МРЗС-05М" предназначен для автоматической проверки устройства микропроцессорной защиты, автоматики, контроля и управления присоединений 10 кВ, 6 кВ.

МРЗС – 05М. Автоматическая проверка осуществляется по заранее сформированным сценариям, в которых указываются параметры для проверки и ее этапы.

Запуск модуля "МРЗС-05М" осуществляется инициализацией команды "МРЗС-05М" меню "Модуль" (см. рис. 2.2).

10.2. Присоединение устройства МРЗС-05М для проверки

На рис. 10.1. приведена схема присоединения "УСТРОЙСТВА" с МРЗС-05М, с помощью которой осуществляется проверка последнего.

Подсоединение токовых цепей является неизменным для проведения проверки любого устройства МРЗС-05М независимо от его модификации.

Подсоединение цепей напряжения для подачи напряжения нулевой последовательности 3U0 от "УСТРОЙСТВА" может быть произвольным, но нужно указывать выбранные цепи напряжения на странице "Конфигурация" (см. п.10.3. Страница "Конфигурация").

Дискретные выходы и входы устройства МРЗС-05М, а также дискретные входы и выходы "УСТРОЙСТВА" можно выбирать произвольно, но при этом необходимо произвести соответствующее ранжирование. Ранжирование детально описано в п. 10.6. Страница "Бинарные сигналы".

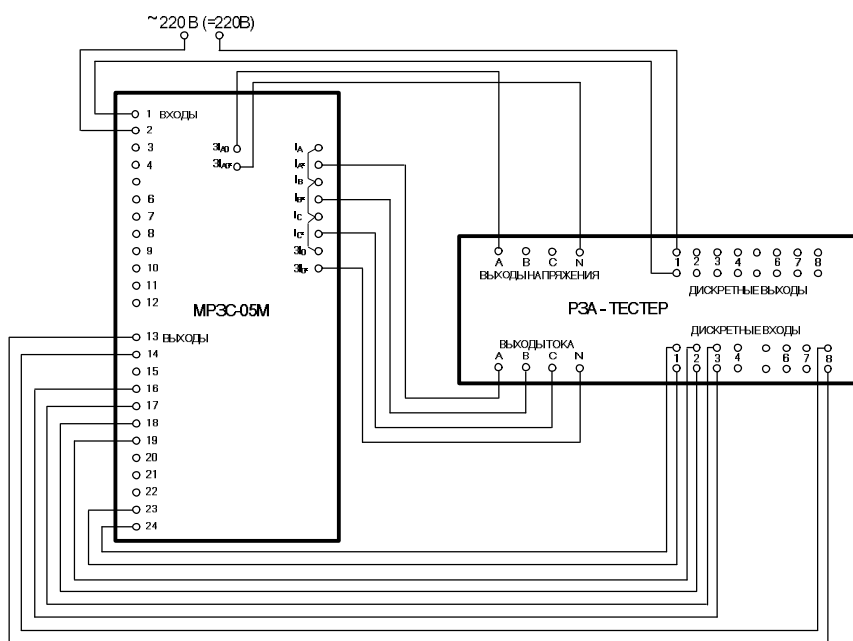


Рис. 10.1. Присоединение "УСТРОЙСТВА" к МРЗС-05М

10.3. Страница "Конфигурация"

После активизации модуля "MP3C-05M" на экране дисплея появится окно (рис. 10.2).

Рис. 10.2. Страница "Конфигурация"

На странице "Конфигурация" размещены групповые поля "Устройство", "Переменный ток", "Коэффициенты трансформации", "Режим работы токовых каналов", "Канал 3U0", "Порт обмена с MP3C".

В групповом поле "Устройство" в соответствующие текстовые поля вводится информация о станции (подстанции), на которой будет эксплуатироваться данное устройство MP3C-05M, присоединение, на котором оно будет размещено, само название устройства и фамилия проверяющего. Заполнение всех полей является необязательным. В этом случае в протоколе проверки в соответствующих местах текстовая информация отображаться не будет. На процесс проверки отсутствие информации в текстовых полях не влияет.

В этом же групповом поле в соответствующих полях также задается информация о серийном номере устройства, версия прошивки и номер устройства в сети (значение номера устройства в сети не может быть больше, чем 255). Поле "Версия прошивки" заполняется автоматически после присоединения устройства для проверки и корректироваться из ПК не может.

В групповом поле "*Переменный ток*" в соответствующих полях задаются значения номинальной частоты $f_{\text{ном}}$ (по умолчанию задается значение 50 Гц); номинальное задается значение 1 А).

В групповом поле "*Коэффициенты трансформации*" задаются значения коэффициентов трансформации трансформатора тока нулевой последовательности ТАН, трансформатора напряжения TV и линейного трансформатора тока ТА. По умолчанию во всех полях задается значение 1.

В групповом поле "*Режим работы токовых каналов*" задается возможный режим работы токовых цепей. Возможны следующие режимы работы токовых каналов: А-В-С, А-В, В-С, А значение линейного напряжения $U_{\text{ном.л}}$ (по умолчанию задается значение 100 В) или фазного $U_{\text{ном.ф}}$ (по умолчанию задается значение 57,74 В); максимальное значение напряжения, которое необходимо генерировать устройством по каналу напряжения (по умолчанию задается максимальное значение напряжения, которое может генерировать устройство, например, 125 В); максимальное значение тока (I_{max} по умолчанию задается значение, которое отвечает возможностям устройства, например, если устройство может генерировать максимальный ток 15 А, то в соответствующем поле будет отображено 15 А, если 20 А, то будет отображенное значение 20 А); номинальный ток $I_{\text{ном}}$ (по умолчанию - С, А-Н, В-Н, С-Н).

В групповом поле "*Канал $3U_0$* " задается канал, по которому будет формироваться напряжение, используемое для проверки направленной защиты нулевой последовательности от однофазных замыканий на землю. Возможны три режима работы каналов напряжения: А-Н, В-Н, С-Н. В каждом из этих режимов по выбранному каналу будет генерироваться напряжение, значение которого задается на странице "*Уставки устройства*". Выбранный канал необходимо подсоединить к зажимам $3U_0, 3U_0^*$ устройства МРЗС-05М, согласно рис. 10.1.

В групповом поле "*Порт обмена с МРЗС*" в соответствующих полях задается номер СОМ-порта, через который будет осуществляться связь с МРЗС и скорость обмена информации.

Необходимо помнить, что один из СОМ-портов используется для связи ПК с "УСТРОЙСТВОМ". Он не может быть задействован для связи с устройством МРЗС-05М. Если порт выбран неверно, то возле поля "*Номер*" красным цветом будет отображено сообщение "*Нет доступа к СОМ порту*".

В поле "*Скорость*" предусмотрена возможность задавать скорость обмена информации между ПК и МРЗС. Для данной модификации МРЗС-05М эта скорость является неизменной и составляет 9600 кбод.

10.4. Страница "Уставки устройства"

Общий вид страницы "*Уставки устройства*" приведен на рис. 10.3.

На этой странице в соответствующих полях задается информация о параметрах срабатывания защит и АПВ устройства. Кроме того с этой страницы осуществляется запись в устройство и считывание из него его конфигурации.

Всего предусмотрено три групповых поля – "МТЗ", "Защита от замыканий на землю" и "АПВ".

Рис. 10.3. Страница "Уставки устройства"

В групповом поле "МТЗ" задается информация о токовой защите от междуфазных к.з. С помощью независимого переключателя в верхнем левом углу предусмотрена возможность вводить или выводить из работы эту защиту.

В случае введения в работу МТЗ, отдельно с помощью своих независимых переключателей вводятся в работу каждая из двух ступеней защиты – МТЗ 1-й ступени, МТЗ 2-й ступени.

Для МТЗ 1-й ступени, которая может быть только независимой, в соответствующих полях "*I_{уст1}*", "*T_{уст1}*" задаются значение уставок по току и по времени.

Для 2-й ступени в поле "*Тип характеристики*" задается тип характеристики. Предусмотрена возможность задавать зависимую или независимую характеристику. В полях "*I_{уст2}*", "*T_{уст2}*" задаются значение уставок 2-й ступени по току и по времени.

В этом же групповом поле предусмотрена возможность вводить ускорение в работе 2-й ступени, а также делать ее ускоренной. Активизация этих режимов осуществляется с помощью соответствующих независимых переключателей. Кроме того, в соответствующих полях "*Т ввода*" и "*Т ускорения*" необходимо ввести время ввода ускорения и время ускорения.

В групповом поле "*Защита от замыканий на землю*" задается информация о защите от замыканий на землю. С помощью независимого переключателя предусмотрена возможность вводить или выводить из работы эту защиту. С помощью независимых переключателей можно ввести в работу следующие защиты: "*Направленную*", защиту по " $3U_0$ ", защиту по " $3I_0$ ". Взаимный ввод в работу отдельных защит не контролируется.

Для направленной защиты задается время срабатывания защиты и ее направление.

Для защиты по напряжению нулевой последовательности задаются уставки срабатывания по напряжению и по времени.

Для защиты по току нулевой последовательности задаются уставки срабатывания по току и по времени.

В групповом поле "*АПВ*" задается информация об АПВ.

С помощью соответствующего независимого переключателя предусмотрена возможность вводить или выводить из работы АПВ. С помощью независимых переключателей можно задавать пуск АПВ от 1-й или от 2-й ступени МТЗ.

В отдельных полях задаются значения времен работы АПВ – "*Т цикла АПВ*", "*Т блок. АПВ1*" и "*Т блок. АПВ2*".

На этой же странице предусмотрена возможность записи конфигурации в устройство и считывание конфигурации с устройства.

Для записи конфигурации в устройство МРЗС-05М необходимо нажать кнопку "*Записать в устройство*" – новая конфигурация будет записана в устройство МРЗС. Следует помнить, что запись информации будет осуществляться со страниц "*Конфигурация*", "*Уставки устройства*", "*Бинарные сигналы*".

Можно также осуществить считывание конфигурации с устройства МРЗС. Для этого необходимо нажать кнопку "*Загрузка с устройства*". Считанная информация отобразится на соответствующих страницах.

10.5. Страница "Погрешности"

Страница "*Погрешности*" приведена на рис. 10.4.

Рис. 10.4. Страница "Погрешности"

На этой странице задаются допустимые погрешности параметров устройства МРЗС-05М. В отдельных групповых полях задаются погрешности МТЗ, погрешности НЗЗ и в отдельном групповом поле допустимые значения коэффициентов возврата отдельных ступеней защит устройства.

С помощью независимого переключателя "Отображение погрешностей" можно инициализировать режим, по которому заданные погрешности будут отображаться во время проверки вместе с характеристиками.

Следует помнить, что заданные погрешности будут учитываться во время тестирования, независимо от того, будут ли они отображаться в поле отображения характеристики, или нет!

В групповом поле "Погрешности МТЗ" задаются погрешности максимальной токовой защиты. В соответствующих полях задаются относительная и абсолютная погрешности по току. Системой анализируются эти две погрешности и учитывается большее значение. Таким образом, если пользователю известно значение лишь относительной погрешности, то в поле, где задается значение абсолютной погрешности, можно ввести число "0" и наоборот. По умолчанию для токов и напряжений задаются относительные погрешности 10%, абсолютные погрешности задаются 0.

По времени для МТЗ задаются отдельные значения погрешностей для двух диапазонов: для диапазона от 0 до 5 секунд и диапазона более 5 секунд. По умолчанию относительные погрешности для времени задаются 0, а абсолютные – для диапазона времени до 5 с – 0,01 с, для диапазона более 5 с – 0,05 с.

Для направленной защиты от замыканий на землю в групповом поле "*Погрешности НЗЗ*" задаются отдельно погрешности для всех возможных вариантов этой защиты – защиты по " $3U_0$ ", защиты по " $3I_0$ " и защиты по углу.

В групповом поле "*Допустимые значения коэффициентов возврата*" в соответствующих полях задаются предельные значения коэффициентов возврата: для МТЗ (по умолчанию 0,94 – 0,99), для " $3U_0$ " (по умолчанию 0,9 – 0,99), для " $3I_0$ " (по умолчанию 0,9 – 0,99), а также для направленной защиты от замыканий на землю – минимальный угол возврата (по умолчанию 5°).

10.6. Страница "Бинарные сигналы"

На странице "*Бинарные сигналы*" задается информация о бинарных входных сигналах, бинарных выходных сигналах, определенных функциях, светодиодная индикация. Эта информация расположена на отдельных 4-х подстраницах.

10.6.1. Подстраница "Дискретные входы"

На первой подстранице размещена информация о дискретных входах (рис. 10.5).

MP3C-05M [111.mrz]

Закреть

Конфигурация | Уставки устройства | Погрешности | Бинарные сигналы | Сценарий | Проверка

Дискретные входы | Дискретные выходы | Светодиодная индикация | Определяемые функции

Характеристики дискретных входов

	ДВ 01	ДВ 02	ДВ 03	ДВ 04	ДВ 05	ДВ 06	ДВ 07	ДВ 08
Положение	—	—	—	—	—	—	—	—
Характер	=	=	=	=	=	=	=	=
Задержка	0 мс	10 мс	10 мс	10 мс	10 мс	10 мс	10 мс	10 мс

Функции дискретных входов

	ДВ 01	ДВ 02	ДВ 03	ДВ 04	ДВ 05	ДВ 06	ДВ 07	ДВ 08
Блок. ускор. МТЗ	+							
Блок. МТЗ 1	+							
Блок. МТЗ 2	+							
АЧР / ЧАПВ	+							
Блок. ЗЗ	+							
Опред. функция								
Блок. вкл. ВВ								
Сброс индикации								
Положение ВВ	+							

Ранжирование дискретных выходов тестера

	ДВ 01	ДВ 02	ДВ 03	ДВ 04	ДВ 05	ДВ 06	ДВ 07	ДВ 08
ДВывод тестера	1	2	3	4	5	6	7	8
ДВход тестера	1	2	3	4	5	6	7	8

Рис. 10.5. Страница "Дискретные входы"

На этой подстранице информация о дискретных входах задается в отдельных двух таблицах.

В первой таблице в первой строке задается информация о начальном состоянии – замкнутый или разомкнутый, во второй строке задается характер тока – постоянный или переменный, в третьей строке задается время задержки на срабатывание дискретного входа.

Во второй таблице ранжируются определенные функции защиты на конкретные дискретные входы. В столбцах задаются номера всех 8 (в некоторых модификациях 6) дискретных входов устройства МРЗС. В строках задаются все возможные функции, которые могут быть ранжированы на тот или другой дискретный вход.

В зависимости от конфигурации устройства МРЗС, которая осуществляется на странице "Уставки устройства" (см. рис. 10.3), некоторые сконфигурированные функции реализоваться устройством МРЗС не будут. В таблице соответствующие строки будут отображены светло серым цветом. Например, если на странице "Уставки устройства" не введена в работу МТЗ, то не может быть реализовано ее ускорение, блокирование 1-й и 2-й ступеней.

Ранжирование дискретных входов на рис. 10.5 должно отвечать схеме подсоединения "УСТРОЙСТВА"!

10.6.2. Подстраница "Дискретные выходы"

Общий вид подстраницы "Дискретные выходы" приведен на рис. 10.6.

Характеристики дискретных входов

	ДВ 01	ДВ 02	ДВ 03	ДВ 04	ДВ 05	ДВ 06	ДВ 07	ДВ 08
Положение	—	—	—	—	—	—	—	—
Характер	=	=	=	=	=	=	=	=
Задержка	0 мс	10 мс	10 мс	10 мс	10 мс	10 мс	10 мс	10 мс

Функции дискретных входов

	ДВ 01	ДВ 02	ДВ 03	ДВ 04	ДВ 05	ДВ 06	ДВ 07	ДВ 08
Блок. ускор. МТЗ	+							
Блок. МТЗ 1	+							
Блок. МТЗ 2	+							
АЧР / ЧАПВ	+							
Блок. ЗЗ	+							
Опред. функция								
Блок. вкл. ВВ								
Сброс индикации								
Положение ВВ	+							

Ранжирование дискретных выходов тестера

	ДВ 01	ДВ 02	ДВ 03	ДВ 04	ДВ 05	ДВ 06	ДВ 07	ДВ 08
ДВывод тестера	1	2	3	4	5	6	7	8
ДВход тестера	1	2	3	4	5	6	7	8

Рис. 10.6. Страница "Дискретные выходы"

На этой подстранице осуществляется ранжирование дискретных выходов. Ранжирование осуществляется с помощью двух таблиц. В таблице "Функции дискретных выходов" в столбцах задаются все 7 (в некоторых модификациях 5) дискретных выходов устройства МРЗС. В строках задаются все возможные функции, которые могут быть ранжированы на тот или другой дискретный выход.

В зависимости от конфигурации устройства МРЗС, которая осуществляется на странице "Уставки устройства" (см. рис. 10.3), некоторые сконфигурированные функции реализоваться устройством МРЗС не будут. В таблице соответствующие строки будут отображены светло серым цветом.

Для контроля "УСТРОЙСТВОМ" необходимо дискретные выходы устройства МРЗС-05М, ранжированные согласно таблицы "Функции дискретных входов", подсоединить к соответствующим дискретным входам "УСТРОЙСТВА". В таблице "Ранжирование дискретных входов тестера" задать соответствующие номера дискретных входов "УСТРОЙСТВА".

Ранжирование дискретных выходов устройства МРЗС-05М и ранжирование дискретных входов "УСТРОЙСТВА" должно отвечать схеме подсоединения согласно рис.10.1.

Выбор соответствующих номеров дискретных входов "УСТРОЙСТВА" осуществляется в соответствующем комбинированном поле.

Следует помнить, что ранжирование дискретных входов "УСТРОЙСТВА" в устройство МРЗС-05М не записывается!

В связи с ограниченным количеством дискретных выходов на устройстве МРЗС-05М (7 выходов) есть некоторые ограничения во время их ранжирования:

- на один и тот же дискретный выход нельзя ранжировать пусковой орган МТ31 (ПО МТ31) и пусковой орган МТ32 (ПО МТ32);
- срабатывания МТ31 и МТ32 должны быть ранжированы на один выход;
- срабатывание АПВ (Сраб.АПВ) должно ранжироваться на отдельный дискретный выход, на который не ранжируется ни один другой орган.

10.6.3. Подстраница "Светодиодная индикация"

Общий вид подстраницы "Светодиодная индикация" приведен на рис. 10.7.

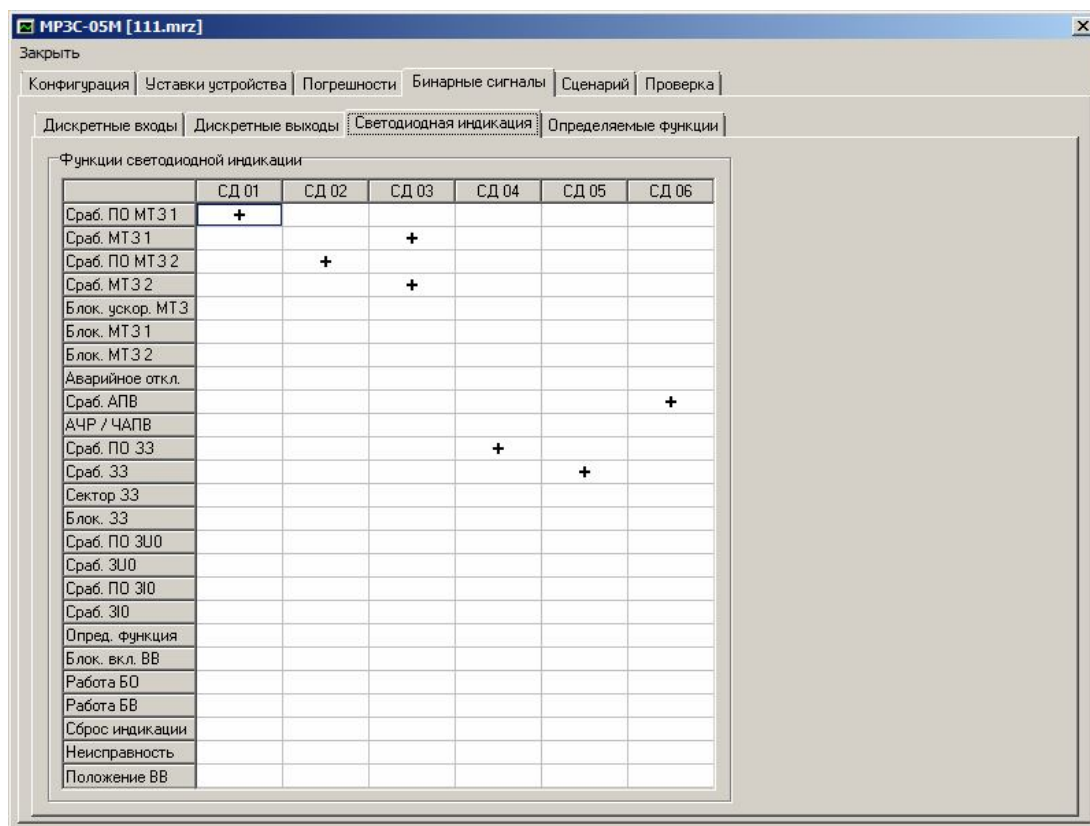


Рис. 10.7. Страница "Световая индикация"

На этой подстранице осуществляется ранжирование светодиодной индикации. В таблице "Функции светодиодной индикации" в столбцах задаются все 6 светодиодов. В строках задаются все возможные функции, на которые может быть ранжирован тот или другой светодиод.

Зависимо от конфигурации устройства МРЗС, которая осуществляется на странице "Уставки устройства" (см. рис. 10.3), некоторые сконфигурированные функции реализоваться устройством МРЗС не будут.

10.6.4. Подстраница "Определяемые функции"

Общий вид подстраницы "Определяемые функции" приведен на рис. 10.8.

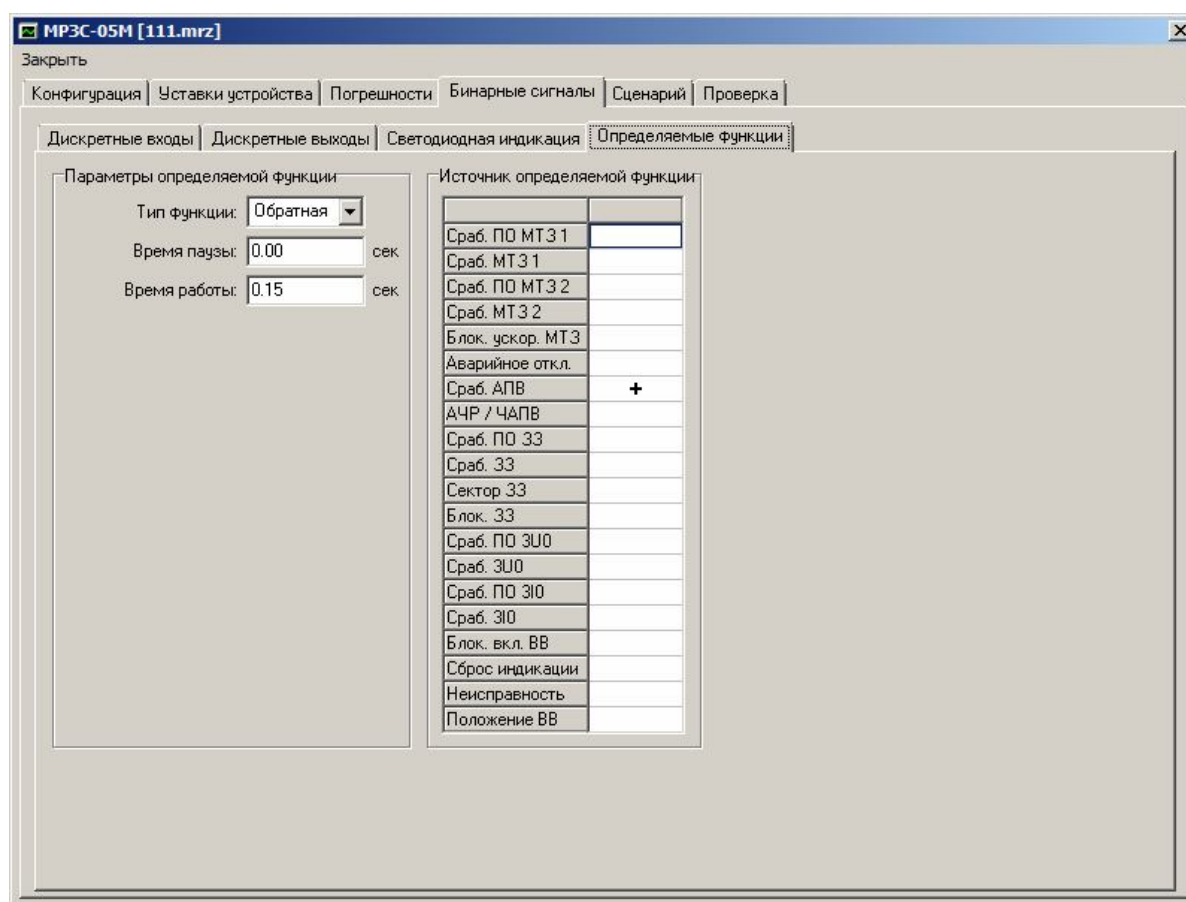


Рис. 10.8. Страница "Определяемые функции"

Слева в соответствующих полях задается тип функции (прямая или обратная), время паузы и время работы определяемой функции.

В таблице "Определяемая функция" ранжируется определяемая функция.

Зависимо от конфигурации устройства МРЗС, которая осуществляется на странице "Уставки устройства" (см. рис. 10.3), некоторые сконфигурированные определяемые функции реализоваться устройством МРЗС-05М не будут.

По окончании формирования необходимых параметров проверки необходимо осуществить запись информации в объект проверки, который в дальнейшем может быть использован для формирования сценариев проверки. Для этого необходимо воспользоваться меню "Объект" (см. рис. 2.4). О формировании объектов детально описано в п. 2.3.

10.7. Страница "Сценарий"

Общий вид страницы "Сценарий" приведен на рис. 10.9.

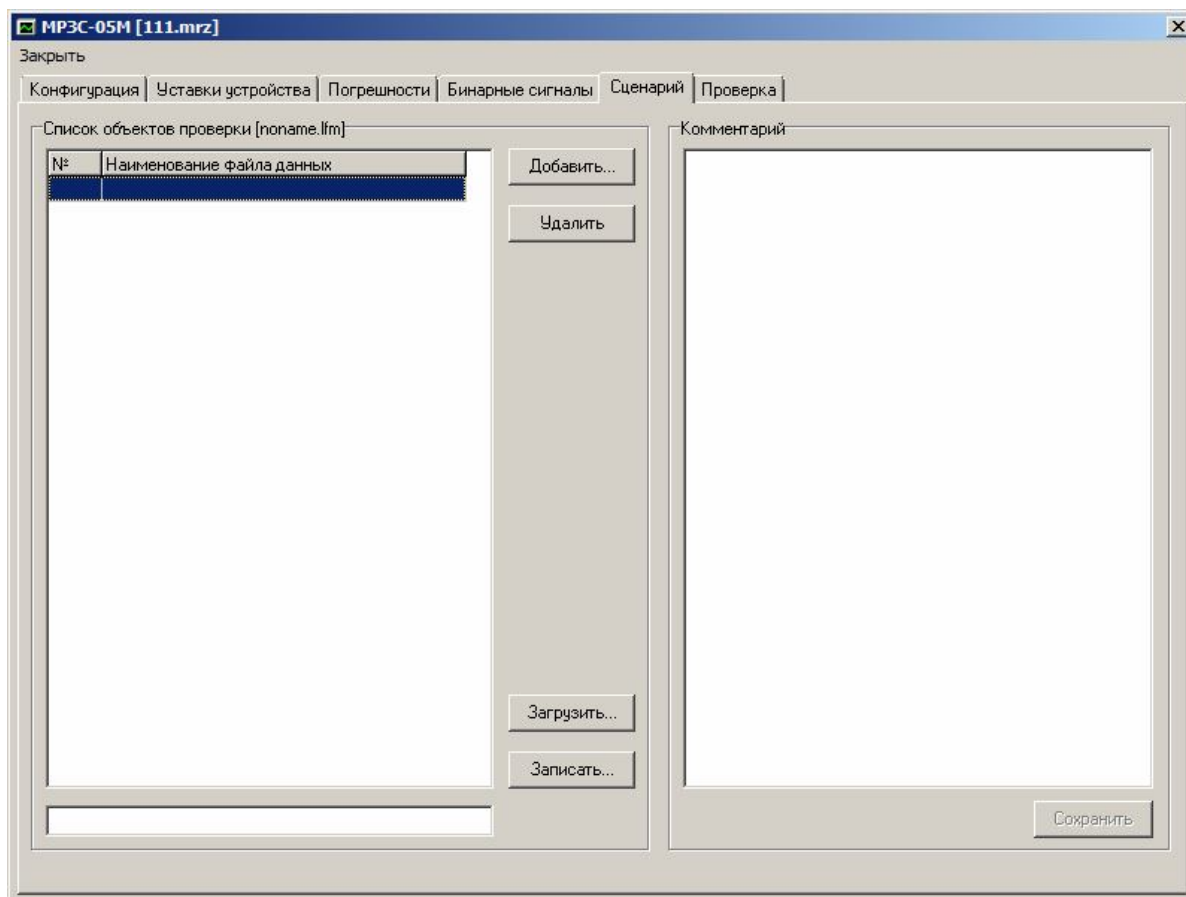


Рис. 10.9. Страница "Сценарий"

На этой странице возможны операции с объектами, в которых записана информация о проверке устройства МРЗС. В окне "Список объектов проверки" задается перечень объектов, из которых формируются сценарий проверки. Эти объекты сценария будут последовательно реализовываться во время проверки устройства МРЗС-05М.

Предусмотрена возможность добавлять к списку сценария новые объекты проверки (кнопка "Добавить"), удалять объекты из общего списка сценария (кнопка "Удалить"), загружать предварительно сформированные сценарии из файла (кнопка "Загрузить"), записывать сценарии, которые сформированы из отдельных объектов проверки в файл на диск (кнопка "Записать").

Для быстрой идентификации отдельных объектов проверки предусмотрено поле "Комментарий", в котором пользователь может записывать любую информацию о выбранном объекте проверки в текстовом виде.

После формирования списка объектов сценария, необходимо перейти на страницу "Проверка" и осуществить режим запуска за сценарием – заданные объекты сценария будут поочередно реализовываться и результаты проверки для каждого объекта сценария будут записываться в отдельный протокол проверки.

10.8. Проверка устройства МРЗС

Непосредственная проверка устройства МРЗС осуществляется со страницы "Проверка" (рис. 10.10).

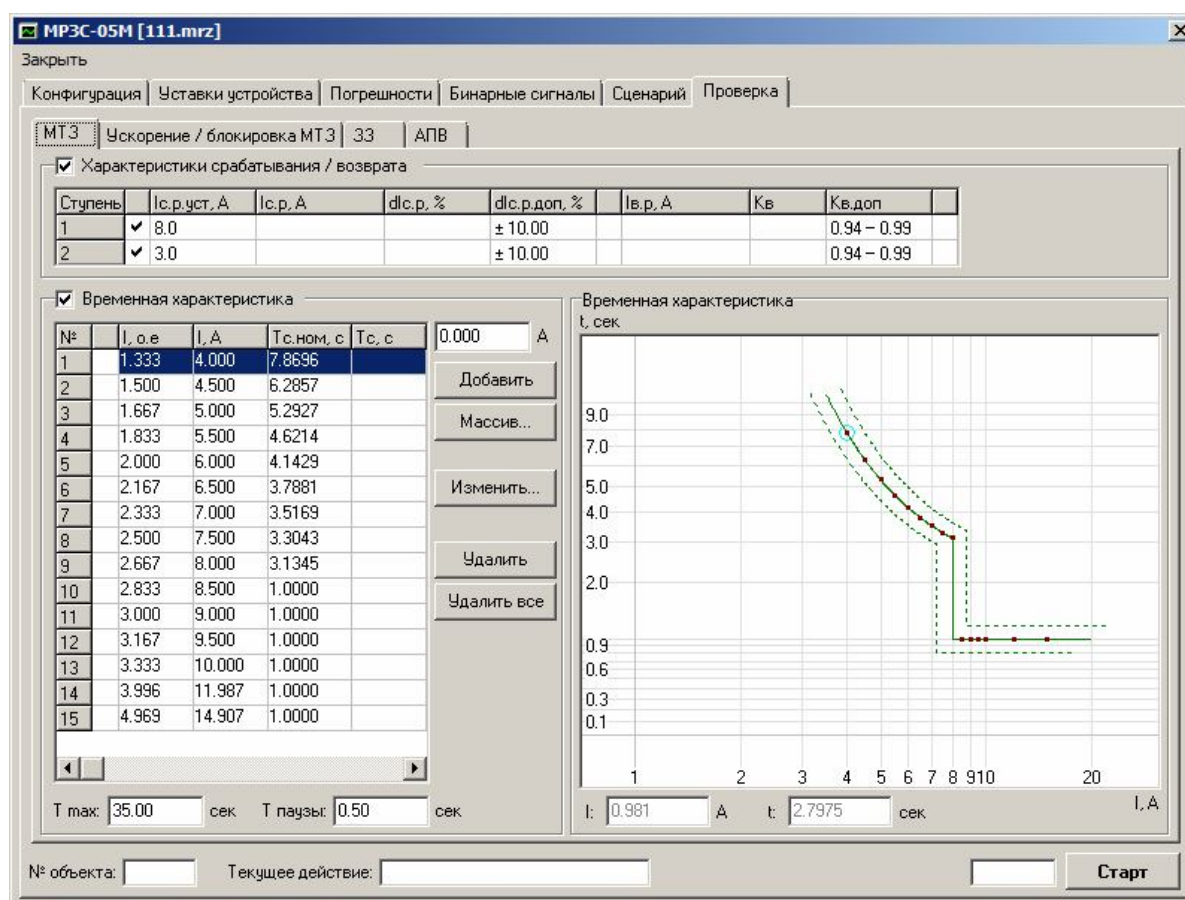


Рис. 10.10. Страница "Проверка"

Проверка отдельных подсистем устройства МРЗС-05М осуществляется с отдельных подстраниц:

- проверка максимальной токовой защиты;
- проверка направленной защиты от однофазных замыканий на землю;
- проверка АПВ.

10.8.1. Проверка максимальной токовой защиты

На подстраницах проверки максимальной токовой защиты (см. рис. 10.10) осуществляется проверка следующих характеристик этой защиты:

- характеристики срабатывания (возврата);
- временной характеристики;
- проверка ускорения МТЗ и ускоренного МТЗ;
- блокирование МТЗ.

Для того, чтобы осуществлялась проверка каждой из этих характеристик, ее нужно инициализировать с помощью независимого переключателя.

10.8.1.1. Характеристика срабатывания / возврата

Характеристики срабатывания и возврата проверяются отдельно для двух ступеней, каждую из которых необходимо инициализировать (см. рис. 10.10).

Параметры срабатывания и возврата отображаются в таблице *"Характеристики срабатывания / возврата"*. В столбце таблицы *" $I_{с.р.уст}$ "* отображаются уставки срабатывания первой и второй ступеней, значения которых задаются на странице *"Уставки устройства"*. В столбце допустимых значений относительных погрешностей *" $dI_{с.р.дон}$ "* и допустимых значений коэффициентов возврата *" $K_{п.дон}$ "* отображаются соответствующие значения, заданные на странице *"Погрешности"*.

Проверяются реальные значения токов срабатывания реле и токов возврата реле, которые записываются соответственно в столбцах *" $I_{с.р.}$ "* и *" $I_{п.р.}$ "*. Осуществляется расчет относительных погрешностей относительно заданных значений уставок, которые записываются в столбце *" $dI_{с.р.}$ "*. На основе полученных значений токов срабатывания и возврата осуществляется расчет значений коэффициентов возврата первой и второй ступеней, которые записываются в столбце *" $K_{п.}$ "*. В случае положительного результата в 7-ом и 11-ом столбцах записывается знак "+", в противоположном случае – знак "-".

10.8.1.2. Временная характеристика

В поле *"Временная характеристика"* осуществляется проверка временных характеристик МТЗ. Справа отображаются временные характеристики 1-й и 2-й ступеней согласно уставок, заданных на странице *"Уставки устройства"* (см. рис. 10.10).

Слева на странице в групповом поле *"Временная характеристика"* заложен механизм формирования точек проверки на характеристике – задаются значения токов, для которых определяется реальное время срабатывания МТЗ. Формирование точек проверки можно осуществлять двумя способами: можно задавать отдельные произвольные значения токов, которые последовательно будут записываться в таблицу, а можно задавать их в виде массива, каждая точка по току равноудалена с определенным шагом. Следует помнить, что

после формирования множественного числа точек проверки, выполненных первым или вторым способом, значение их можно корректировать.

Для того, чтобы задать каждую точку отдельно, ее значение необходимо ввести в текстовом поле, которое размещено в правом верхнем углу группового поля и нажать кнопку "*Добавить*", – значение точки появится в поле проверки временной характеристики. Можно также нужное значение тока задать с помощью манипулятора "мышь" непосредственно на отображении временной характеристики и нажать кнопку "*Добавить*". С помощью двойного клика на характеристике выбранная точка автоматически добавляется в таблицу проверки.

Если точки проверки задаются в виде массива, то их необходимо сформировать с помощью кнопки "*Массив*" – в окне, которое появится после этого необходимо задать первое и последнее значение тока проверки, а также шаг изменения.

После формирования множественного числа точек проверки, выполненных первым или вторым способом, некоторые из них можно удалять, используя кнопку "*Удалить*". Можно удалить все точки проверки. Для этого необходимо воспользоваться кнопкой "*Удалить все*". Можно осуществить редактирование отдельной выделенной точки из таблицы. Для этого служит кнопка "*Редактировать*".

Ниже таблицы в отдельных текстовых полях задается максимальное значение времени генерирования для каждой точки "*T max*". В случае, когда заданная точка по току будет за пределами временной характеристики, во время осуществления автоматической проверки, "УСТРОЙСТВО" будет генерировать заданное значение тока бесконечно долго. Поэтому для ограничения времени генерирования тока во время проверки каждой точки необходимо задавать это значение. Между каждой точкой проверки необходимо задавать паузу в генерировании тока "УСТРОЙСТВОМ". Это время учитывает необходимую паузу для возврата реле МРЗС-05М в исходное состояние после срабатывания. Значение этой паузы задается в поле "*T паузы*".

В столбцах таблицы "*I*" и "*Io.e*" записываются значения токов для заданных точек проверки (в относительном и абсолютном виде), в столбце "*Tс.ном*" записывается рассчитанное по временной характеристике время срабатывания МТЗ.

Во время проведения опыта для каждой точки проверки осуществляется анализ результата – реальное время срабатывания сравнивается с заданным с учетом погрешности. В случае успешно проведенного тестирования во втором столбце для каждой точки записывается знак "+", в противном случае – знак "-". Время срабатывания записывается в столбце "*Tс*".

10.8.1.3. Проверка ускорения МТЗ и ускоренной МТЗ

Проверка времени ускорения МТЗ и ускоренной МТЗ осуществляется на странице (рис. 10.11).

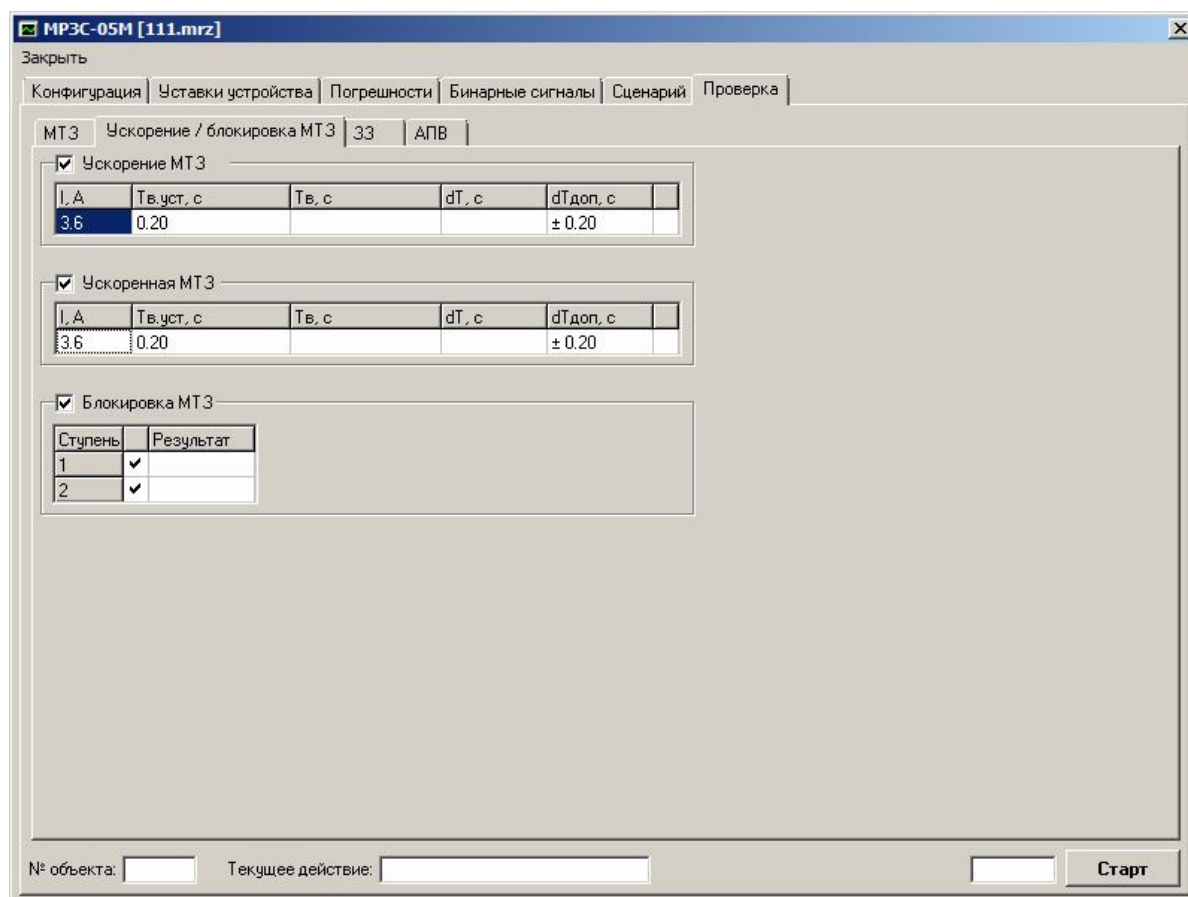


Рис. 10.11. Страница "Ускорение / блокировка МТЗ"

Результат проверки времени ускорения МТЗ и ускоренной МТЗ отображается в таблицах "Ускорение МТЗ" и "Ускоренная МТЗ". Проверка будет осуществляться по значению тока срабатывания второй ступени, увеличенного в 1.2 раза. Если опыт определения тока срабатывания не проводился, тогда по значению уставки увеличенному в 1.2 раза. Величина этого тока отображается в столбце "I" соответствующих таблиц. В столбце "Tв.уст" отображается значение времени ускорения МТЗ и времени ускоренной МТЗ, которые задаются на странице "Уставки".

После осуществления проверки определяется действительное значение времени ускорения и времени ускоренной МТЗ, которые отображаются в столбце "Tв" соответствующих таблиц и определяется абсолютная погрешность "dT", которая сравнивается с допустимой "dTдоп", значение которой задается на странице "Погрешности". В случае, когда реальная погрешность меньше допустимой, опыт считается успешным и в последнем столбце таблиц отобразится знак "+". В противном случае отобразится знак "-".

10.8.1.4. Проверка блокировки МТЗ

Проверка блокировки МТЗ осуществляется на странице (см. рис. 10.11).

Результат проверки отображается в таблице "Блокировка МТЗ".

10.8.2. Проверка защиты от замыканий на землю

Общий вид подстраницы проверки токовой направленной защиты от замыканий на землю (ЗЗ) приведен на рис. 10.12.

MP3C-05M [111.mrz]

Заккрыть

Конфигурация | Уставки устройства | Погрешности | Бинарные сигналы | Сценарий | Проверка

МТЗ | Ускорение / блокировка МТЗ | 33 | АПВ

☒ Токовый орган

Ис.р.уст, мА	Ис.р, мА	dlc.p, %	dlc.p.доп, %	Ив.р, мА	Кв	Кв.доп
50			± 10.00			0.88 – 0.99

☒ Орган напряжения

Ус.р.уст, В	Ус.р, В	dUc.p, %	dUc.p.доп, %	Ув.р, В	Кв	Кв.доп
30.00			± 10.00			0.88 – 0.99

☒ Орган направления мощности

Шаг изменения угла: 1.00 ° Т паузы: 0.10 сек

ЗI0, мА	ЗU0, В	Phi c.p, °	Phi м.ч, °	Phi c.p.доп, °	Phi в.р, °	Кв, °	Кв.доп, °
60	36.00			-10.00 – 190.00			<= 7.00

☒ Временные характеристики

	Тс.уст, с	Тс, с	dТс, с	dТс.доп, с
☒ ЗI0	3I0 = 60 мА	0.10		± 0.20
☒	ЗU0 = 36.00 В	0.00		± 0.20
☒	ЗI0 = 60 мА; ЗU0 = 36.00 В	0.10		± 0.20

☒ Блокировка ЗЗ

Результат

№ объекта: Текущее действие: Старт

Рис. 10.12. Страница "Проверка ЗЗ"

С этой подстраницы можно осуществлять проверку следующих органов токовой направленной защиты:

- токового органа;
- органа напряжения;
- органа направления мощности;
- временные характеристики;
- блокировка ЗЗ.

Можно осуществить проверку параметров срабатывания, коэффициентов возврата и времен срабатывания этих органов.

Для того, чтобы осуществить проверку каждой из этих характеристик, ее нужно инициализировать.

10.8.2.1. Проверка токового органа

Условия и результаты проверки токового органа отображаются в таблице *"Токовый орган"* (см. рис. 10.12).

В столбце *" $I_{с.р.уст}$ "* отображается уставка срабатывания, величина которой задается на странице *"Уставки устройства"*. В столбцах *" $dI_{с.р.доп}$ "* и *" $K_{в.доп}$ "* отображаются допустимые погрешности по току и коэффициенту возврата, которые задаются на странице *"Погрешности"*.

По окончании проверки токового органа в соответствующих столбцах отображаются действительные значения тока срабатывания и тока возврата. По этим значениям осуществляется расчет коэффициента возврата реле и относительное значение погрешности срабатывания, которые также отображаются в таблице. Полученные результаты сравниваются с заданными погрешностями. Если полученные результаты находятся в пределах допустимых погрешностей, то в 5-ом и 9-ом столбцах отображается знак "+", в противном случае – знак "-".

10.8.2.2. Проверка органа напряжения

Условия и результаты проверки органа напряжения отображаются в таблице *"Орган напряжения"* (см. рис. 10.12).

Проверка органа напряжения осуществляется так же, как и токового, только в качестве параметра проверки вместо тока нулевой последовательности фигурирует напряжение нулевой последовательности.

10.8.2.3. Проверка органа направления мощности

Условия и результаты проверки органа направления мощности отображаются в таблице *"Орган направления мощности"* (см. рис. 10.12).

Для проверки зоны срабатывания на странице *"Уставки устройства"* задаются значения тока нулевой последовательности $3I_0$ и напряжения нулевой последовательности $3U_0$. Эти значения отображаются в столбцах таблицы *" $3I_0$ "* и *" $3U_0$ "* соответственно.

В поле *"Шаг изменения угла"* задается шаг по изменению угла между напряжением нулевой последовательности и током нулевой последовательности. Во время проведения опыта угол напряжения нулевой последовательности остается неизменным, а угол тока нулевой последовательности изменяется с заданным шагом. Для каждого значения угла проверяется состояние выходного реле.

Изменение угла вектора тока нулевой последовательности осуществляется начиная от 0° . Когда контакты выходного реле изменили свое состояние, например, замкнулись, фиксируется угол срабатывания, при котором это случилось и дальше продолжается изменение угла до 360° . Во время изменения угла, когда контакты реле еще раз изменили свое состояние, например, возвратились – фиксируется угол возврата реле. После этого

опять осуществляется изменение угла, но уже в противоположном направлении – от 360° до 0° . На протяжении этого времени фиксируется угол срабатывания и угол возврата реле.

По результатам определяется зона срабатывания реле и угол максимальной чувствительности. Результаты записываются в соответствующих столбцах таблицы. Зона срабатывания сравнивается с допустимой. В случае, когда зона срабатывания находится в допустимых пределах, в 5-ом столбце отображается знак "+", в противном случае – "-".

Кроме того, по результатам осуществляется расчет двух значений коэффициентов возврата (значения записываются в столбце " K_v "), выбирается больше из них и сравнивается с допустимой погрешностью. Если это значение является меньшим от допустимой погрешности, то в последнем столбце таблицы отображается знак "+", если нет – отображается знак "-".

10.8.2.4. Временные характеристики

Условия и результаты проверки временных характеристик отображаются в таблице "*Временные характеристики*" (см. рис. 10.12).

Предусмотрена возможность проверять временные характеристики – токового органа нулевой последовательности, органа напряжения нулевой последовательности, органа направления мощности.

В столбце " $T_{с.уст}$ " отображаются значения ожидаемых времен срабатывания соответствующих органов, которые заданы на странице "*Уставки устройства*". После выполнения опыта в столбце " T_c " отображаются реальные значения времен срабатывания. По результатам и заданным значениям определяется абсолютная погрешность, величина которой отображается в столбце " dT_c ". Эта погрешность сравнивается с заданной (столбец " $dT_{с.дон}$ "). Если результат положительный, то в последнем столбце таблицы отображается знак "+", если нет – отображается знак "-".

10.8.3. Проверка АПВ

Общий вид страницы "*Проверка АПВ*" приведен на рис. 10.13.

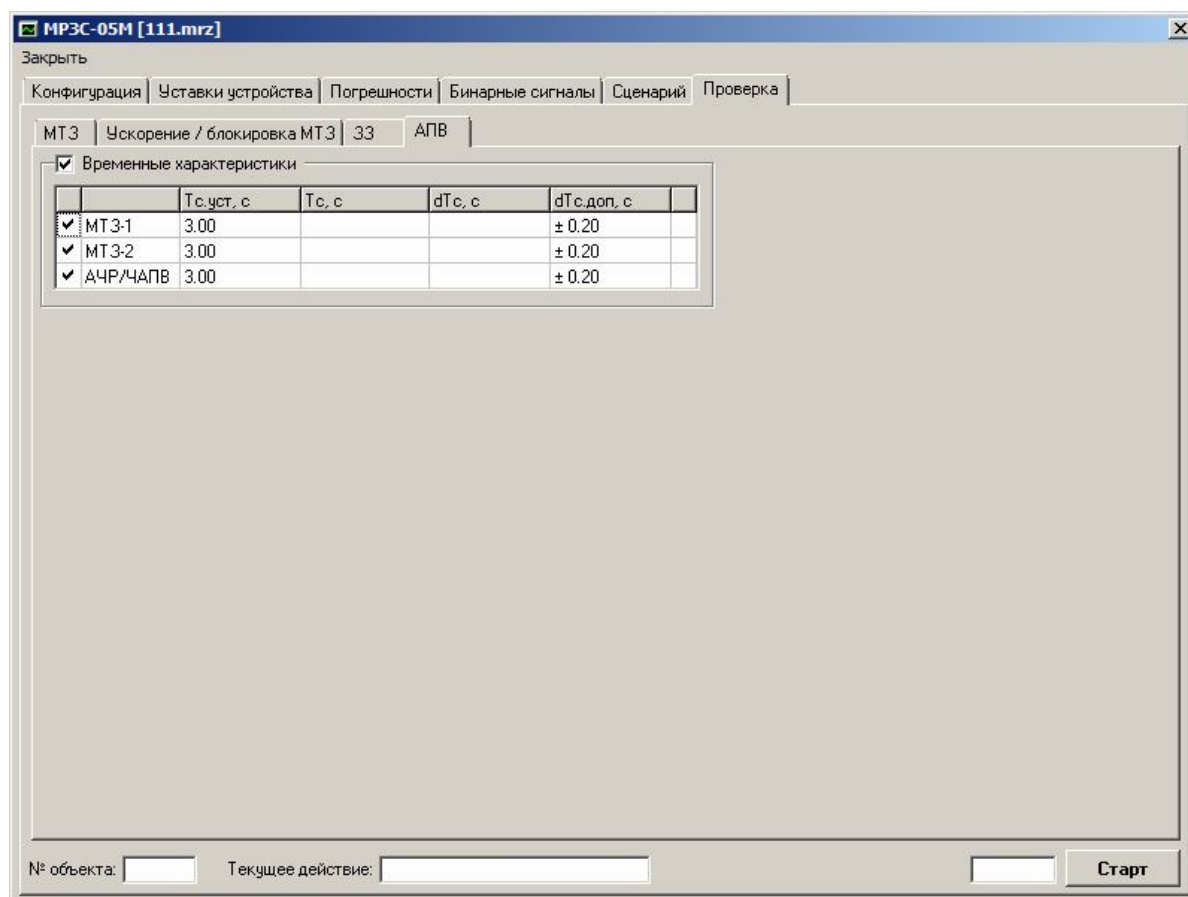


Рис. 10.13. Страница "Проверка АПВ"

С этой страницы осуществляется проверка времени срабатывания АПВ. Проверяется работа АПВ после срабатывания 1-й и 2-й ступеней МТЗ.

В столбце "*Tc.уст*" отображаются значения ожидаемых времен срабатывания АПВ, которые заданы на странице "*Уставки устройства*". После выполнения опыта в столбце "*Tc*" отображаются реальные значения времен срабатывания. По результатам и заданным значениям определяется абсолютная погрешность, величина которой отображается в столбце "*dTc*". Эта погрешность сравнивается с заданной (столбец "*dTc.доп*"). Если результат положительный, то в последнем столбце таблицы отображается знак "+", если нет – отображается знак "-".

Во время проведения опыта сначала создаются условия для срабатывания 1-й ступени МТЗ – задается ток, на 20% больше уставки срабатывания ступени. Время срабатывания АПВ определяется от момента срабатывания выходного реле защиты до момента появления сигнала на включение выключателя от АПВ. Таким же образом осуществляется проверка времени срабатывания АПВ 2-й ступени.

10.8.4. Запуск устройства для проверки

Проверка устройства начинает осуществляться после нажатия кнопки "*Старт*", которая находится на странице "*Проверка*".

После этого на экране монитора появится диалоговое окно (рис. 10.14.).

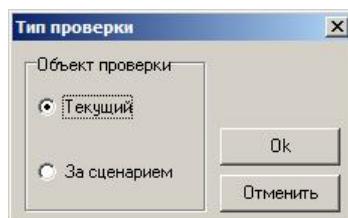


Рис. 10.14. Выбор режима проверки

В этом окне с помощью зависимого переключателя предусмотрена возможность задавать один из следующих режимов проверки:

- за сценарием. В этом режиме система будет осуществлять автоматическую проверку МРЗС-05М последовательно для всех объектов, которые образуют сценарий проверки, сформированный на странице "*Сценарий*". Перед началом проверки конфигурация с каждого объекта будет записываться в устройство. Во время проверки для каждого объекта будет создаваться отдельный протокол проверки. По окончании проверки эти протоколы можно напечатать, сохранить в файле;
- текущая. В этом режиме будет осуществлена автоматическая проверка устройства МРЗС-05М для параметров, которые в данный момент заданы на страницах окна модуля.

Название кнопки после перевода устройства "РЗА-ТЕСТЕР" в режим генерирования изменяет название на "*Стоп*". Процесс автоматической проверки выбранной характеристики можно остановить в любой момент путем нажатия оператором на эту кнопку.

Консультанти:

Шмагала Василь Михайлович

тел.: +38-067-35-35-104

е-mail: gran.test.system@gmail.com

Кидыба Виктор Павлович

тел.: +38-097-38-421-74

Баран Петр Михайлович

тел.: +38-067-28-444-83