

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ZETLab

**Руководство оператора**

Часть 1

ЗТМС.00068-01 34

*Издание второе, дополненное*



## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                         |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Руководство оператора.....                                                                                              | I          |
| СОДЕРЖАНИЕ .....                                                                                                        | III        |
| <b>1 Требования к аппаратным средствам .....</b>                                                                        | <b>1-1</b> |
| <b>2 Установка программного обеспечения ZETLab .....</b>                                                                | <b>2-1</b> |
| 2.1 Подсоединение внешнего модуля «ZET 2XX» .....                                                                       | 2-1        |
| 2.2 Установка программного обеспечения ZETLab и драйверов внешнего модуля «ZET 2XX» .....                               | 2-4        |
| 2.3 Повторная установка программного обеспечения ZETLab .....                                                           | 2-9        |
| 2.4 Установка внешнего модуля ZET 2XX для работы по беспроводному интерфейсу Bluetooth 2.0.....                         | 2-10       |
| 2.5 Настройка внешних модулей ZET 220 и ZET 230 для работы по локальной сети (Ethernet). .....                          | 2-17       |
| 2.5.1 <i>Настройка сетевых параметров рабочего компьютера.</i> .....                                                    | 2-17       |
| 2.5.2 <i>Настройка параметров модуля ZET 220/230.....</i>                                                               | 2-19       |
| 2.5.3 <i>Подключение модуля ZET 220/230 по локальной сети.....</i>                                                      | 2-19       |
| 2.6 Подключение внешних модулей ZET 220 и ZET 230 по локальной сети с применением технологии Wi-Fi (IEEE 802.11). ..... | 2-22       |
| 2.6.1 <i>Настройка сетевых параметров рабочего компьютера</i> .....                                                     | 2-22       |
| 2.6.2 <i>Настройка параметров беспроводной точки доступа</i> .....                                                      | 2-24       |
| 2.6.3 <i>Настройка второй точки доступа.....</i>                                                                        | 2-27       |
| 2.6.4 <i>Настройка внешних модулей ZET 220/ZET 230.....</i>                                                             | 2-27       |
| <b>3 Панель управления программами ZETLab .....</b>                                                                     | <b>3-1</b> |
| 3.1 Назначение панели управления ZETLab .....                                                                           | 3-1        |
| 3.2 Запуск панели ZETLab.....                                                                                           | 3-1        |
| 3.3 Управление панелью ZETLab .....                                                                                     | 3-2        |
| 3.3.1 <i>Функция «Автоматическое размещение окон»</i> .....                                                             | 3-3        |
| 3.3.2 <i>Функция «Многоэкранный интерфейс»</i> .....                                                                    | 3-5        |
| 3.3.3 <i>Управление окнами запущенных программ.....</i>                                                                 | 3-6        |
| 3.3.4 <i>Операции с панелью ZETLab</i> .....                                                                            | 3-6        |
| 3.3.5 <i>Получение справочной информации о панели ZETLab.....</i>                                                       | 3-7        |
| 3.3.6 <i>Сохранение и загрузка проектов</i> .....                                                                       | 3-8        |
| 3.4 Выход из панели ZETLab .....                                                                                        | 3-10       |
| 3.5 Файл конфигурации панели ZETLab .....                                                                               | 3-10       |
| <b>4 Настройка параметров аналоговых входов и выходов.....</b>                                                          | <b>4-1</b> |
| 4.1 Назначение программы .....                                                                                          | 4-1        |
| 4.2 Описание программы.....                                                                                             | 4-1        |
| 4.2.1 <i>Настройка параметров аналоговых входов (АЦП)</i> .....                                                         | 4-3        |
| 4.2.2 <i>Настройка параметров аналогового выхода (ЦАП)</i> .....                                                        | 4-4        |
| 4.2.3 <i>Внешний запуск АЦП и ЦАП</i> .....                                                                             | 4-5        |
| 4.2.4 <i>Запись параметров и выход из программы</i> .....                                                               | 4-7        |
| <b>5 Настройка параметров измерительных каналов .....</b>                                                               | <b>5-1</b> |
| 5.1 Назначение программы .....                                                                                          | 5-1        |

|           |                                                                              |             |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 5.2       | Запуск программы .....                                                       | 5-1         |
| 5.2.1     | <i>Структура меню .....</i>                                                  | 5-2         |
| 5.3       | Конфигурация измерительных каналов (tabconfig.cfg) .....                     | 5-7         |
| 5.4       | База данных датчиков (datch.cfg).....                                        | 5-14        |
| 5.5       | Файл-указатель конфигурации системы (myconf*.mrs) .....                      | 5-15        |
| 5.6       | Пути для ввода и обработки сигналов.....                                     | 5-16        |
| <b>6</b>  | <b>Контроль конфигурации.....</b>                                            | <b>6-1</b>  |
| 6.1       | Назначение программы.....                                                    | 6-1         |
| 6.2       | Описание программы .....                                                     | 6-1         |
| 6.3       | Параметры АЦП/ЦАП и аналоговых линий.....                                    | 6-2         |
| 6.4       | Параметры линий цифрового порта .....                                        | 6-3         |
| 6.5       | Работа с программой Контроль конфигурации .....                              | 6-4         |
| <b>7</b>  | <b>Программа Настройка входного диапазона.....</b>                           | <b>7-1</b>  |
| <b>8</b>  | <b>Программа УЗКОПОЛОСНЫЙ СПЕКТР .....</b>                                   | <b>8-1</b>  |
| 8.1       | Назначение программы.....                                                    | 8-1         |
| 8.2       | Описание программы .....                                                     | 8-4         |
| 8.2.1     | <i>Управление курсором и масштабирование графиков .....</i>                  | 8-4         |
| 8.2.2     | <i>Перенос графической и численной информации в текстовые редакторы.....</i> | 8-5         |
| 8.2.3     | <i>Настройка внешнего вида программы Узкополосный спектр .....</i>           | 8-6         |
| 8.2.4     | <i>Управление программой Узкополосный спектр .....</i>                       | 8-8         |
| 8.3       | Настройка параметров узкополосного спектра .....                             | 8-9         |
| 8.3.1     | <i>Дополнительные окна.....</i>                                              | 8-14        |
| 8.3.2     | <i>Дополнительные графики .....</i>                                          | 8-24        |
| <b>9</b>  | <b>Программа ВОЛЬТМЕТР ПЕРЕМЕННОГО ТОКА.....</b>                             | <b>9-1</b>  |
| 9.1       | Назначение программы.....                                                    | 9-1         |
| 9.2       | Описание программы .....                                                     | 9-1         |
| <b>10</b> | <b>Программа ВОЛЬТМЕТР ПОСТОЯННОГО ТОКА .....</b>                            | <b>10-1</b> |
| 10.1      | Назначение программы.....                                                    | 10-1        |
| 10.2      | Описание программы .....                                                     | 10-1        |
| <b>11</b> | <b>Программа СЕЛЕКТИВНЫЙ ВОЛЬТМЕТР .....</b>                                 | <b>11-1</b> |
| 11.1      | Назначение программы.....                                                    | 11-1        |
| 11.2      | Описание программы .....                                                     | 11-1        |
| <b>12</b> | <b>Программа ЧАСТОТОМЕР .....</b>                                            | <b>12-1</b> |
| 12.1      | Назначение программы.....                                                    | 12-1        |
| 12.2      | Описание программы .....                                                     | 12-1        |
| <b>13</b> | <b>Программа ФАЗОМЕТР .....</b>                                              | <b>13-1</b> |
| 13.1      | Назначение программы.....                                                    | 13-1        |
| 13.2      | Описание программы .....                                                     | 13-1        |
| <b>14</b> | <b>Программа ТАХОМЕТР .....</b>                                              | <b>14-1</b> |
| 14.1      | Назначение программы.....                                                    | 14-1        |
| 14.2      | Описание программы .....                                                     | 14-1        |
| <b>15</b> | <b>Программа ТОРСИОГРАФ .....</b>                                            | <b>15-1</b> |
| 15.1      | Назначение программы.....                                                    | 15-1        |
| 15.2      | Описание программы .....                                                     | 15-1        |



|                                                                                                                   |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>16 Программа ЭНКОДЕР .....</b>                                                                                 | <b>16-1</b> |
| 16.1 Назначение программы .....                                                                                   | 16-1        |
| 16.2 Описание программы.....                                                                                      | 16-2        |
| 16.3 Подключение датчиков .....                                                                                   | 16-6        |
| <b>17 Программа ОММЕТР .....</b>                                                                                  | <b>17-1</b> |
| 17.1 Назначение программы .....                                                                                   | 17-1        |
| 17.2 Описание программы.....                                                                                      | 17-1        |
| 17.3 Подключение измеряемого сопротивления.....                                                                   | 17-2        |
| 17.4 Настройка программы и калибровка измерительного тракта .....                                                 | 17-2        |
| <b>18 Программа ТЕРМОМЕТР СОПРОТИВЛЕНИЯ.....</b>                                                                  | <b>18-1</b> |
| 18.1 Назначение программы .....                                                                                   | 18-1        |
| 18.2 Описание программы.....                                                                                      | 18-1        |
| 18.3 Использование модулей «ZET 2XX» .....                                                                        | 18-3        |
| 18.3.1 Подключение термопреобразователей сопротивления к модулям<br>«ZET 2XX» .....                               | 18-3        |
| 18.3.2 Настройка сервисных программ .....                                                                         | 18-4        |
| 18.3.3 Проведение измерений .....                                                                                 | 18-4        |
| 18.4 Использование модуля ZET220 со специальной клеммной колодкой .....                                           | 18-7        |
| 18.4.1 Подключение термопреобразователей сопротивления к модулю ZET 220<br>со специальной клеммной колодкой ..... | 18-7        |
| 18.4.2 Настройка сервисных программ .....                                                                         | 18-7        |
| 18.4.3 Проведение измерений .....                                                                                 | 18-7        |
| 18.5 Калибровка программы Термометр сопротивления.....                                                            | 18-8        |
| <b>19 Программа ТЕРМОМЕТР ТЕРМОПАРЫ .....</b>                                                                     | <b>19-1</b> |
| 19.1 Назначение программы .....                                                                                   | 19-1        |
| 19.2 Описание программы.....                                                                                      | 19-2        |
| 19.3 Подключение термопар .....                                                                                   | 19-3        |
| 19.4 Настройка сервисных программ.....                                                                            | 19-4        |
| 19.5 Проведение измерений .....                                                                                   | 19-5        |
| <b>20 Программа ТЕНЗОДАТЧИК.....</b>                                                                              | <b>20-1</b> |
| 20.1 Назначение программы .....                                                                                   | 20-1        |
| 20.1.1 Применение тензорезисторов для измерения физических величин.....                                           | 20-1        |
| 20.1.2 Основы тензометрии .....                                                                                   | 20-2        |
| 20.1.3 Схемы подключения.....                                                                                     | 20-7        |
| 20.2 Описание программы.....                                                                                      | 20-10       |
| 20.2.1 Настройка параметров измерителя .....                                                                      | 20-12       |
| 20.3 Подключение тензорезистивных датчиков .....                                                                  | 20-14       |
| 20.3.1 Подключение тензорезистивных датчиков к модулю «ZET 2XX».....                                              | 20-14       |
| 20.3.2 Настройка параметров АЦП и ЦАП для тензоизмерений.....                                                     | 20-15       |
| 20.3.3 Настройка измерительных трактов.....                                                                       | 20-17       |
| 20.3.4 Проверка функционирования измерительной схемы .....                                                        | 20-18       |
| 20.3.5 Настройка параметров программы Тензодатчик .....                                                           | 20-19       |
| 20.4 Регистрация быстропротекающих процессов .....                                                                | 20-22       |
| <b>21 Программа МУЛЬТИМЕТР .....</b>                                                                              | <b>21-1</b> |

|           |                                                                              |             |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 21.1      | Назначение программы.....                                                    | 21-1        |
| 21.2      | Описание программы .....                                                     | 21-1        |
| <b>22</b> | <b>Программа ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ PPE-3323 .....</b>                             | <b>22-1</b> |
| 22.1      | Назначение программы.....                                                    | 22-1        |
| 22.2      | Описание программы .....                                                     | 22-1        |
| 22.2.1    | <i>Управление полями ввода .....</i>                                         | <i>22-4</i> |
| <b>23</b> | <b>Программа ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ PSM-2010.....</b>                              | <b>23-1</b> |
| 23.1      | Назначение программы.....                                                    | 23-1        |
| 23.2      | Описание программы .....                                                     | 23-1        |
| 23.3      | Окно настроек .....                                                          | 23-2        |
| 23.3.1    | <i>Управление полями ввода .....</i>                                         | <i>23-2</i> |
| <b>24</b> | <b>Программа МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ОСЦИЛЛОГРАФ .....</b>                            | <b>24-1</b> |
| 24.1      | Назначение программы.....                                                    | 24-1        |
| 24.1.1    | <i>Основные функции программы.....</i>                                       | <i>24-1</i> |
| 24.2      | Описание программы .....                                                     | 24-1        |
| 24.2.1    | <i>Управление курсором и масштабирование графиков .....</i>                  | <i>24-2</i> |
| 24.2.2    | <i>Перенос графической и численной информации в текстовые редакторы.....</i> | <i>24-3</i> |
| 24.2.3    | <i>Управление программой Многоканальный осциллограф .....</i>                | <i>24-4</i> |
| <b>25</b> | <b>Программа XYZ-ОСЦИЛЛОГРАФ.....</b>                                        | <b>25-1</b> |
| 25.1      | Назначение программы.....                                                    | 25-1        |
| 25.2      | Описание программы .....                                                     | 25-1        |
| 25.2.1    | <i>Управление курсором и масштабирование графиков .....</i>                  | <i>25-2</i> |
| 25.2.2    | <i>Управление программой XY- осциллограф .....</i>                           | <i>25-3</i> |
| <b>26</b> | <b>Программа XY-ПЛОТТЕР .....</b>                                            | <b>26-1</b> |
| 26.1      | Назначение программы.....                                                    | 26-1        |
| 26.2      | Описание программы .....                                                     | 26-1        |
| 26.2.1    | <i>Управление курсором и масштабирование графика.....</i>                    | <i>26-2</i> |
| 26.2.2    | <i>Перенос графической информации в текстовые редакторы .....</i>            | <i>26-3</i> |
| 26.2.3    | <i>Управление программой XY-Плоттер.....</i>                                 | <i>26-3</i> |
| <b>27</b> | <b>Программа ПРОСМОТР И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ .....</b>                      | <b>27-1</b> |
| 27.1      | Назначение программы.....                                                    | 27-1        |
| 27.1.1    | <i>Основные возможности программы .....</i>                                  | <i>27-1</i> |
| 27.2      | Описание программы .....                                                     | 27-1        |
| 27.2.1    | <i>Структура меню .....</i>                                                  | <i>27-2</i> |
| 27.2.2    | <i>Работа с программой.....</i>                                              | <i>27-5</i> |
| <b>28</b> | <b>Программа ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ .....</b>                                    | <b>28-1</b> |
| 28.1      | Назначение программы.....                                                    | 28-1        |
| 28.1.1    | <i>Типы генерируемого сигнала.....</i>                                       | <i>28-1</i> |
| 28.2      | Описание программы .....                                                     | 28-2        |
| 28.2.1    | <i>Управление программой Генератор сигналов.....</i>                         | <i>28-2</i> |
| <b>29</b> | <b>Программа МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ГЕНЕРАТОР .....</b>                              | <b>29-1</b> |
| 29.1      | Назначение программы.....                                                    | 29-1        |
| 29.2      | Описание программы .....                                                     | 29-1        |
| <b>30</b> | <b>Программа РЕГУЛЯТОР .....</b>                                             | <b>30-1</b> |

|                                                              |             |
|--------------------------------------------------------------|-------------|
| 30.1 Назначение программы .....                              | 30-1        |
| 30.2 Описание программы.....                                 | 30-3        |
| 30.2.1 <i>Настройка параметров регулятора</i> .....          | 30-4        |
| <b>31 Программа АРИФМЕТИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ С СИГНАЛАМИ.....</b> | <b>31-1</b> |
| 31.1 Назначение программы .....                              | 31-1        |
| 31.2 Описание программы.....                                 | 31-1        |
| <b>32 Программа ФИЛЬТРАЦИЯ СИГНАЛОВ .....</b>                | <b>32-1</b> |
| 32.1 Назначение программы .....                              | 32-1        |
| 32.2 Описание программы.....                                 | 32-4        |
| <b>33 Программа ФОРМУЛА-ZET.....</b>                         | <b>33-1</b> |
| 33.1 Назначение программы .....                              | 33-1        |
| 33.2 Описание программы.....                                 | 33-1        |
| 33.2.1 <i>Синтаксис</i> .....                                | 33-3        |
| 33.2.2 <i>Структура меню</i> .....                           | 33-3        |
| 33.2.3 <i>Макросы</i> .....                                  | 33-15       |
| <b>34 Программа УПРАВЛЕНИЕ БЛОКОМ РЕЛЕ.....</b>              | <b>34-1</b> |
| 34.1 Назначение программы .....                              | 34-1        |
| 34.2 Описание программы.....                                 | 34-1        |
| <b>35 Программа КОНВЕРТЕР ФАЙЛОВ.....</b>                    | <b>35-1</b> |
| 35.1 Назначение программы .....                              | 35-1        |
| 35.2 Описание программы.....                                 | 35-1        |
| 35.3 Управление программой Конвертер файлов .....            | 35-2        |
| <b>36 Программа СИНХРОНИЗАТОР ПО GPS ПРИЕМНИКУ .....</b>     | <b>36-1</b> |
| 36.1 Назначение программы .....                              | 36-1        |
| 36.2 Описание программы.....                                 | 36-1        |
| <b>37 Программа ЦИФРОВОЙ ВВОД-ВЫВОД.....</b>                 | <b>37-1</b> |
| 37.1 Назначение программы .....                              | 37-1        |
| 37.2 Описание программы.....                                 | 37-1        |
| <b>38 Программа ГЛОБАЛЬНОЕ ВРЕМЯ СЕРВЕРА .....</b>           | <b>38-1</b> |
| 38.1 Назначение программы .....                              | 38-1        |
| 38.2 Описание программы.....                                 | 38-1        |
| <b>39 Программа ПРОСЛУШИВАНИЕ КАНАЛОВ.....</b>               | <b>39-1</b> |
| 39.1 Назначение программы .....                              | 39-1        |
| 39.2 Описание программы.....                                 | 39-1        |
| <b>40 Программа ZETMessenger .....</b>                       | <b>40-1</b> |
| 40.1 Назначение программы .....                              | 40-1        |
| 40.2 Описание программы.....                                 | 40-1        |
| <b>41 Контактная информация .....</b>                        | <b>41-3</b> |



## 1 Требования к аппаратным средствам

Программное обеспечение **ZETLab** предназначено для использования на персональных компьютерах типа IBM PC Intel® Pentium®/Celeron®/ или совместимые с ними, работающих под управлением русскоязычной (локализованной) либо корректно русифицированной версии операционных систем Microsoft® Windows® XP с пакетом обновления SP1 или SP2, Microsoft® Windows® Server 2003, Microsoft® Windows® Media Center Edition 2005, Microsoft® Windows® Vista.

Конфигурация компьютера для установки и запуска программного обеспечения **ZETLab** и драйверов устройств:

- тактовая частота процессора – не менее 1,7 ГГц;
- наличие интерфейса HighSpeed USB 2.0;
- оперативная память – не менее 512Мб;
- свободное место на жестком диске – не менее 200Мб;
- видеокарта с 3D-графическим ускорителем, поддержкой OpenGL, DirectX, не менее 32 Мб памяти;
- разрешение экрана не менее 1024×768;
- наличие манипулятора «мышь» или иного указательного устройства (сенсорный экран, трекбол (track ball), тачпад (TouchPad), графический планшет);
- наличие стандартной клавиатуры или иного устройства ввода (сенсорный экран, графический планшет);
- привод CD-ROM для установки программ.



## 2 Установка программного обеспечения *ZETLab*

Установка программного обеспечения *ZETLab* включает в себя два этапа:

- подключение внешнего модуля «ZET 2XX» к шине HighSpeed USB 2.0 ПЭВМ кабелем HighSpeed USB 2.0;
- установку программного обеспечения и драйверов внешнего модуля «ZET 2XX» с дистрибутивного компакт-диска на компьютер.

---

**Внимание!** Если к порту HighSpeed USB 2.0 компьютера не был подключен внешний модуль «ZET 2XX», то программное обеспечение *ZETLab* установлено не будет, а в процессе установки программа установки выдаст всплывающее сообщение – **Поддерживаемое устройство не найдено!**

---

### 2.1 Подсоединение внешнего модуля «ZET 2XX»

Подсоединение внешнего модуля «ZET 2XX» к компьютеру осуществляется входящим в комплект кабелем HighSpeed USB 2.0 к порту HighSpeed USB 2.0 ПЭВМ, при выключенном или включенном питании компьютера.

После подсоединения внешнего модуля «ZET 2XX» к компьютеру, включения питания и загрузки операционной системы, либо после подсоединения внешнего модуля «ZET 2XX» к компьютеру с уже включенным питанием и загруженной операционной системой появится всплывающее сообщение (рисунок 2.1), сообщающее о том, что найдено новое оборудование.

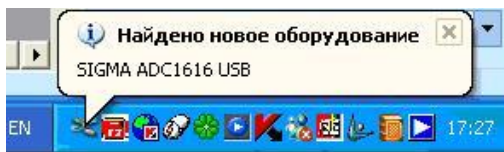


Рисунок 2.1

После того как всплывающая подсказка исчезнет, на экране монитора отобразится диалоговое окно **Мастер нового оборудования** (рисунок 2.2). Это окно означает, что подключенное устройство обнаружено и ожидает установки программного обеспечения и драйверов.

В окне **Мастер нового оборудования** (рисунок 2.2) нажмите кнопку **Отмена**, при этом окно **Мастер нового оборудования** закроется, система выдаст всплывающее сообщение (рисунок 2.3), предупреждающее о том, что установленное оборудование может работать не правильно. Не обращая внимания на это сообщение, продолжите свои действия, при установке программного обеспечения *ZETLab* с оригинального компакт-диска будут установлены все необходимые драйвера и программы для корректной работы внешнего модуля «ZET 2XX».

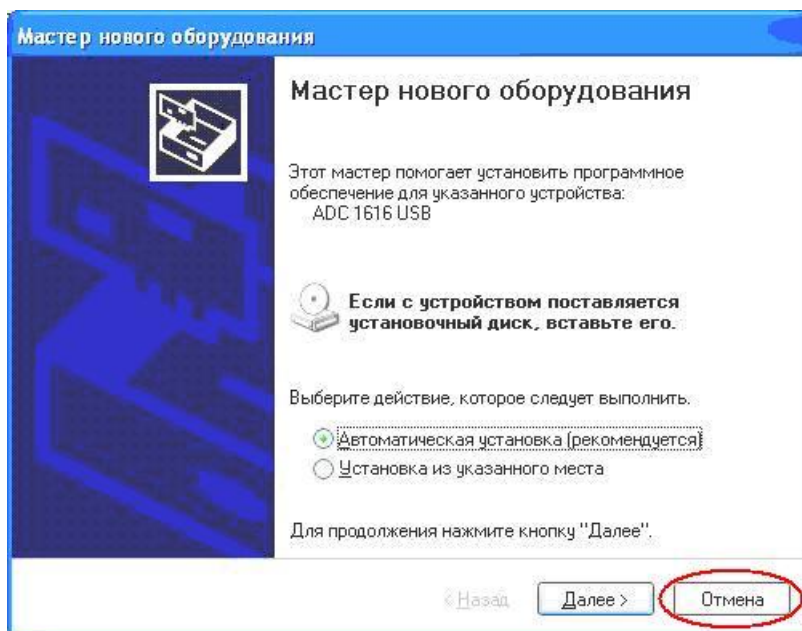


Рисунок 2.2

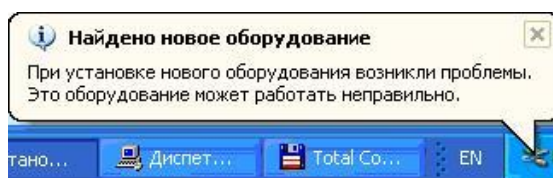


Рисунок 2.3

Если операционной системе не удалось обнаружить внешний модуль «ZET 2XX», то необходимо из меню **Пуск** панели задач Windows выбрать команду **Панель управления → Установка оборудования** (рисунок 2.4), после чего запустится **Мастер установки оборудования** (рисунок 2.5).

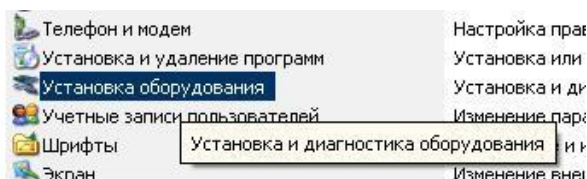


Рисунок 2.4

В запущившемся окне **Мастер установки оборудования** нажмите кнопку **Далее >**, после чего окно **Мастер установки оборудования** изменит свой вид (рисунок 2.6), система выдаст всплывающее сообщение (рисунок 2.1) и запустится окно **Мастер нового оборудования** (рисунок 2.2).



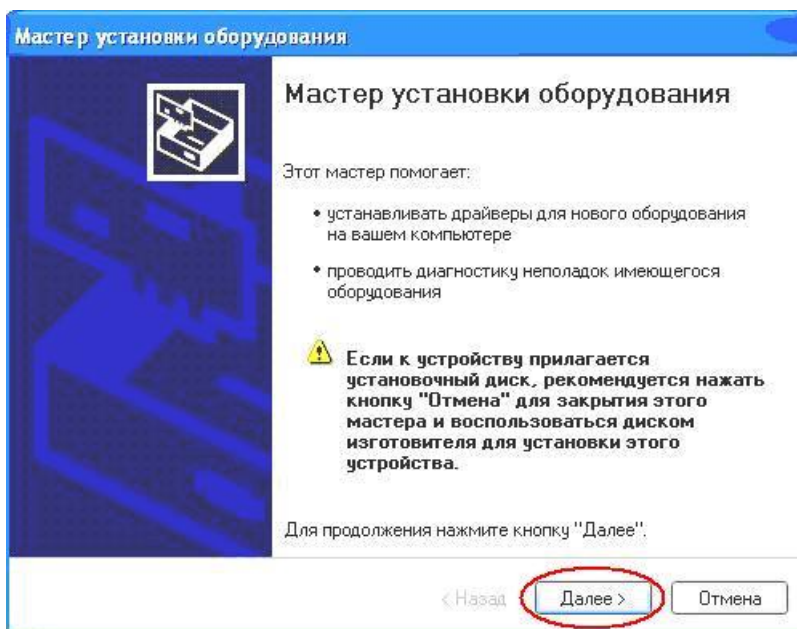


Рисунок 2.5

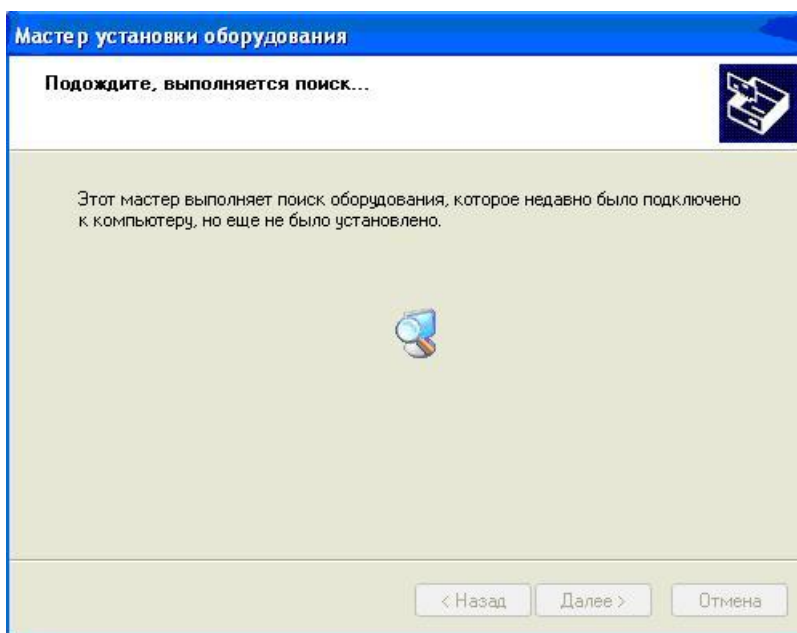


Рисунок 2.6

В окне **Мастер нового оборудования** (рисунок 2.2) нажмите кнопку **Отмена**, при этом окно **Мастер нового оборудования** закроется, система выдаст всплывающее сообщение (рисунок 2.3), а окно **Мастер установки оборудования** примет вид как показано на рисунке 2.7. В этом окне нажмите кнопку **Готово** и выйдите из окна **Мастер установки оборудования**.

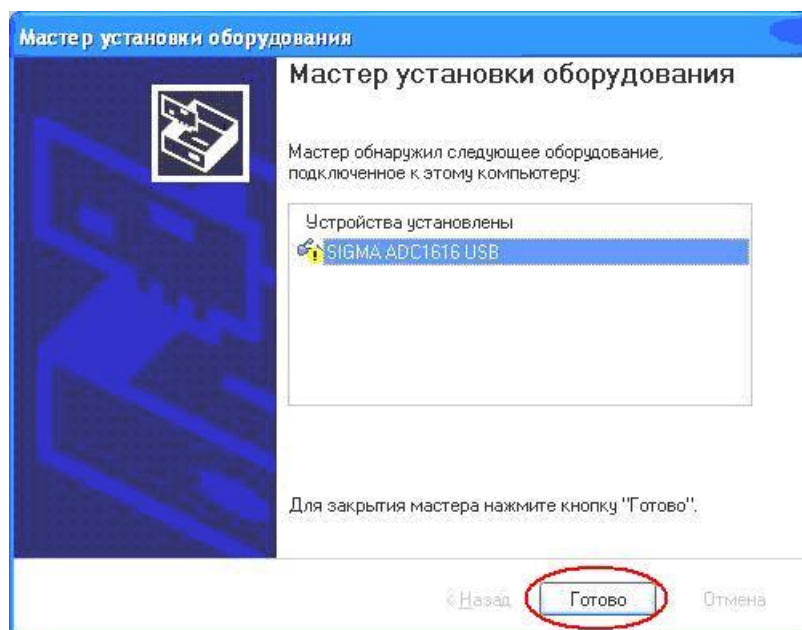


Рисунок 2.7

## 2.2 Установка программного обеспечения ZETLab и драйверов внешнего модуля «ZET 2XX»

Для установки программного обеспечения **ZETLab** вставить оригинальный компакт-диск с программным обеспечением **ZETLab** в привод CD-ROM компьютера. Система автоматически распознает компакт-диск и запустит программную оболочку по установке программного обеспечения **ZETLab** и драйверов внешнего модуля «ZET 2XX».

Если операционной системе не удалось автоматически запустить оболочку по установке программного обеспечения **ZETLab** и драйверов, то необходимо из корневого каталога компакт-диска запустить программу установки программного обеспечения **ZETLab** и драйверов **Setup.exe**.

---

**Внимание!** Если к порту HighSpeed USB 2.0 компьютера не было подключен внешний модуль «ZET 2XX», то программное обеспечение **ZETLab** установлено не будет, а в процессе установки программа установки выдаст всплывающее сообщение – **Поддерживаемое устройство не найдено!**

---

После запуска оболочки на непродолжительное время откроется диалоговое окно **Подготовка к установке...** (рисунок 2.8). Во время работы этого окна будет отображен процесс подготовки к установке программного обеспечения, проверки версия операционной системы и настройки программы установки. Необходимо дождаться действий программы установки по подготовке непосредственно к самой установке. При нажатии кнопки **Отмена** произойдет выход из программы установки программного обеспечения **ZETLab** и драйверов.

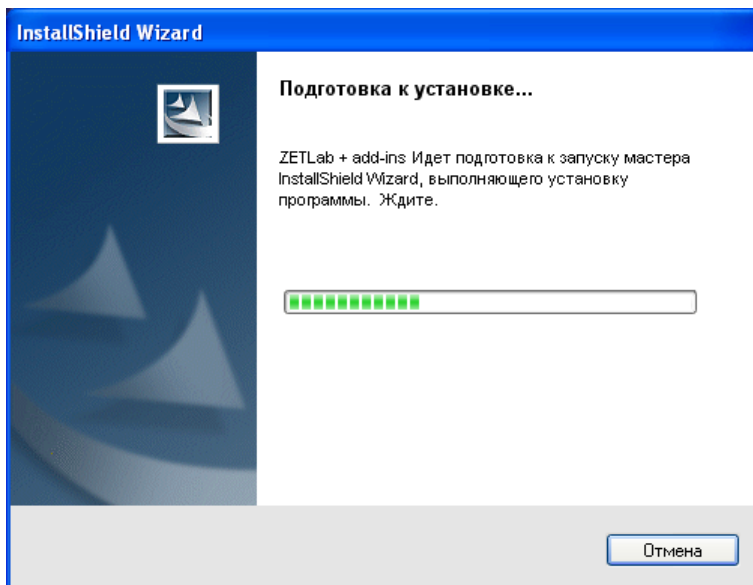


Рисунок 2.8

После окончания проверки и подготовки откроется следующее окно установки – **Вас приветствует программа установки ZETLab** (рисунок 2.9). В этом окне, для продолжения установки, нажмите кнопку **Далее >**, после чего откроется окно **Лицензионное соглашение** (рисунок 2.10). После ознакомления с лицензионным соглашением необходимо, для дальнейшей установки, принять это соглашение, нажав левой клавишей «мыши» надпись **Я принимаю условия лицензионного соглашения**, и нажать кнопку **Далее >**, в противном случае будет произведен выход из программы установки.

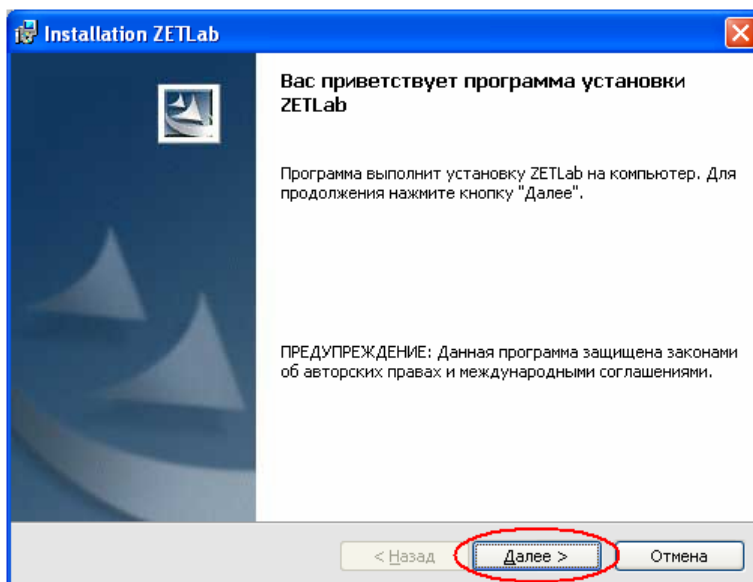


Рисунок 2.9

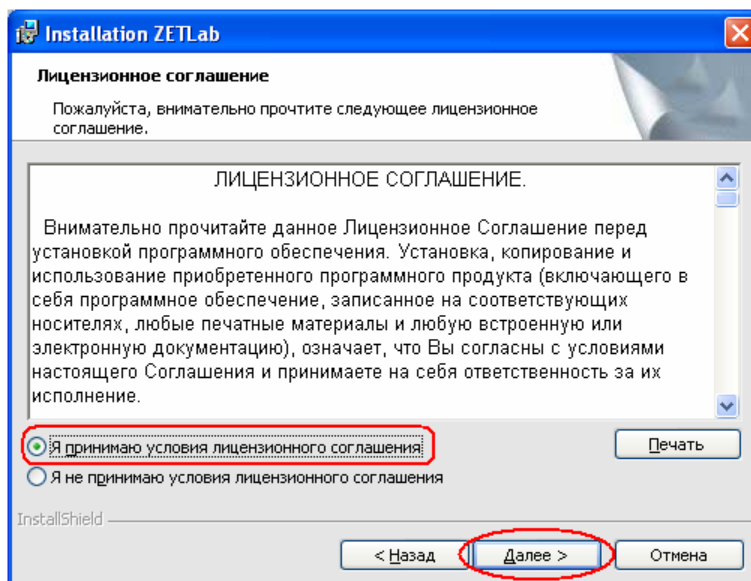


Рисунок 2.10

Далее откроется окно **Папка назначения** (рисунок 2.11), где указывается директория, в которую будет произведена установка **ZETLab**. При нажатии на кнопку **Изменить** открывается стандартное диалоговое окно выбора папки, в котором можно указать другую директорию для установки **ZETLab**. В следующем окне программы установки (рисунок 2.12) будет извещено о готовности к последнему шагу установки – поиску подключенного внешнего модуля «ZET 2XX», распаковка и установка драйверов для этого устройства и копирование файлов программ **ZETLab**. В этом окне нажмите кнопку **Установить**.

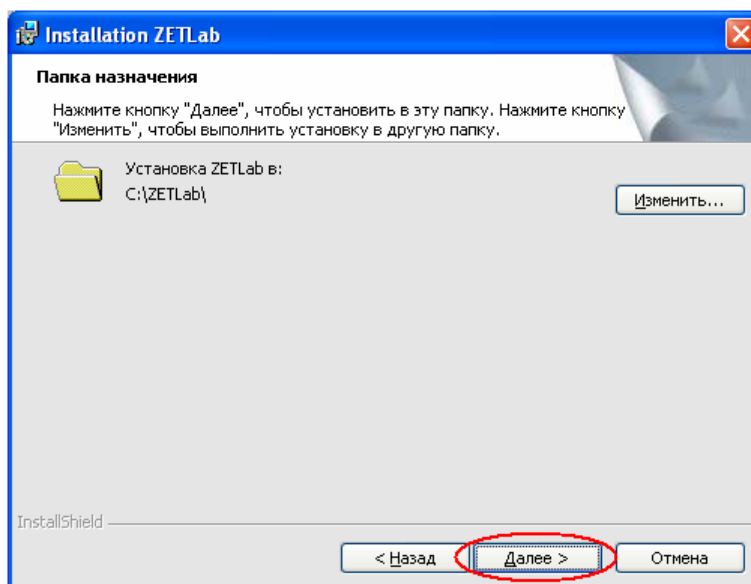


Рисунок 2.11

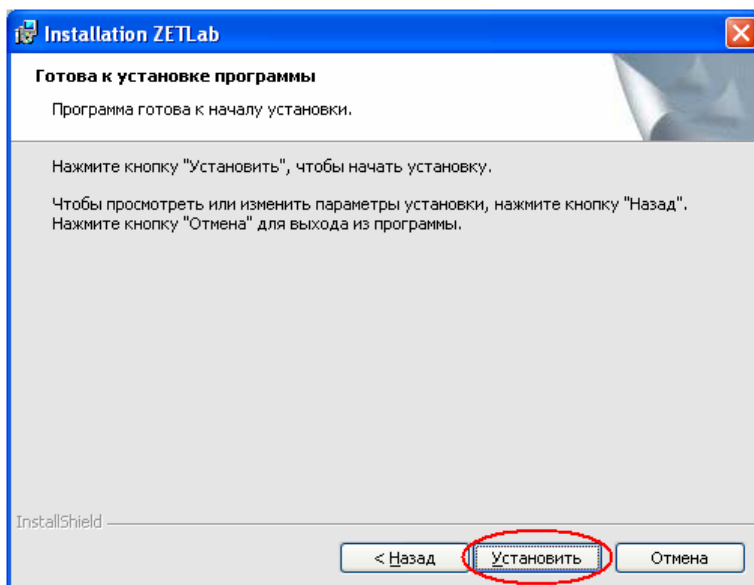


Рисунок 2.12

Далее откроется окно **Установка ZETLab** (рисунок 2.13). В этом окне будет отображаться процесс распаковки драйверов внешнего модуля «ZET 2XX», проверка свободного места на жестком диске компьютера, копирование файлов пакета программ **ZETLab**, регистрация продукта, запись в системный реестр и т.д. Необходимо дождаться окончания процесса, в противном случае, при нажатии кнопки **Отмена**, будет произведен выход из программы установки программного обеспечения **ZETLab** и драйверов внешнего модуля «ZET 2XX».

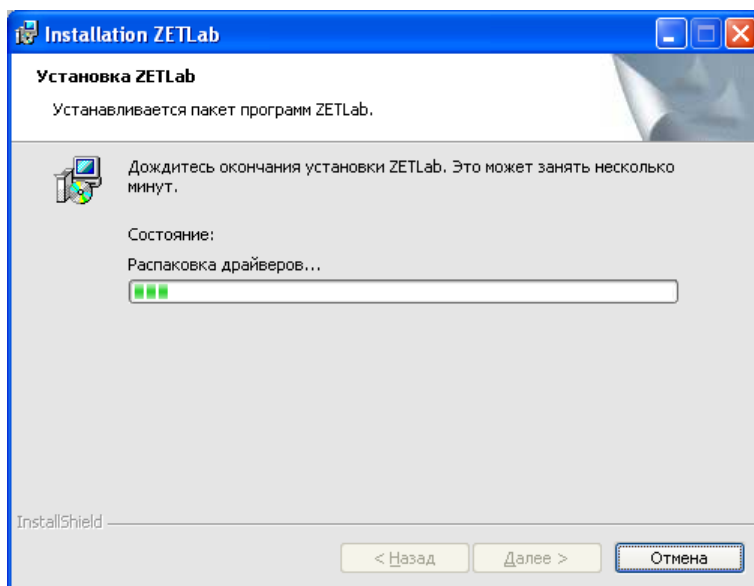


Рисунок 2.13

После того как закончится процесс установки пакета программ **ZETLab**, откроется диалоговое окно, **Программа установки завершена** (рисунок 2.14). В этом окне нажмите кнопку **Готово**. Программа установки завершит свои действия, а операционная система, для вступления в действие установленных компонент, предложит перезагрузить компьютер (рисунок 2.15).

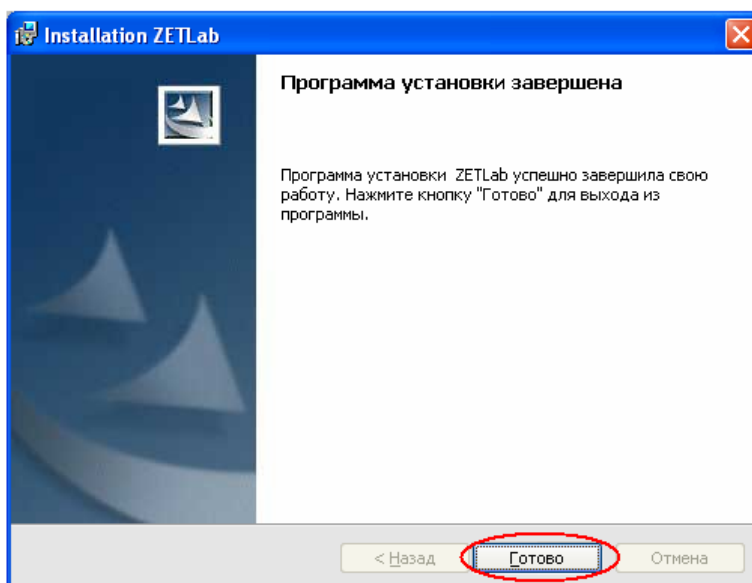


Рисунок 2.14

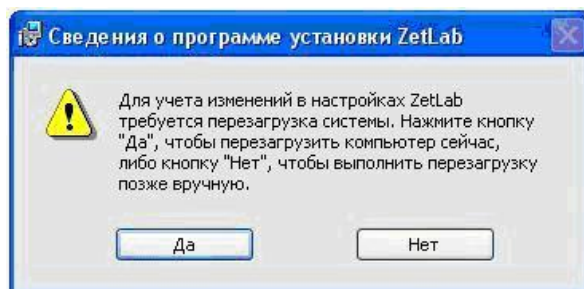


Рисунок 2.15

После перезагрузки компьютера программное обеспечение **ZETLab** и внешний модуль «ZET 2XX» полностью готовы к работе.

Во время установки программного обеспечения **ZETLab** на рабочем столе компьютера будет создан ярлык запуска панели управления программным обеспечением **ZETLab**, а в списке программ операционной системы появится папка **ZETLab** со значком запуска панели управления **ZETLab**.

### 2.3 Повторная установка программного обеспечения ZETLab

Повторная установка производится только после удаления установленного ранее программного обеспечения **ZETLab**.

Для этого необходимо из меню **Пуск** панели задач Windows выбрать команду **Панель управления → Установка и удаление программ** (рисунок 2.16), после чего запустится окно **Установка и удаление программ** (рисунок 2.17).

В открывшемся окне **Установка и удаление программ** из списка установленных программ выбрать пакет программного обеспечения **ZETLab**, нажав на него левой клавишей «мыши». Установленное программное обеспечение **ZETLab** выделится синим цветом, и справа появится кнопка **Удалить**. После нажатия кнопки **Удалить** появится информационное окно (рисунок 2.18), запрашивающее подтверждение удаления программного обеспечения **ZETLab**. В этом окне, для подтверждения процесса удаления, нажать кнопку **Да**.

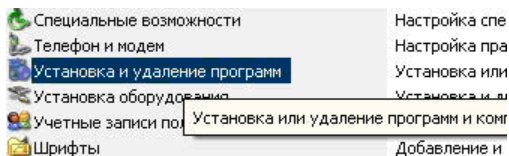


Рисунок 2.16

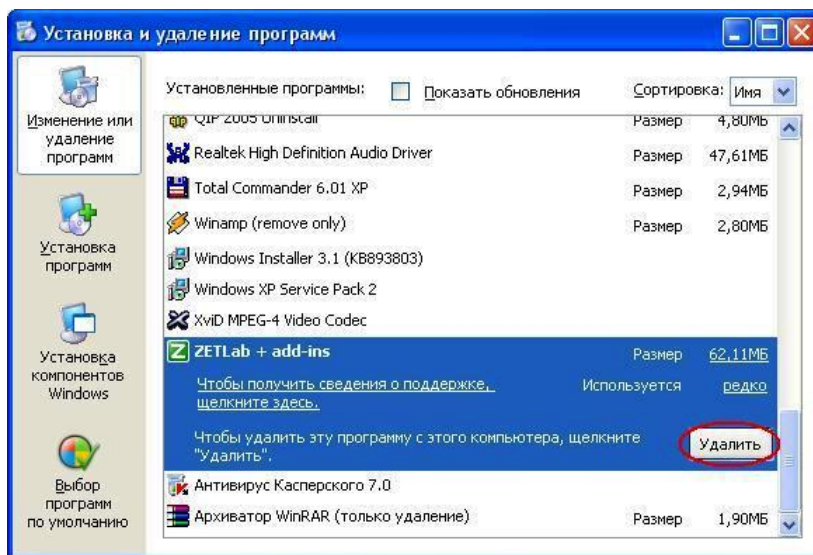


Рисунок 2.17

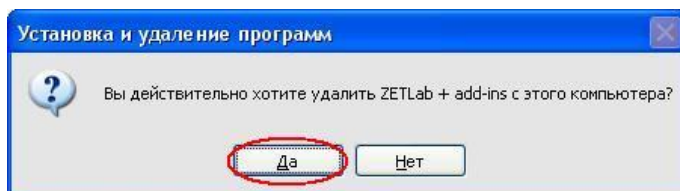


Рисунок 2.18

По завершении процесса удаления закройте окно **Установка и удаление программ** (рисунок 2.17), нажав кнопку **Заккрыть**.

Повторную установку производить по пункту **2.2 Установка программного обеспечения ZETLab и драйверов внешнего модуля «ZET 2XX»**.

## 2.4 Установка внешнего модуля ZET 2XX для работы по беспроводному интерфейсу Bluetooth 2.0.

Для передачи информации между модулем ZET 2XX и компьютером по беспроводному интерфейсу используется стандарт передачи данных IEEE 802.15.1 (Bluetooth). На рисунке 2.19 приведена схема подключения модуля ZET 210 для работы по беспроводному интерфейсу Bluetooth.

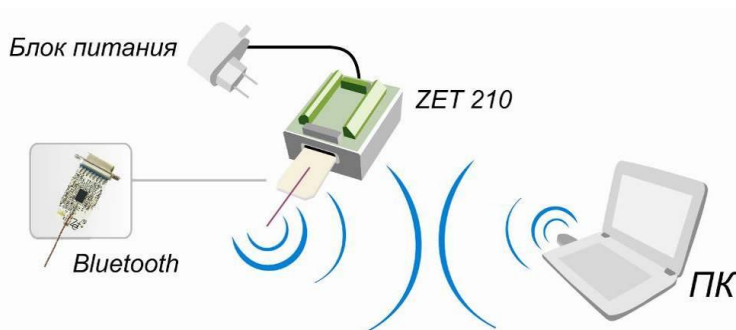


Рисунок 2.19

Дальность действия беспроводного интерфейса не более 10 метров, рекомендуемое расстояние для стабильной работы – 5 метров. Максимальная пропускная способность – 433,9 Кбит/с.

При установке модуля ZET 2XX для работы по беспроводному интерфейсу необходимо выполнить следующую последовательность действий:

- ✓ подключить к модулю ZET 2XX модуль Bluetooth;
- ✓ подключить модуль ZET 2XX к источнику питания;
- ✓ подключить Bluetooth USB-адаптер к порту USB 2.0 компьютера.
- ✓ произвести настройки программного обеспечения **ZETLab** для работы модуля ZET 210 по беспроводному интерфейсу Bluetooth.

---

**Внимание!** Работа модуля ZET 2XX по беспроводному интерфейсу Bluetooth возможна только с операционной системой Microsoft®Windows®XP с пакетом обновления SP2 или Microsoft® Windows®Vista.

---

Перед началом работы или настройки модуля ZET 2XX по беспроводному интерфейсу Bluetooth необходимо, что бы на компьютере было установлено программное обеспечение **ZETLab**. Установка программного обеспечения **ZETLab** описывается в соответствующем разделе **Руководства оператора**, и осуществляется только по интерфейсу USB 2.0.



**Внимание!** Модуль ZET 2XX может работать либо только по интерфейсу USB 2.0 либо по беспроводному интерфейсу Bluetooth. При одновременном подключении модуля ZET 2XX к компьютеру по USB и по Bluetooth, Bluetooth будет иметь приоритет. Поэтому для подключения модуля ZET 2XX по интерфейсу USB 2.0 к компьютеру необходимо, чтобы модуль Bluetooth не был подключен к цифровому порту модуля ZET 2XX. Если же модуль Bluetooth подключен к цифровому порту модуля ZET 2XX и на ZET 2XX подано питание, то необходимо отсоединить от модуля ZET 2XX кабель USB 2.0 либо внешний источник питания +5 В, отсоединить модуль Bluetooth от цифрового порта модуля ZET 2XX, и только после этого подключить модуль ZET 2XX кабелем USB 2.0 к компьютеру.

Для работы модуля ZET 2XX по беспроводному интерфейсу Bluetooth необходимо подсоединить модуль Bluetooth (рисунок 2.20) к порту **ЦИФРОВОЙ ВХОД/ВЫХОД** (разъем DB-15) модуля ZET 2XX (рисунок 2.21). При подключении модуля Bluetooth к цифровому порту модуля ZET 2XX к входному разъему USB 2.0 модуля ZET 2XX не должен быть подключен источник питания +5 В или кабель USB.



Рисунок 2.20

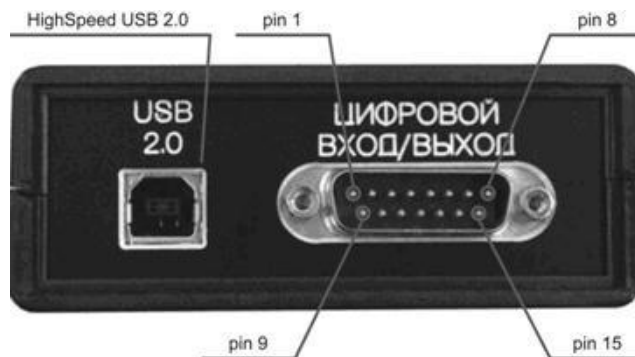


Рисунок 2.21

Далее необходимо подсоединить источник питания +5 В или кабель USB 2.0, подключенный к компьютеру, к разъему USB 2.0 модуля ZET 2XX. На модуле Bluetooth загорятся два индикатора красный и синий, информирующие о том, что коммутация произведена правильно и модуль ZET 2XX готов к работе по беспроводному интерфейсу.

Следующим шагом необходимо подключить Bluetooth USB-адаптер (рисунок 2.22) к любому свободному USB-порту компьютера.



Рисунок 2.22

После первого подключения к USB-порту компьютера Bluetooth USB-адаптера в правом нижнем углу монитора, возле системного трее, появится всплывающее сообщение (рисунок 2.23), информирующее о том, что найдено новое оборудование.

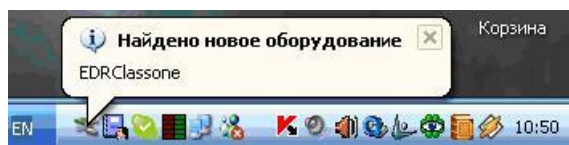


Рисунок 2.23

Далее операционная система сама установит необходимые драйвера и программное обеспечение для правильной работы Bluetooth USB-адаптера. По окончании установки драйверов и ПО в системном трее отобразится значок подключенного Bluetooth USB-адаптера (рисунок 2.24).



Рисунок 2.24

Для того, чтобы убедиться в правильности установки драйверов и ПО Bluetooth USB-адаптера можно из меню **Пуск** панели задач Windows выбрать команду **Настройка → Панель управления → Система → Оборудование → Диспетчер устройств**. В открывшемся окне **Device Manager** щелкнуть левой кнопкой «мыши» на плюсик, расположенный слева от надписи **Bluetooth Radio**, и в раскрывшемся списке отобразятся установленные устройства, как показано на рисунке 2.25.

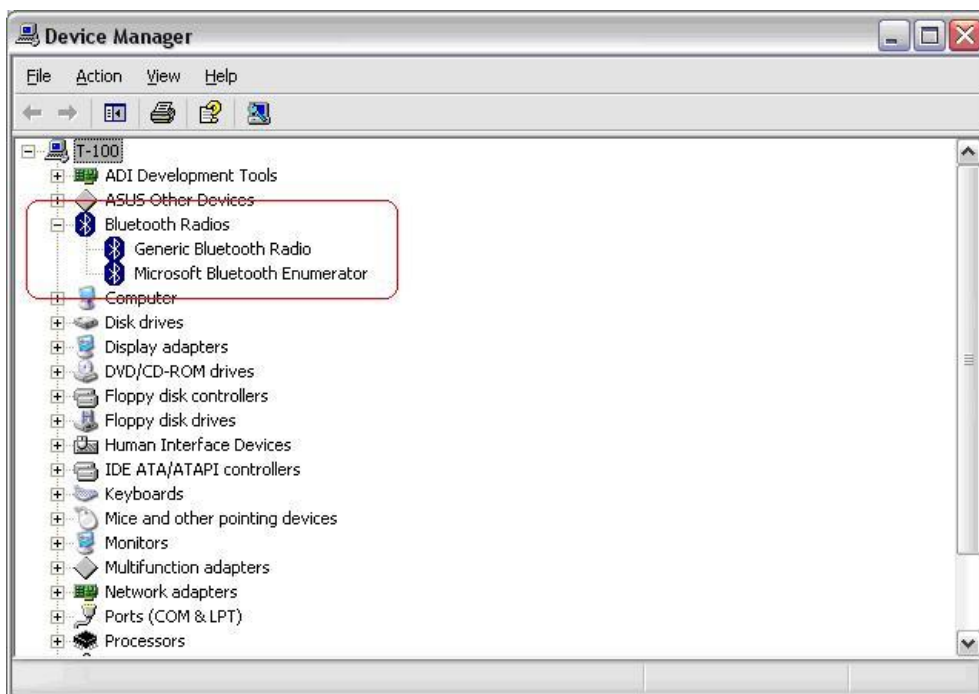


Рисунок 2.25

Далее необходимо настроить программное обеспечение **ZETLab** для работы модуля ZET 2XX по беспроводному интерфейсу Bluetooth. Для этого необходимо запустить панель **ZETLab**. Запуск панели **ZETLab** и работа с ней описана в соответствующем пункте **Руководства оператора**.

После запуска панели для настройки работы модуля ZET 2XX по беспроводному интерфейсу необходимо из меню **Сервисные** панели **ZETLab** выбрать команду **Подключение устройств по Bluetooth** (рисунок 2.26). После чего откроется окно **Подключение устройств по Bluetooth** (рисунок 2.27), а в системном трее отобразится графическая пиктограмма программы (рисунок 2.28).

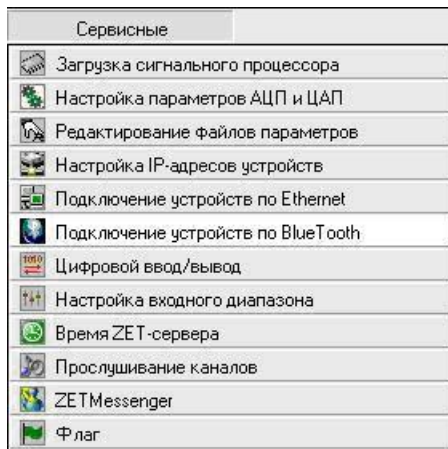


Рисунок 2.26

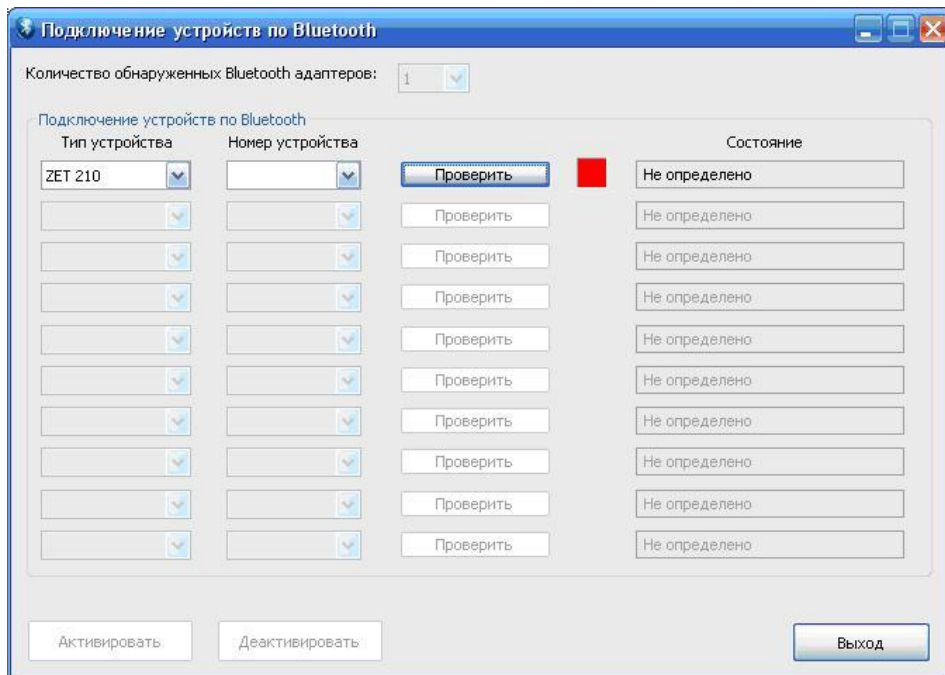


Рисунок 2.27



Рисунок 2.28

Если к компьютеру не подключен ни один Bluetooth USB-адаптер, то на экране отобразится предупреждение – **Bluetooth адаптеров не обнаружено**.

В верхней части окна, в поле **Количество обнаруженных Bluetooth адаптеров**, в списке отображается общее число подключенных (обнаруженных) к компьютеру Bluetooth USB-адаптеров.

---

**Внимание!** Через один Bluetooth USB-адаптер возможно подключить только один модуль ZET 2XX. Если необходимо подключить несколько модулей ZET 2XX, то необходимо подключить к компьютеру такое же количество Bluetooth USB-адаптеров.

---

В списке **Тип устройства** необходимо выбрать используемый внешний модуль, в данном случае это ZET 2XX.

Далее нажать кнопку **Проверить**, расположенную в той же строке. После нажатия кнопки **Проверить** в поле **Состояние**, расположенного напротив проверяемого модуля ZET 2XX, появится надпись **Поиск устройств. Ждите ... 24 с....** Поиск занимает около 24 секунд. По окончании поиска в поле **Состояние** отобразится надпись **Устройства найдены**, слева от этого поля загорится индикатор желтого цвета, а в списке **Номер устройства** появятся заводские номера всех найденных (подключенных для работы по беспроводному интерфейсу) модулей ZET 2XX.

На рисунке 2.29 показан пример состояния программы **Подключение устройств по Bluetooth**.

Далее из списка необходимо выбрать по заводскому номеру модуль ZET 2XX, с которым надо будет работать.

Если работы будут производиться с несколькими модулями ZET 2XX, то процедуру проверки и выбора номера устройства необходимо повторить столько раз, сколько подключено (которые будут задействованы в работе) Bluetooth USB-адаптеров и соответствующего им количества включенных на работу по беспроводному интерфейсу модулей ZET 2XX.

Для окончательной стыковки модуля (модулей) ZET 2XX необходимо нажать кнопку **Активировать**, расположенную в левом нижнем углу программы. Будет произведена окончательная стыковка по беспроводному интерфейсу ZET 2XX с компьютером. После активации окно программы примет вид как показано на рисунке 2.30, все списки и поля заблокируются для изменения, а напротив каждого успешно активированного модуля ZET 2XX, слева от поля **Состояние** индикатор будет отображаться зеленым цветом.

На самом (самых) модуле Bluetooth, подключенном к ZET 2XX погаснет красный индикатор и останется гореть только синий, который является индикатором потока данных (во время приема/передачи данных он будет мигать).

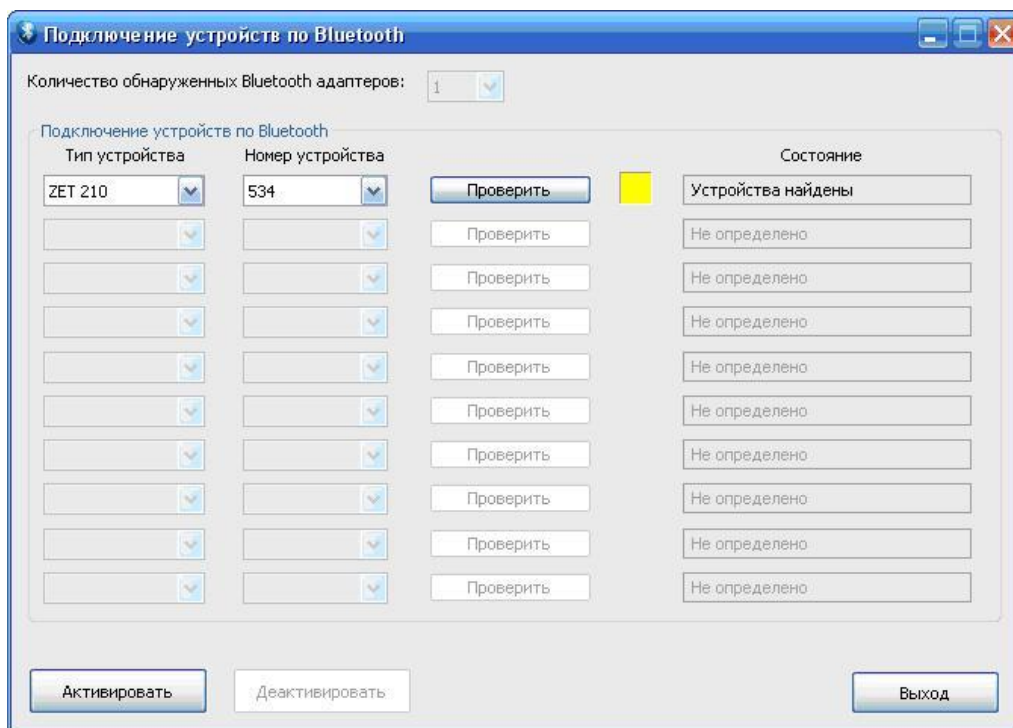


Рисунок 2.29

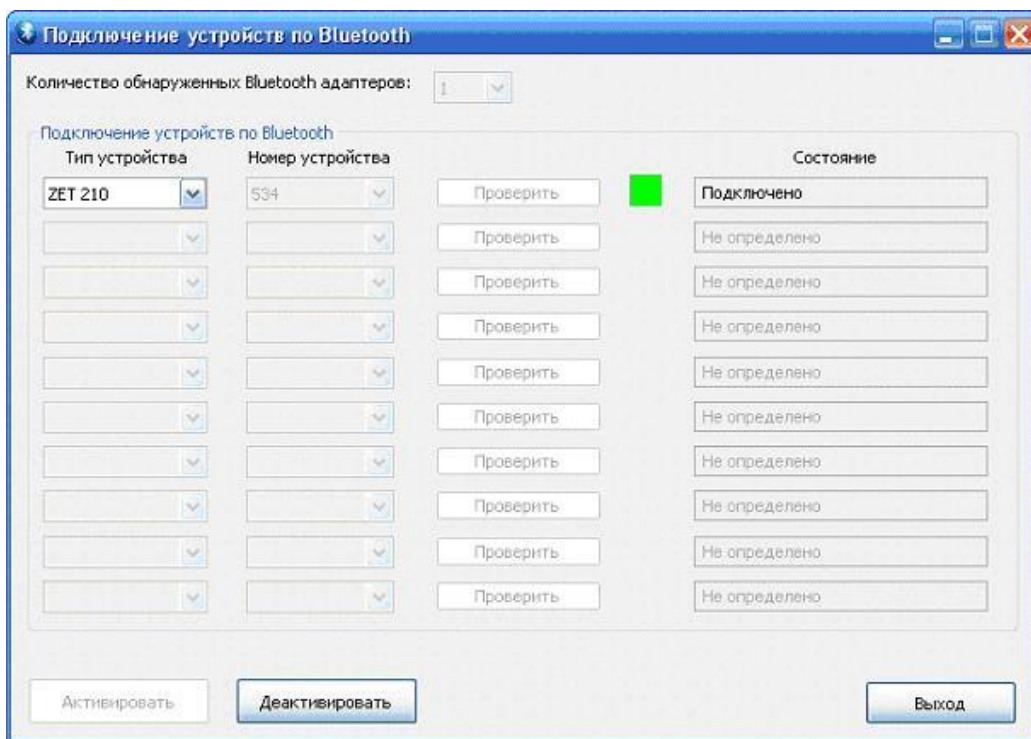


Рисунок 2.30

После настройки программы **Подключение устройств по Bluetooth** окно программы можно оставить как на экране монитора, так и перевести его в фоновый (невидимый) режим. Для перевода в фоновый режим надо либо нажать на крестик, расположенный в правом верхнем углу окна программы, либо нажать на кнопку выход. Повторный вызов программы осуществляется двойным нажатием левой кнопки «мыши» на пиктограмму программы, расположенную в системном трее, либо из меню **Сервисные** выбором команды **Подключение устройств по Bluetooth**.

Далее, для корректной работы модуля по беспроводному интерфейсу Bluetooth необходимо правильно настроить входные (АЦП) и выходной (ЦАП) каналы. Для этого из меню **Сервисные** панели **ZETLab** необходимо выбрать команду **Настройка параметров АЦП и ЦАП** (рисунок 2.31). После чего откроется окно программы **Настройка параметров АЦП и ЦАП** (2.32).

В этом окне необходимо указать частоту дискретизации входных каналов АЦП, необходимое для работы количество каналов, тип включения входных каналов (синфазное или дифференциальное) и частоту дискретизации выходного канала генератора (ЦАП). Более подробное описание настройки АЦП и ЦАП описаны в соответствующем разделе **Руководства оператора**.

---

**Внимание!** Суммарная частота дискретизации всех включенных каналов АЦП не должна превышать 5 кГц. Частота дискретизации ЦАП должна быть строго 16 кГц и может работать только один канал генератора.

---

После всех вышеописанных настроек модуль ZET 2XX полностью готово к работе по беспроводному интерфейсу Bluetooth.

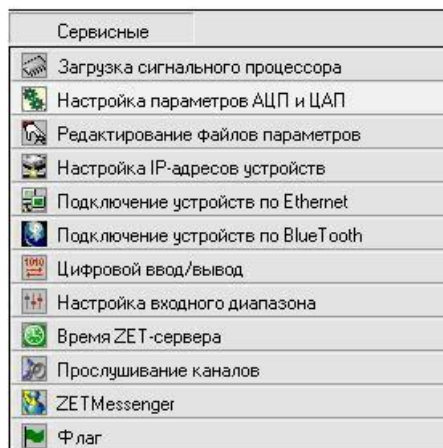


Рисунок 2.31

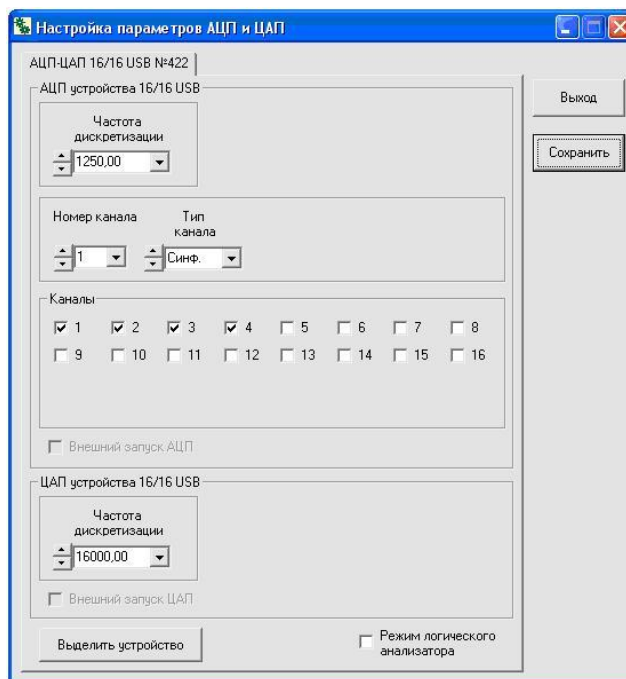


Рисунок 2.32



Настройка и работа программного обеспечения **ZETLab** подробно описана в **Руководстве оператора**.

Если в процессе работы будет замечено, что входной сигнал идет прерывисто и рвется (это можно увидеть при помощи программы **Осциллограф**), то это является признаком плохой связи. В этом случае, по возможности, необходимо сократить расстояние или уменьшить частоту дискретизации входных каналов ZET 2XX.

После завершения работы с модулем ZET 2XX по беспроводному интерфейсу необходимо провести деактивацию. Для этого в окне программы **Подключение устройств по Bluetooth** нажать кнопку **Деактивация**, после чего произойдет завершение соединения. Далее для выхода из программы либо нажать левой клавишей «мыши» на кнопку закрытия окна , расположенный в правом верхнем углу окна программы, либо нажать на кнопку выход.

## 2.5 Настройка внешних модулей ZET 220 и ZET 230 для работы по локальной сети (Ethernet).

Для обеспечения работы модулей ZET 220/ZET 230 по локальной сети необходимо выполнить следующую последовательность действий:

- ✓ установить IP адрес и маску на компьютер;
- ✓ подключить модуль ZET 220/ZET 230 к компьютеру по шине USB;
- ✓ установить IP адрес и маску на подключаемый модуль;
- ✓ подключить модуль ZET 220/ZET 230 и компьютер к локальной сети;

Схема подключения модулей ZET 220/ZET 230 по локальной сети (Ethernet) приведена на рисунке 2.33.

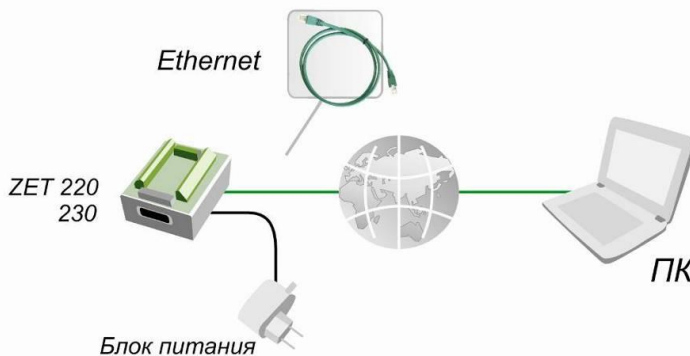


Рисунок 2.33

### 2.5.1 Настройка сетевых параметров рабочего компьютера.

Для установки IP адреса и маски на компьютере необходимо из меню **Пуск** панели задач Windows выбрать команду **Настройка → Сетевые подключения**. При этом открывается окно **Сетевые подключения** (рисунок 2.34).

В нижней левой части окна отображается информация о ЛВС: IP адрес и маска подсети. Если в компьютере происходит автоматическая настройка, то необходимо произвести ручную настройку в соответствии с руководством на операционную систему. Для этого необходимо справа в меню **Сетевые задачи** нажать на **Изменение**

**настроек подключения** либо нажатием правой кнопки «мыши» по названию сетевого подключения вызвать всплывающее меню, в котором выбрать пункт **Свойства**. При этом открывается окно **Local Area Connection – свойства** (Подключение по локальной сети – свойства), которое приведено на рисунке 2.35. В этом окне необходимо выбрать **Internet Protocol (TCP/IP)** и нажать кнопку **Свойства**. В появившемся окне **Свойства: Internet Protocol (TCP/IP)** (рисунок 2.36) выбрать **Использовать следующий IP-адрес** и задать IP-адрес и маску подсети.

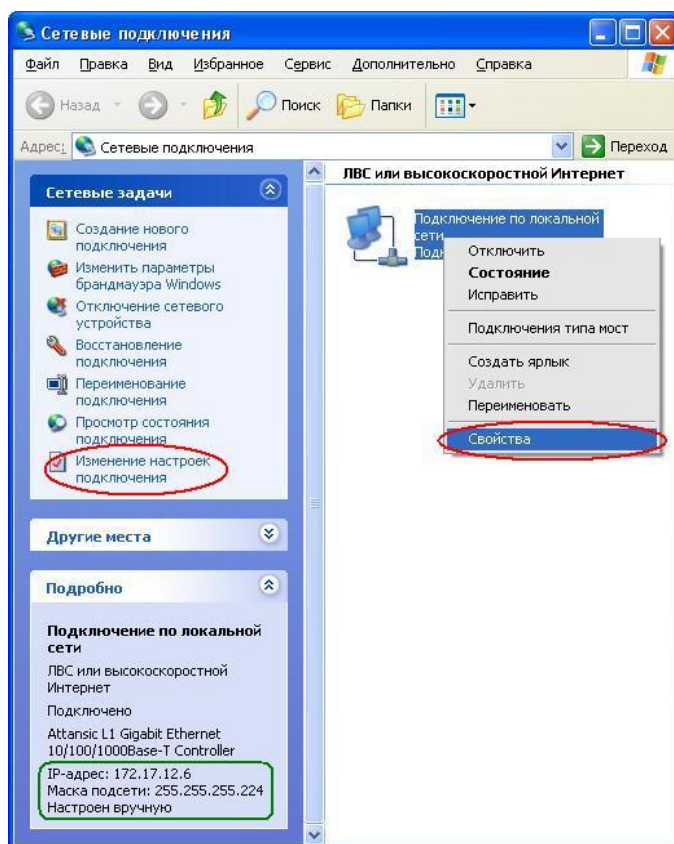


Рисунок 2.34

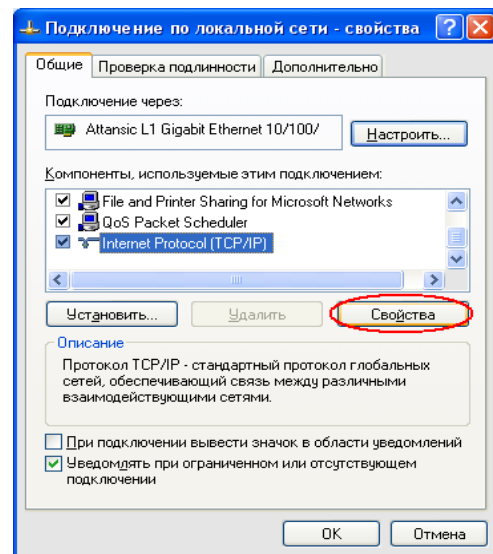


Рисунок 2.35

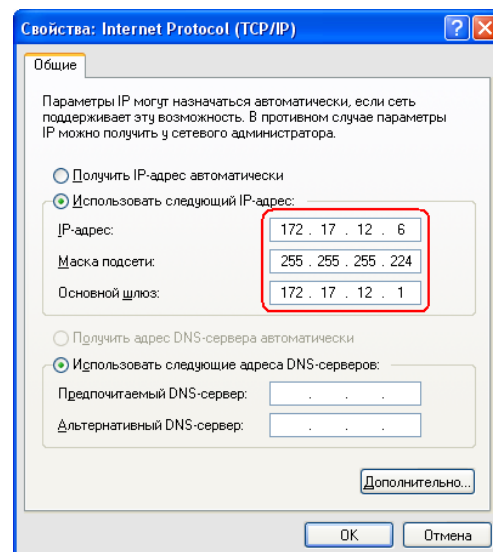


Рисунок 2.36



### 2.5.2 Настройка параметров модуля ZET 220/230.

Для настройки параметров модуля ZET 220/230 необходимо сначала подключить прибор по шине USB (пункт 2.1 данного **Руководства оператора**)

Далее из меню **Сервисные** панели **ZETLab** выбрать команду **Настройка IP-адресов устройств** (рисунок 2.37).

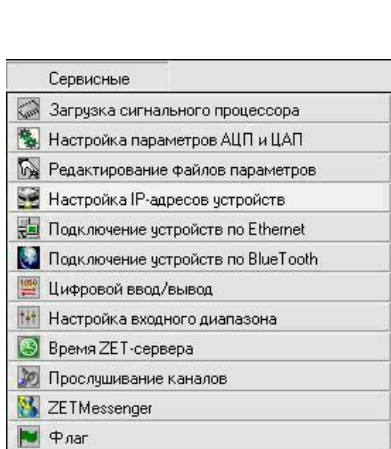


Рисунок 2.37

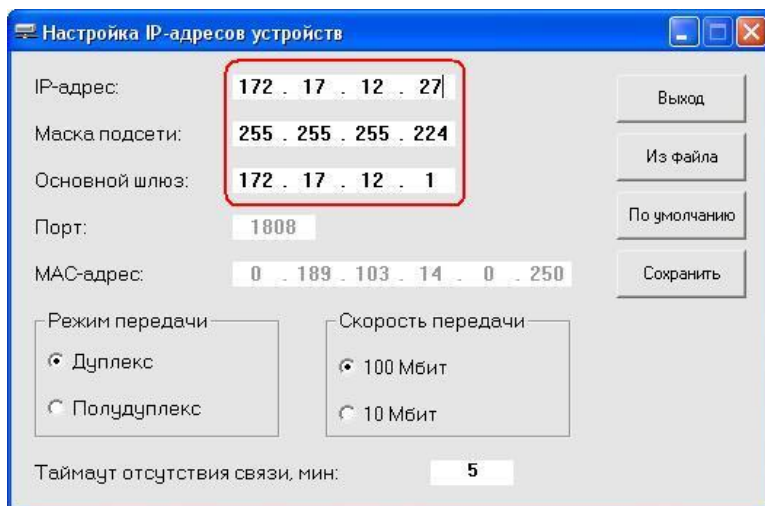


Рисунок 2.38

В появившемся окне программы **Настройка IP-адресов устройств** (рисунок 2.38) необходимо установить IP-адрес и маску подсети так, чтобы компьютер и настраиваемый модуль ZET 220/ZET 230 были в одной группе. Значения вводятся с клавиатуры. Допустим, мы имеем следующие параметры сети: Маска подсети: 255.255.255.224; Основной шлюз: 172.17.12.1; IP-адрес используемого в работе компьютера: 172.17.12.6. В таком случае в окне **Настройка IP адресов устройств**, необходимо указать следующие значения:

- IP-адрес: 10.0.2.27 (последнее число адреса может быть и другим, но с начала надо убедиться, что данный IP-адрес не занят другими компьютерами либо иными устройствами)
- Маска подсети 255.255.255.224
- Основной шлюз 172.17.12.1

Затем нажать на кнопку **Сохранить**.

**Примечание:** если необходимо настроить несколько анализаторов, то необходимо настраивать каждый анализатор индивидуально.

### 2.5.3 Подключение модуля ZET 220/230 по локальной сети.

После настройки IP-адреса анализатора спектра, необходимо отключить модуль от шины USB и подключить к локальной сети с помощью разъема RJ-45

Далее из меню **Сервисные** панели **ZETLab** необходимо выбрать команду **Подключение устройств по Ethernet** (рисунок 2.39).

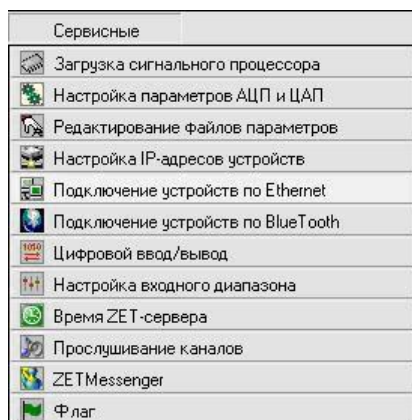


Рисунок 2.39

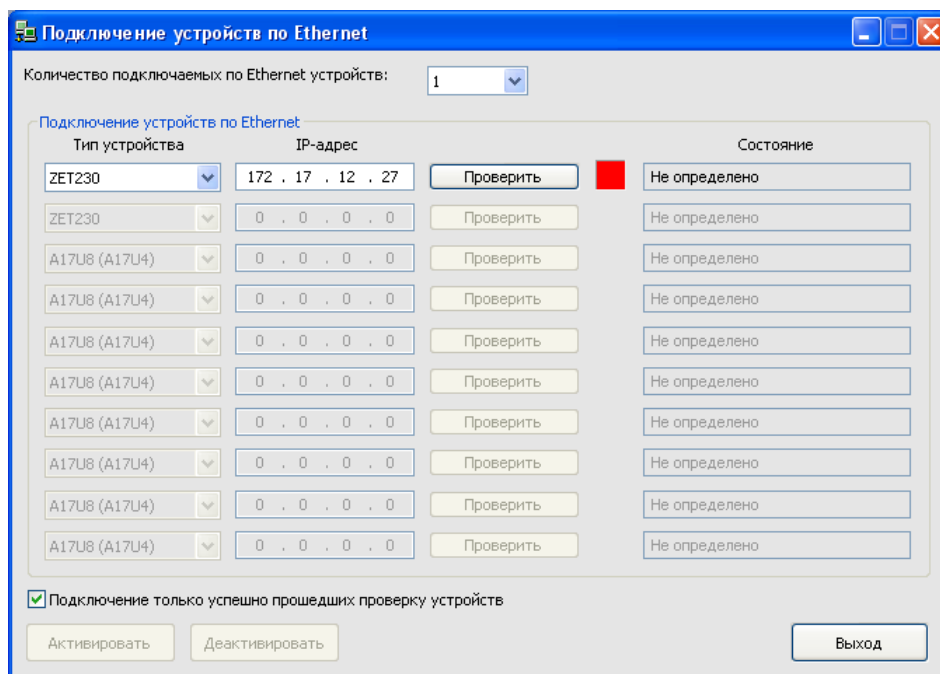


Рисунок 2.40

В открывшемся окне программы **Подключение устройств по Ethernet** (рисунок 2.40) необходимо сделать следующее:

➤ В поле со стрелкой (список)  справа от надписи **Количество подключаемых по Ethernet устройств** выбрать количество приборов, которые необходимо подключить. Для этого нажать правой кнопкой «мыши» на стрелку  и из открывшегося списка выбрать нужное число. В данном примере подключается один модуль.

➤ В поле со стрелкой (список)  под надписью **Тип устройства** выбрать название подключаемого модуля. Для этого нажать правой кнопкой «мы-

ши» на стрелку  и из открывшегося списка выбрать нужный тип устройства. В данном примере подключается модуль ZET 230.

➤ В поле  под надписью **IP-адрес** ввести с клавиатуры IP-адрес подключаемого анализатора спектра (установленный в пункте 2.5.2 настоящего Руководства оператора).

➤ Нажать на кнопку **Проверить**. При этом в поле под надписью **Состояние** появится надпись **Тест IP. Ждите 11 с...** (рисунок 2.41). По окончании тестирования в поле над надписью **Состояние** отобразится надпись **Ответ получен**, слева от этого поля загорится индикатор желтого цвета и станет доступной кнопка **Активировать** (рисунок 2.42).

➤ Нажать кнопку **Активировать**. При этом в поле под надписью **Состояние** появится сообщение **Подключаемся. Ждите 67 с...**, индикатор слева снова станет красного цвета и все списки и поля станут недоступными для изменения (рисунок 2.43). По окончании времени ожидания в поле под надписью **Состояние** появится сообщение **Устройство подключено**, а цвет индикатора слева станет зеленым (рисунок 2.44). При этом в системном трее появится графическая пиктограмма программы **Сервер подключения устройств по Ethernet** (рисунок 2.45).

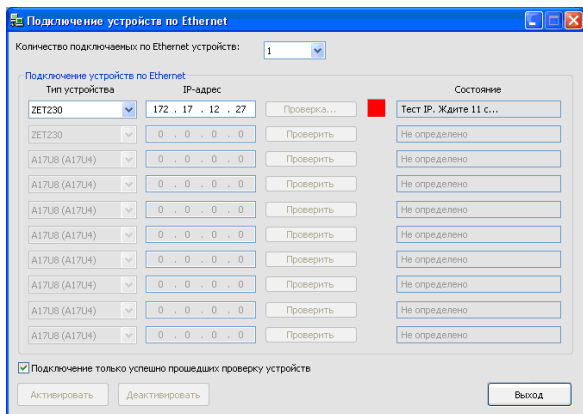


Рисунок 2.41

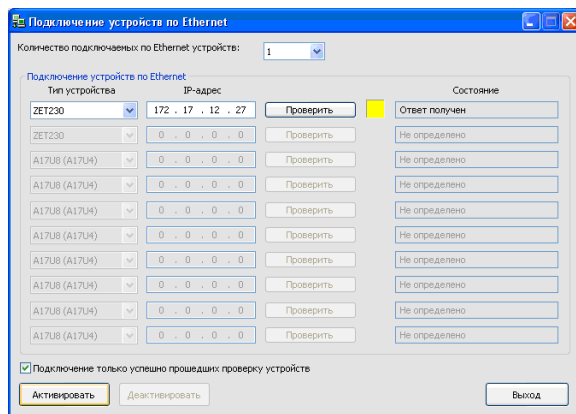


Рисунок 2.42

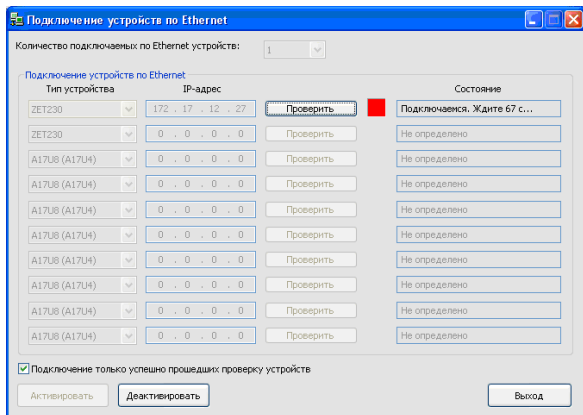


Рисунок 2.43

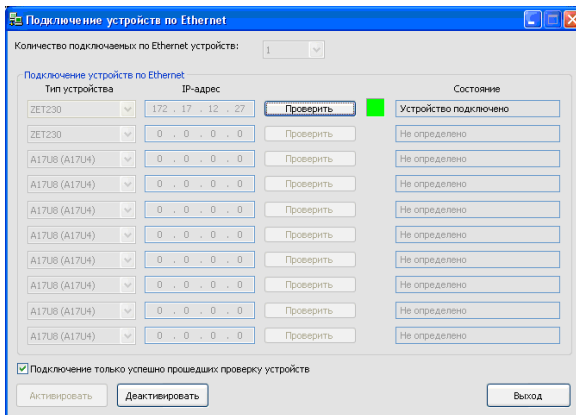


Рисунок 2.44

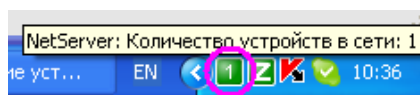


Рисунок 2.45

➤ Закрывать программу нажатием кнопки **Выход**, либо кнопки , расположенной в правом верхнем углу окна.

По окончании работы с модулями ZET 220/ZET 230 необходимо снова вызвать эту программу и нажать на кнопку **Деактивировать**.

## 2.6 Подключение внешних модулей ZET 220 и ZET 230 по локальной сети с применением технологии Wi-Fi (IEEE 802.11).

Подключение внешних модулей ZET 220/ZET 230 по Wi-Fi осуществляется с применением точек доступа, например, D-Link DWL-2200AP.

При подключении модулей ZET 220/ZET 230 по локальной сети с применением технологии Wi-Fi, необходимо выполнить следующую последовательность действий:

- подключить точки доступа и установить на них IP-адрес и маску;
- установить модуль ZET 220/ZET 230 на компьютер по шине USB;
- установить IP-адрес и маску на подключаемый модуль;
- подключить модуль ZET 220/ZET 230 к компьютеру по Wi-Fi.

Схема подключения модулей ZET 220/ZET 230 по локальной сети с применением технологии Wi-Fi приведена на рисунке 2.46.

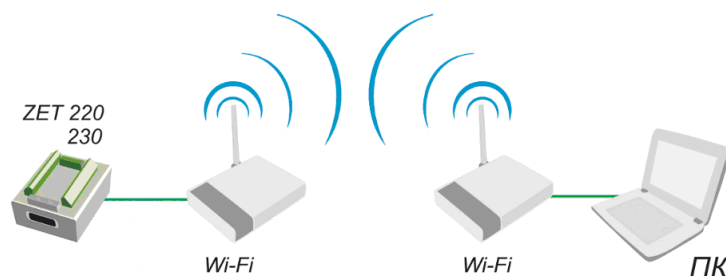


Рисунок 2.46

### 2.6.1 Настройка сетевых параметров рабочего компьютера

При подключении модулей ZET 220/ZET 230 по локальной сети с применением технологии Wi-Fi необходимо будет несколько раз менять сетевые настройки точек доступа и подключаемых модулей. Поэтому прежде всего следует запомнить или записать параметры сети, к которой подключен компьютер. Для этого выбрать **Меню Пуск → Настройка → Сетевые подключения**.

В появившемся окне выбрать ваше **Подключение по локальной сети**, щелчком правой кнопки мыши на соединении вызвать всплывающее меню и далее вы-

брать пункт **Свойства** (рисунок 2.47). В открывшемся окне **Подключение по локальной сети – свойства** (рисунок 2.48) следует выбрать пункт **Internet Protocol (TCP/IP)** и нажать кнопку **Свойства**. При этом откроется окно **Свойства: Internet Protocol (TCP/IP)**, в котором будут отражены текущие параметры сети (рисунок 2.49). Например: IP-адрес: 172.17.12.6, Маска подсети 255.255.255.224, Основной шлюз 172.17.12.1

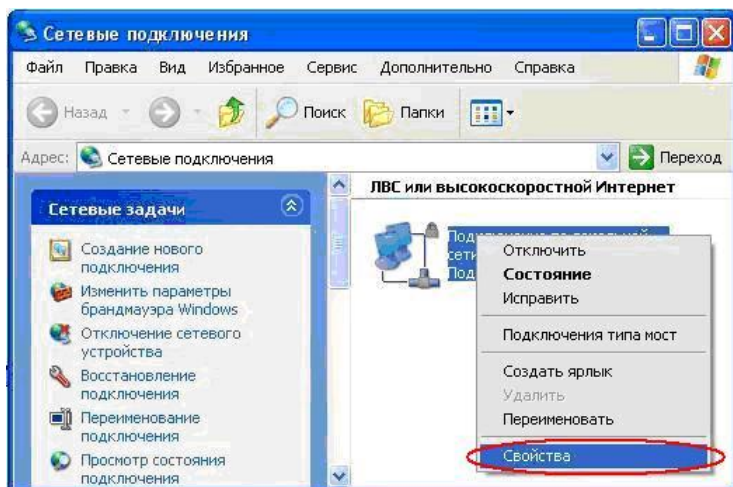


Рисунок 2.47

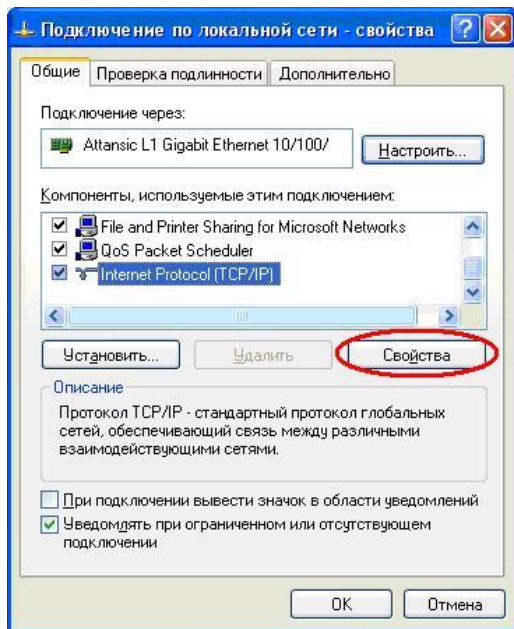


Рисунок 2.48

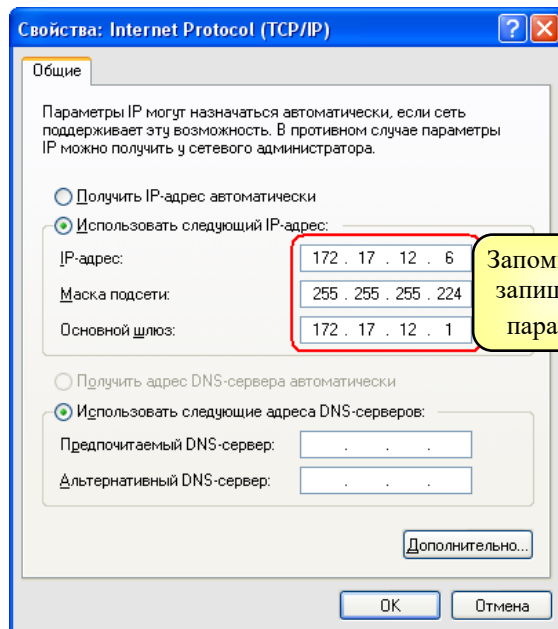


Рисунок 2.49

## 2.6.2 Настройка параметров беспроводной точки доступа

При первом использовании точки доступа в ней имеются некоторые параметры, установленные по умолчанию: IP-адрес: 192.168.0.50, Маска подсети: 255.255.255.0, Login: admin (только строчными буквами), Password: пароля нет (оставить данное поле пустым).

**Примечание:** параметры по умолчанию могут несколько отличаться от параметров, приведенных в настоящем руководстве. Уточните их в инструкции, прилагаемой к точке доступа производителем (в данном случае D-Link).

Следовательно, для первоначального доступа к сетевым настройкам точки доступа используемый в работе компьютер должен иметь аналогичные настройки. Для этого в окне **Свойства: Internet Protocol (TCP/IP)** (пункт 2.6.1 настоящего **Руководства оператора**) необходимо изменить значения полей **IP-адрес**, **Маска подсети** и **Основной шлюз** (рисунок 2.50) и сохранить изменения нажатием кнопки **ОК**.

Далее необходимо набрать в адресной строке браузера строку <http://192.168.0.50>, в результате чего появится окно, изображенное на рисунке 2.51, где предлагается ввести логин и пароль. Логин **admin**, поле ввода пароля остается пустым.

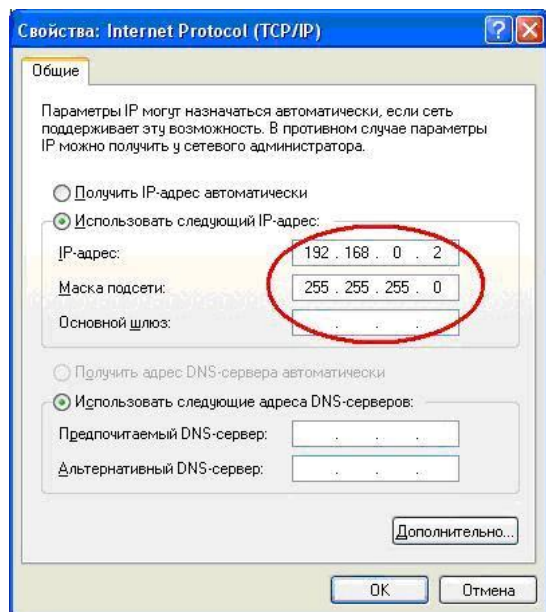


Рисунок 2.50

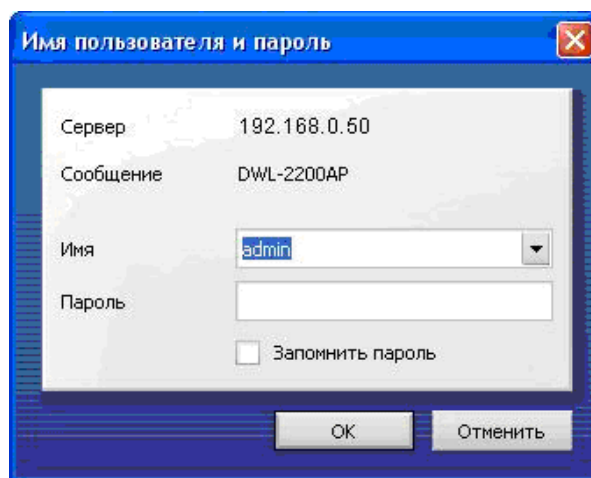


Рисунок 2.51

При нажатии на кнопку **ОК** появляется страница настроек точки доступа, где необходимо поменять параметры. На рисунке 2.52 представлен вариант с нужными нам настройками: новый IP-адрес (от IP-адреса рабочего компьютера должен отличаться лишь последним числом (в данном случае 6 изменили на 7)), предварительно



убедившись, что новый IP-адрес свободен), маска подсети и шлюз должны быть точно такими же, как и в первоначальных настройках рабочего компьютера.

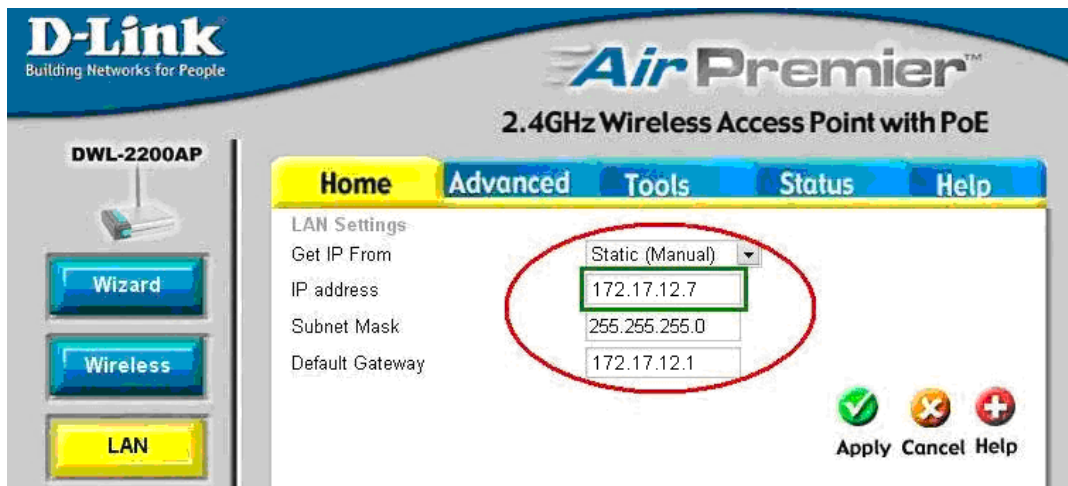


Рисунок 2.52

При нажатии на кнопку **Apply**, появится предупреждение, что соединение не установится, так как настройки вашей сети отличаются от уже принятых, новых, настроек точки доступа. Эта проблема исчезнет, когда рабочий компьютер и точка доступа снова окажутся в одной подсети.

Итак, далее необходимо поменять сетевые настройки рабочего компьютера на первоначальные (рисунок 2.49).

После изменения сетевых настроек точки доступа страница настроек больше не доступна с адреса <http://192.168.0.50>. Доступ осуществляется по заданному пользователем адресу, в данном случае <http://172.17.12.7>.

Для дальнейшей настройки точки доступа необходимо перейти на вкладку Wireless (настройка параметров беспроводной сети) (рисунок 2.53). Необходимо изменить пункт **Mode** с **Access Point** (по умолчанию) на **WDS**, пункт **Channel: 1**, с частотой **2.412 GHz**. В поле **WDS Remote MAC Address** задается MAC адрес второй точки доступа (случайно не введите свой MAC адрес)

Далее необходимо нажать кнопку **Apply**, после чего подождать 30 секунд и проверить, установились ли параметры.

**Примечание:** Технология WDS- Wireless Distribution System, позволяет одновременно подключать беспроводных клиентов, к точкам, работающим в режиме Bridge (мост точка-точка) и Multipoint Bridge (мост точка-много точек). Однако скорость передачи данных у беспроводных клиентов, в таком режиме будет порядка 1/3 от скорости передачи данных между точками доступа.

**D-Link**  
Building Networks for People

**Air Premier™**  
2.4GHz Wireless Access Point with PoE

**DWL-2200AP**

Wizard  
Wireless  
LAN

Home Advanced Tools **Status** Help

Wireless Settings

Wireless Band: IEEE802.11g

Mode: WDS

SSID: dlink

SSID Broadcast: Enable

Channel: 1 2.412 GHz Auto Channel Scan

WDS

Remote AP MAC Address

|   |                   |   |  |
|---|-------------------|---|--|
| 1 | 00:19:5b:7f:c3:35 | 2 |  |
| 3 |                   | 4 |  |
| 5 |                   | 6 |  |
| 7 |                   | 8 |  |

Authentication: Open System

Key Settings

Encryption: ☒ Disable ☐ Enable

Key Type: HEX Key Size: 64 Bits

Valid Key: First

First Key:

Second Key:

Third Key:

Fourth Key:

Radio: On

Super G Mode: Disable

Wireless Qos(WMM): Enable

Apply Cancel Help

Перейдя по данной ссылке можно посмотреть MAC адрес текущей точки доступа, но в поле Remote AP MAC, указывается MAC адрес второй точки доступа.

**DWL-2200AP**

Device Info  
Stats

Home Advanced Tools **Status** Help

Device Information

Firmware Version: v2.20

MAC Address: 00:19:5b:7f:c3:3e

Ethernet

Get IP From: Manual

IP address: 172.17.12.7

Subnet Mask: 255.255.255.0

Gateway: 172.17.12.1

Рисунок 2.53



### 2.6.3 Настройка второй точки доступа

Настройки второй точки доступа аналогичны выкладкам, приведенным в пункте 2.6.2. Изменяется лишь последнее число в IP адресе. Например, 172.17.12.8.

Еще раз обратите свое внимание на MAC адреса. В поле **WDS Remote AP MAC Address** точки доступа с IP 172.17.12.7 надо указать MAC адрес точки доступа с IP 172.17.12.8. И наоборот.

**Примечание:** Если все сделано правильно, то после того как обе точки доступа настроены, у компьютера должен быть первоначальный IP-адрес, а у точек доступа – отличаться последние числа.

### 2.6.4 Настройка внешних модулей ZET 220/ZET 230

После подключения и настроек точек доступа необходимо подключить и настроить внешний модуль ZET 220/ZET 230 так же, как при подключении по локальной сети (Ethernet) (пункт 2.5 настоящего **Руководства оператора**). Сначала необходимо подключить модуль по шине USB (пункт 2.1), настроить его IP-адрес и маску подсети (пункт 2.5.2), затем подключить модуль к локальной сети (Ethernet) (пункт 2.5.3).

На рисунке 2.54 представлена конечная схема подключения внешних модулей ZET 220/ZET 230 по Wi-Fi с применением точек доступа (в данном случае D-Link DWL-2200AP). Модуль ZET 220/ZET 230 подключается кабелем «витая пара» к одной точке доступа. Вторая точка доступа может быть подключена также кабелем «витая пара» либо непосредственно к рабочему компьютеру, либо к той же локальной сети, что и рабочий компьютер.

**Примечание:** если у компьютера есть Wi-Fi адаптер, то вторая точка доступа не нужна.

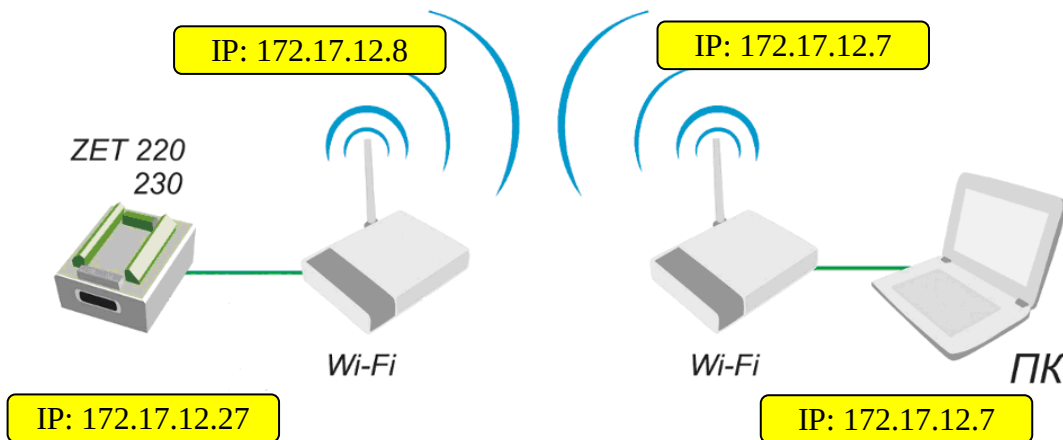


Рисунок 2.54



### 3 Панель управления программами ZETLab

#### 3.1 Назначение панели управления ZETLab

Управление и запуск программ **ZETLab** осуществляется при помощи панели управления программами **ZETLab**.



Рисунок 3.1

Панель управления программами **ZETLab** (далее – панель **ZETLab**) представляет собой горизонтальную панель (рисунок 3.1), располагающуюся после запуска в верхней части экрана. В левой части панели **ZETLab** находятся кнопки меню групп программ и служебные пиктограммы. В правой части находятся кнопка **Выход**, и, при включенном режиме **Многоскранный интерфейс**, – кнопки с номерами экранов (режим **Многоскранный интерфейс**, служебные пиктограммы и кнопки с номерами экранов описывается ниже).

Панель **ZETLab** позволяет запускать программы анализа сигналов, измерения физических величин электрических параметров сигналов, осциллографирования и отображения формы сигналов, генерирования сигналов различной формы, сервисные программы и многие другие.

Для запуска какой-либо программы нужно нажать левой кнопкой «мыши» на название соответствующего раздела меню (группы программ), из развернувшегося списка программ этого раздела выбрать нужную и нажать на нее левой кнопкой «мыши».

Каждое меню группы программ содержит список программ, отображаемый при нажатии левой клавишей «мыши» на кнопку вызова меню группы программ на панели **ZETLab**. В раскрывающемся меню группы программ рядом с названиями программ находятся пиктограммы, позволяющие быстро связать команду запуска программы с ее графическим изображением. При активной панели **ZETLab** (активной панель становится после нажатия левой клавишей «мыши» на свободном от кнопок месте панели **ZETLab**), подводя курсор «мыши» к кнопкам меню групп программ появляется всплывающая подсказка с отображенным в ней полным названием группы и списком располагающихся в этой группе программ.

#### 3.2 Запуск панели ZETLab

Панель **ZETLab** запускается двойным нажатием левой кнопкой «мыши» на ярлык запуска программы , расположенного на рабочем столе операционной системы Microsoft Windows (далее – ОС Windows) или из меню **Пуск** панели задач ОС Windows выбором команды **Программы → ZETLab → ZETPanel** (рисунок 3.2). Также панель **ZETLab** можно запустить при помощи исполняемого файла **ZETPanel.exe** из директории C:\ZETLab. При запуске панели **ZETLab** ее значок появится в области уведомлений панели задач Windows (рисунок 3.3) и произойдет ав-

томатическая загрузка сигнального процессора подключенного внешнего модуля, производимого ЗАО "Электронные технологии и метрологические системы". При этом в нижнем правом углу экрана появляется всплывающая подсказка (рисунок 3.4), информирующая о том, что сигнальный процессор загружен. Данная всплывающая подсказка будет появляться при установке признака автоматической загрузки сигнального процессора в файле конфигурации ZETPanel.cfg панели **ZETLab**. Файл конфигурации ZETPanel.cfg панели **ZETLab** будет описан ниже.

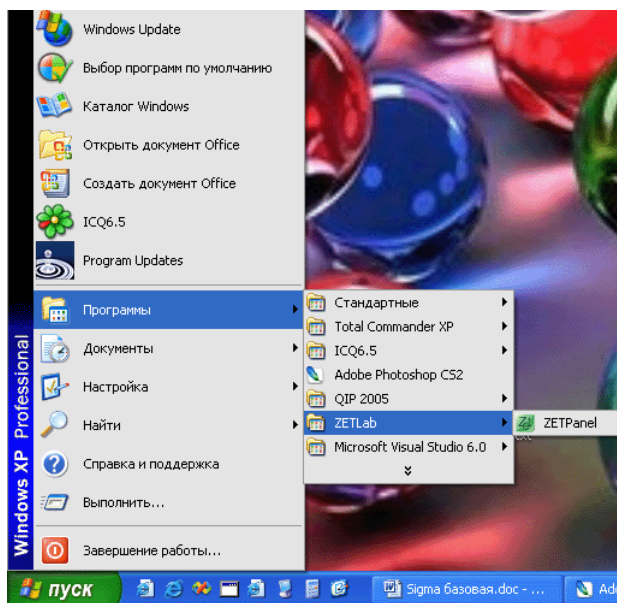


Рисунок 3.2



Рисунок 3.3

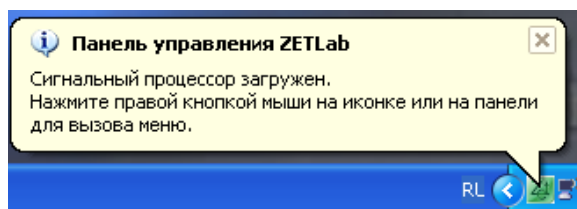


Рисунок 3.4

### 3.3 Управление панелью ZETLab

Управление панелью **ZETLab** осуществляется при помощи контекстного меню (рисунок 3.5), вызываемого нажатием правой клавиши «мыши» на свободном от кнопок месте панели **ZETLab** или на её значок в области уведомлений панели задач ОС Windows.

Для выполнения какой-либо команды контекстного меню нужно нажать левой кнопкой «мыши» на соответствующую команду этого меню. Также можно перемещаться по меню с помощью клавиш клавиатуры со стрелками и выбирать нужную команду нажатием клавиши <Enter>. Некоторые из команд меню имеют клавиши

быстрого запуска («горячие клавиши»). В этом случае напротив названия команды отражается комбинация клавиш клавиатуры для быстрого запуска соответствующей команды меню. Знак «+» в комбинации клавиш означает, что для выполнения команды необходимо нажать сначала 1-ю клавишу, а затем, удерживая ее, нажать 2-ю. Например, для выхода из панели **ZETLab** необходимо, удерживая клавишу <Ctrl>, нажать на клавишу <X> (в латинской раскладке клавиатуры).

| Открыто окон: 8                         | 1-й экран:                           |
|-----------------------------------------|--------------------------------------|
| ✓ Автоматическое размещение окон Ctrl+A | Многоканальный осциллограф           |
| ✓ Многоэкранный интерфейс Ctrl+M        | Частотомер - Сигнал3                 |
| Закреть все открытые окна               | 2-й экран:                           |
| Свернуть все открытые окна              | Вольтметр переменного тока - Сигнал3 |
| Развернуть все открытые окна            | Вольтметр переменного тока - Сигнал1 |
| Спрятать панель                         | 3-й экран:                           |
| Отобразить панель                       | Вольтметр переменного тока - Сигнал4 |
| Сохранить проект Ctrl+S                 | Вольтметр переменного тока - Сигнал2 |
| Загрузить проект Ctrl+O                 | 4-й экран:                           |
| Помощь F1                               | Узкополосный спектр - Сигнал1        |
| О программе...                          | Узкополосный спектр - Сигнал1        |
| Выход Ctrl+X                            |                                      |

Рисунок 3.5

В раскрывшемся контекстном меню в первой строке меню **Открыто окон: XX** отображается общее количество открытых окон (запущенных программ). При наведении курсора «мыши» на эту строку раскрывается подменю, в котором перечислены названия открытых окон программ (запущенных программ). Если необходимо вывести на передний план окно какой-либо открытой программы, надо перейти в подменю и в списке выбрать нужное название. Окно выбранной программы становится активным и помещается на передний план. Эта функция полезна при включенном режиме **Многоэкранный интерфейс**.

### 3.3.1 Функция «Автоматическое размещение окон»

Функция **Автоматическое размещение окон** предназначена для автоматического размещения окон запускаемых пользователем программ на экране монитора.

В зависимости от количества и типа запускаемых программ их окна размещаются по всей полезной площади экрана монитора.

#### Примечания.

Под полезной площадью подразумевается прямоугольная область, в пределах координат которой размещаются окна программ.

Существуют 2 типа окон программ:

1. автоматически масштабируемые по всей полезной площади (например, программы типа **Многоканальный осциллограф**, **Узкополосный спектральный анализ**);
2. имеющие привязку к левому верхнему краю экрана монитора (например, программы типа **Вольтметр переменного тока**, **Генератор сигналов**)

Для включения функции **Автоматическое размещение окон** необходимо в контекстном меню панели **ZETLab** (рисунок 3.6) выбрать команду **Автоматическое размещение окон**. После этого меню исчезнет и включится данная функция.

При повторном отображении контекстного меню напротив команды **Автоматическое размещение окон** будет установлен флажок, означающий, что данная функция включена.

Для отключения функции необходимо повторно выбрать команду **Автоматическое размещение окон**.

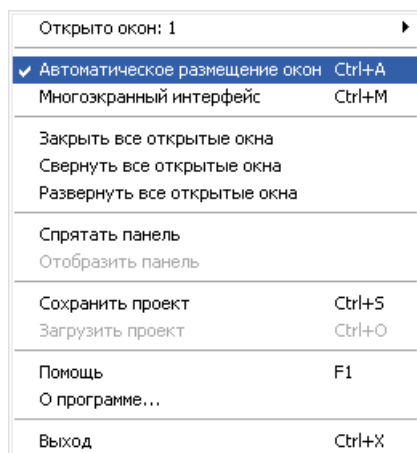


Рисунок 3.6

При выключенной функции **Автоматическое размещение окон** окна запускаемых программ располагаются в центре экрана. Пользователь по своему усмотрению может задавать размеры и положение окон программ на рабочем столе ОС Windows.

Включение или выключение функции **Автоматическое размещение окон** при активной панели **ZETLab** также возможно нажатием комбинации «горячих клавиш» <Ctrl> + <A>.

**Примечание:** если при включенной функции «Автоматическое размещение окон» не происходит должного размещения окон запускаемых программ на экране монитора, необходимо увеличить значение отвечающего за это параметра в третьей строке файла конфигурации панели **ZETLab** (подробнее см. п. **Файл конфигурации панели ZETLab**).

### 3.3.2 Функция «Многоэкранный интерфейс»

Функция **Многоэкранный интерфейс** предназначена для создания эффекта использования до 4-х рабочих экранов.

Для включения функции **Многоэкранный интерфейс** необходимо в контекстном меню панели **ZETLab** (рисунок 3.6) выбрать команду **Многоэкранный интерфейс**. После этого меню исчезнет и включится данная функция.

При повторном отображении контекстного меню напротив команды **Многоэкранный интерфейс** будет установлен флажок, означающий, что данная функция включена.

Для отключения функции необходимо повторно нажать на команду **Многоэкранный интерфейс**.

При включенной функции **Многоэкранный интерфейс** слева от кнопки **Выход** на панели **ZETLab** отображаются 4 кнопки с цифровыми пиктограммами «1»...«4», обозначающими номера экранов (рисунок 3.7). При первом включении функции цвет пиктограмм красный, кнопка первого экрана нажата. Нажатая кнопка означает, что одноименный экран активный и все запускаемые программы будут его принадлежностью.

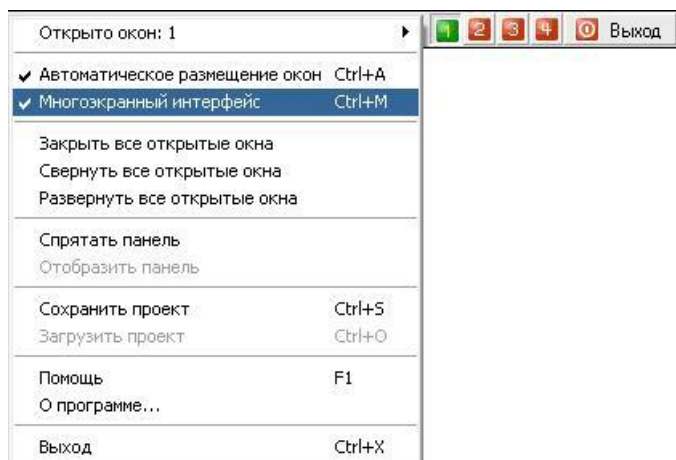


Рисунок 3.7

Выбор других экранов осуществляется нажатием на кнопку с соответствующей цифрой, при этом выбранный экран становится активным, а запущенные в этом экране окна программ выводятся на передний план поверх программ, запущенных в других экранах.

Кнопка выбора экрана красного цвета означает, что в одноименном экране не запущена ни одна программа. Кнопка зеленого цвета означает, что в одноименном экране запущена хотя бы одна программа.

При выключении функции **Многоэкранный интерфейс** все окна запущенных программ всех экранов становятся принадлежностью одного экрана.

Включение или выключение функции **Многоэкранный интерфейс** при активной панели **ZETLab** также возможно нажатием комбинации «горячих клавиш» <Ctrl> + <M>.

### 3.3.3 Управление окнами запущенных программ

Для управления окнами запущенных программ предусмотрены следующие команды контекстного меню панели **ZETLab**:

**Заккрыть все открытые окна** – предназначена для закрытия окон всех программ, запущенных через панель **ZETLab**. Команда **Заккрыть все открытые окна** будет недоступна, если через панель **ZETLab** не запущена хотя бы одна программа.

**Свернуть все открытые окна** – предназначена для свертывания (минимизации) всех программ, запущенных через панель **ZETLab**. Команда **Свернуть все открытые окна** будет недоступна, если через панель **ZETLab** не запущена хотя бы одна программа.

**Развернуть все открытые окна** – предназначена для развертывания всех ранее свернутых (минимизированных) программ, запущенных через панель **ZETLab**. При развертывании окна выводятся на передний план в порядке их запуска и в порядке принадлежности к номеру экрана (при включенном режиме **Многоэкранный интерфейс**). Также восстанавливается положение и размер окон. Команда **Развернуть все открытые окна** будет недоступна, если не запущена хотя бы одна программа через панель **ZETLab**.

### 3.3.4 Операции с панелью ZETLab

Для управления работой и положением самой панели **ZETLab** предусмотрены следующие команды контекстного меню:

**Спрятать панель** – предназначена для скрытия окна панели **ZETLab** с экрана монитора. При скрытой панели её значок в области уведомлений панели задач ОС Windows имеет вид как показано на рисунке 3.9.

#### Примечания:

1. Команда меню **Спрятать панель** недоступна, если панель уже спрятана с экрана монитора;
2. При скрытии панели с экрана монитора область экрана, занимаемая панелью, становится доступной для размещения в ней окон запущенных программ (происходит перераспределение окон при включенной функции **Автоматическое размещение окон**).

Также можно спрятать (убрать с рабочего стола) панель **ZETLab** двойным нажатием левой клавишей «мыши» по её значку (рисунок 3.8) в области уведомлений панели задач ОС Windows.



Рисунок 3.8



Рисунок 3.9



**Отобразить панель** – предназначена для восстановления (отображения) скрытой ранее панели **ZETLab** на экране монитора. При отображенной панели **ZETLab** на мониторе ее значок в области уведомлений панели задач ОС Windows имеет вид как показано на рисунке 3.9.

**Примечания:**

1. Команда меню **Отобразить панель** недоступна, если панель уже отображена на экране монитора;

2. При отображении панели с экрана монитора область экрана, занимаемая панелью, становится недоступной для размещения в ней окон запущенных программ (происходит перераспределение окон при включенной функции **Автоматическое размещение окон**).

Также можно отобразить панель **ZETLab** на рабочем столе двойным нажатием левой клавишей «мыши» по её значку (рисунок 3.9) в области уведомлений панели задач ОС Windows.

### 3.3.5 *Получение справочной информации о панели ZETLab*

В любой момент работы с панелью **ZETLab** можно воспользоваться справочной информацией о панели. Для этого необходимо в контекстном меню выбрать команду **Помощь**. При этом на экране монитора появится новое окно (рисунок 3.10), содержащее справочную информацию о пользовательском интерфейсе, управлению и настройках панели **ZETLab**.

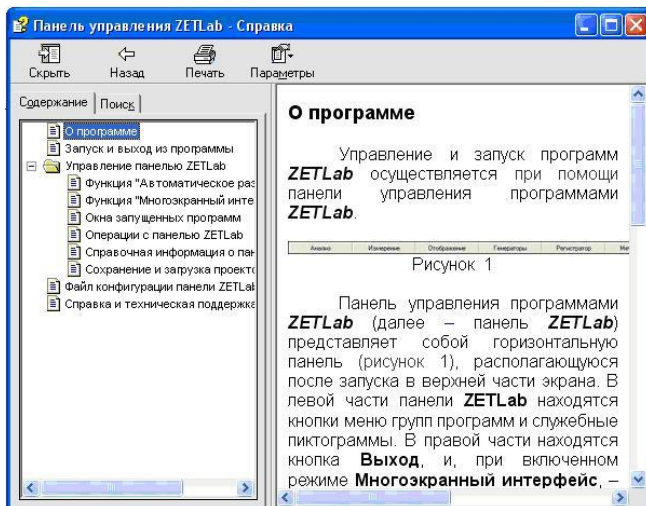


Рисунок 3.10

**Примечание:** для получения справочной информации можно также воспользоваться нажатием клавиши **F1** клавиатуры при активной панели **ZETLab**.

Для получения информации о производителе, версии и дате создания панели **ZETLab**, необходимо в контекстном меню выбрать команду **О программе....** При этом появится соответствующее окно (рисунок 3.11).

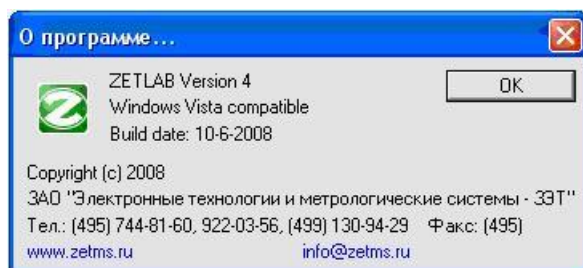


Рисунок 3.11

### 3.3.6 Сохранение и загрузка проектов

Сохранение проектов **ZETLab** и последующую их загрузку удобно использовать при большом количестве запущенных программ и настройке этих программ, а также при каждодневных однотипных измерениях. Один раз, запустив все необходимые программы и настроив их должным образом, сохраняется проект **ZETLab**. В дальнейшем просто достаточно загрузить сохраненный ранее проект и все программы, которые были запущены и настроены перед сохранением проекта **ZETLab**, будут запущены с такими же настройками и расположением на экране (экранах), как и в момент сохранения этого проекта.

При сохранении проекта все запущенные программы, их настройки и параметры сохраняются в файл с расширением \*.zpr. Можно записать несколько различных проектов **ZETLab** в различные файлы. Проекты **ZETLab** сохраняются как в одноэкранном, так и в многоэкранном режимах.

Для сохранения проекта необходимо в контекстном меню (рисунок 3.12) выбрать команда **Сохранить проект**, после чего откроется окно **Сохранить проект...** (рисунок 3.13).

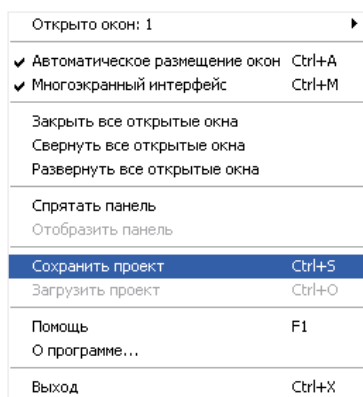


Рисунок 3.12

Вызвать диалоговое окно **Сохранить проект...**, при активной панели **ZETLab** также возможно по сочетанию клавиш – <Ctrl> + <S>. В окне **Сохранить проект...** необходимо ввести имя проекта (имя файла) и нажать кнопку **Сохранить**, после чего проект будет сохранен в указанную директорию. По умолчанию имя файла проекта Project\_01.zpr. Директория по умолчанию – c:\ZETLab\config\.

Пользователь может сам назначать директорию для сохранения проектов, но при каждом новом сохранении проекта **ZETLab** будет предложена для сохранения директория по умолчанию.

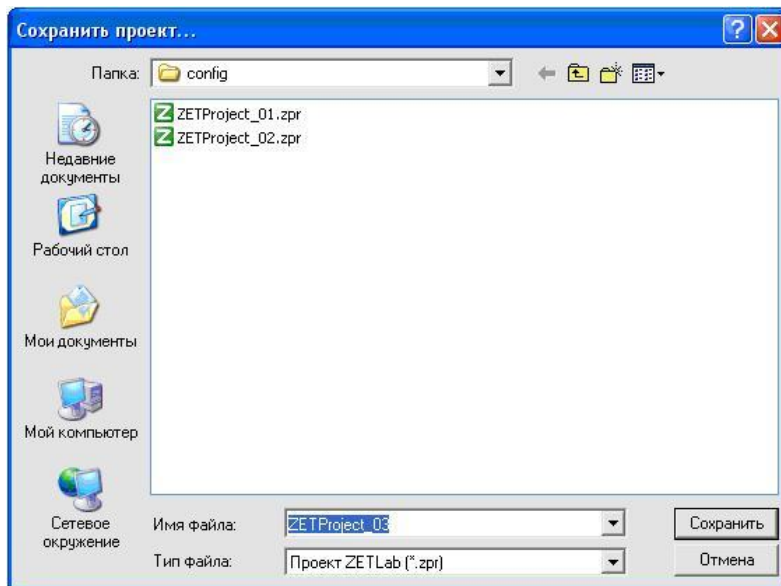


Рисунок 3.13

При выборе в контекстном меню (рисунок 3.14) команды **Загрузить проект** открывается диалоговое окно **Загрузить проект...** (рисунок 3.15).

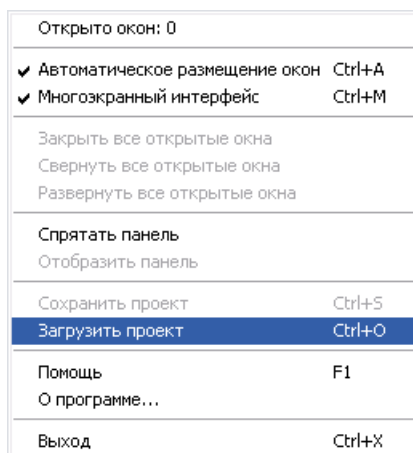


Рисунок 3.14

Вызвать диалоговое окно **Загрузить проект...**, при активной панели **ZETLab**, также возможно по сочетанию горячих клавиш – <Ctrl> + <O>. В этом окне необходимо выбрать имя файла сохраненного ранее проект **ZETLab** и нажать кнопку **Открыть**. После нажатия на кнопку **Открыть** будет загружен проект и все программы, которые были запущены и настроены перед сохранением проекта, будут запущены, размещены и настроены, так как это было сделано при сохранении проекта. Если до загрузки проекта **ZETLab** были запущены какие-либо программы, то они завершат свою работу и загрузятся программы из проекта.

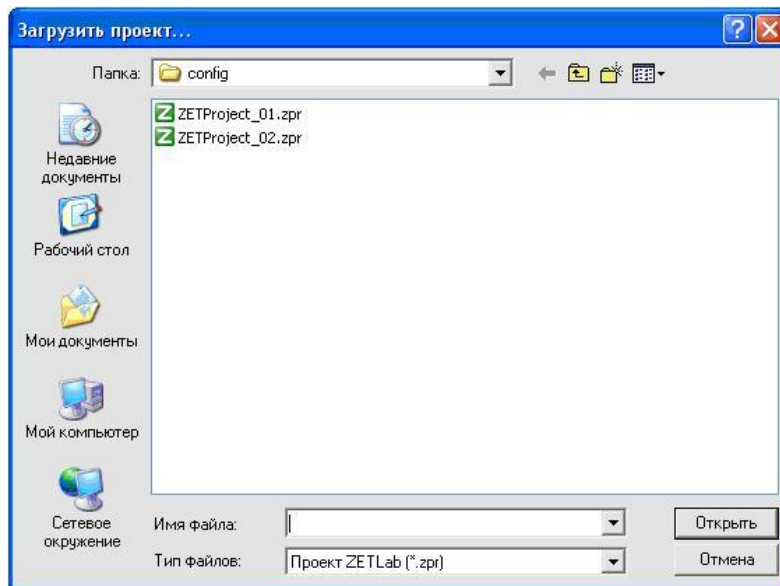


Рисунок 3.15

### 3.4 Выход из панели ZETLab

Выход из панели **ZETLab** осуществляется нажатием кнопки **Выход** в правой части панели **ZETLab**. При этом происходит закрытие всех программ, запущенных через панель **ZETLab**. Также можно выйти из панели **ZETLab** и закрыть все запущенные программы, вызвав контекстное меню нажатием правой клавишей «мыши» на свободное от кнопок место панели **ZETLab** или нажатием правой клавишей «мыши» на значок панели **ZETLab** в области уведомлений панели задач ОС Windows и выбрать команду **Выход**.

### 3.5 Файл конфигурации панели ZETLab

Файл конфигурации ZETPanel.cfg панели **ZETLab** служит для настройки внешнего вида самой панели, времени ожидания запуска программ и условий загрузки сигнального процессора устройств.

Для изменения конфигурации панели **ZETLab** необходимо в любом текстовом редакторе открыть файл ZETPanel.cfg из директории C:\ZETLab\config. В текстовом редакторе отобразится содержание файла ZETPanel.cfg (рисунок 3.16).

Первая строка файла содержит общий комментарий к файлу конфигурации. Вторая и последующие строки содержат непосредственно параметр и – через разделитель – комментарий к параметру. Разделителем между параметрами и комментариями является пробел.

Во второй строке устанавливается параметр для функции **Многоэкранный интерфейс**. «0» – функция выключена; «1» – включена; любая другая цифра, отличная от «0» и «1», устанавливает функцию **Многоэкранный интерфейс** не доступной. На рисунке 3.17 показано контекстное меню с отсутствующей строкой команды вызова режима **Многоэкранный интерфейс**, это означает, что в файле ZETPanel.cfg в строке установок многоэкранного интерфейса установлено числовое значение, отличное от «0» и «1».

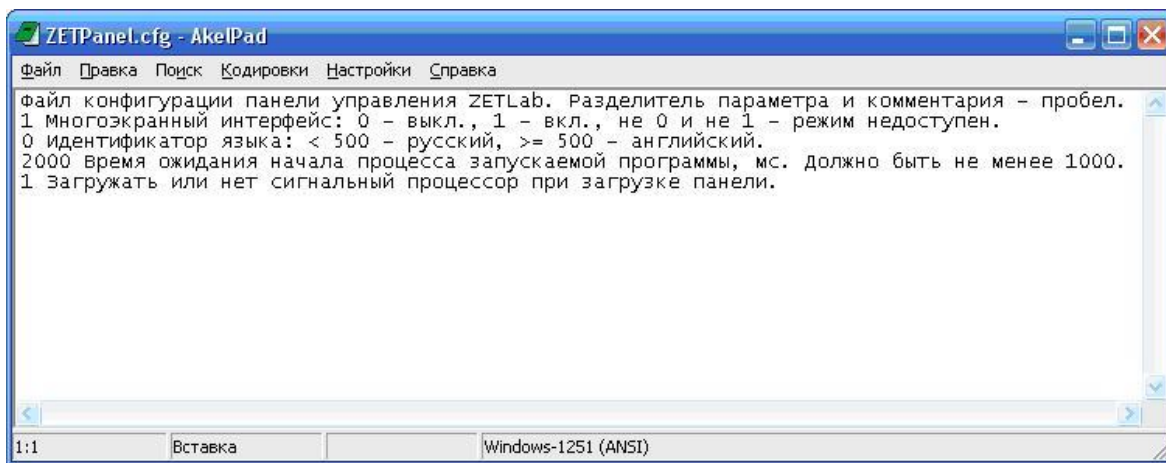


Рисунок 3.16

|                                                                    |        |
|--------------------------------------------------------------------|--------|
| Открыто окон: 0                                                    |        |
| <input checked="" type="checkbox"/> Автоматическое размещение окон | Ctrl+A |
| Закреть все открытые окна                                          |        |
| Свернуть все открытые окна                                         |        |
| Развернуть все открытые окна                                       |        |
| Спрятать панель                                                    |        |
| Отобразить панель                                                  |        |
| Сохранить проект                                                   | Ctrl+S |
| Загрузить проект                                                   | Ctrl+O |
| Помощь                                                             | F1     |
| О программе...                                                     |        |
| Выход                                                              | Ctrl+X |

Рисунок 3.17

В третьей строке устанавливается параметр: любое числовое значение меньше 500 – интерфейс панели **ZETLab** будет русскоязычным; любое числовое значение равное или большее 500 – интерфейс панели **ZETLab** будет англоязычным.

В четвертой строке устанавливается числовой параметр, который отвечает за время загрузки программ из панели **ZETLab**. Данный параметр используется, в ос-

новном, при включенной функции **Автоматическое размещение окон**. Параметр задается в миллисекундах (мс) и не должен быть меньше 1000 мс. Увеличивать значение данного параметра необходимо, если при включенной функции **Автоматическое размещение окон** не происходит должного автоматического размещения при запуске программ

В пятой строке устанавливается параметр, отвечающий за загрузку сигнального процессора подключенных устройств при загрузке панели *ZETLab*: «0» – не загружать сигнальный процессор; «1» – загружать сигнальный процессор. При установленном параметре «0» во время запуска панели *ZETLab* будет появляться всплывающее сообщение, показанное на рисунке 3.18, а при «1» – как на рисунке 3.19.

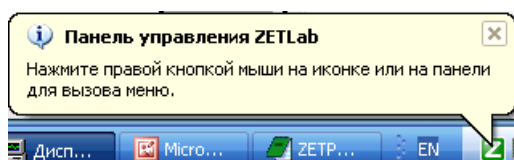


Рисунок 3.18

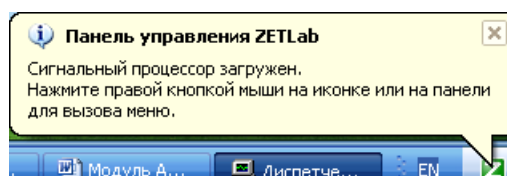


Рисунок 3.19

Перед изменением параметров в файле *ZETPanel.cfg* необходимо сначала закрыть панель **ZETLab**, если она была запущена. Перед закрытием файла *ZETPanel.cfg*, после внесения изменений, необходимо сохранить этот файл. Как правило, во всех текстовых редакторах сохранение производится через меню **Файл** командой **Сохранить**.

## 4 Настройка параметров аналоговых входов и выходов

### 4.1 Назначение программы

Программа предназначена для настройки параметров аналоговых входов и выходов (АЦП и ЦАП) внешнего модуля «ZET 2XX», подключенного к шине HighSpeed USB 2.0 ПЭВМ кабелем HighSpeed USB 2.0.

Основные функции программы настройки:

- ✓ установка частоты дискретизации АЦП и ЦАП;
- ✓ включение/выключение каналов аналоговых входов;
- ✓ установка коэффициента усиления для каждого канала аналогового входа;
- ✓ включение/выключение аналоговых входов в синфазном или дифференциальном режиме;

### 4.2 Описание программы

Программа **Настройка параметров АЦП и ЦАП** запускается из меню **Сервисные** (рисунок 4.1) панели **ZETLab** выбором команды **Настройка параметров АЦП и ЦАП**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Настройка параметров АЦП и ЦАП** (рисунок 4.2).

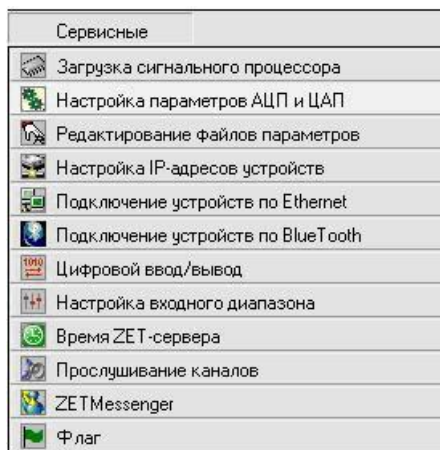


Рисунок 4.1

Для каждого устройства АЦП-ЦАП – своя вкладка, в названии которой будет отображено название устройства и его заводской номер. Количество вкладок определяется количеством подключенных устройств.

При подключенных нескольких устройствах параметры АЦП и ЦАП каждого устройства настраиваются в своей вкладке. Переход между вкладками осуществляется нажатием левой кнопки «мыши» на вкладку, в которой необходимо настроить параметры АЦП и ЦАП того или иного устройства.

Если подключено несколько устройств к одному компьютеру, то настройки будут сохраняться для каждого устройства индивидуально. Программное обеспечение будет считывать заводской номер подключенного устройства, и, если это устройство ранее уже настраивалось, будет открывать настройки для конкретного устройства.



Рисунок 4.2

При подключенных нескольких устройствах к компьютеру удобно воспользоваться кнопкой **Выделить устройство**. Предположим к компьютеру подключено несколько модулей «ZET 2XX». Модули ZET 210 и ZET 220 имеют 16 входных каналов, а модуль ZET 230 – 4 входных канала. Например, включенные три модуля ZET 210 образуют 48 канальную систему. После нажатия на кнопку **Выделить устройство** индикатор включения (светодиод) устройства, заводской номер которого отображен на вкладке в которой была нажата эта кнопка, будет часто мигать. Индикатор включения расположен рядом с разъемом USB 2.0. Таким образом, местоположение выделенного устройства легко определить в измерительной системе по мигающему светодиоду.



Флажок **Режим логического анализатора**, расположенный снизу рабочего окна программы **Настройка параметров АЦП и ЦАП**, служит для включения модуля «ZET 2XX» в одноименный режим. Установленный флажок – модуль переведен в режим логического анализатора, снятый – модуль работает в обычном режиме. При установленном флажке все элементы настройки параметров АЦП и ЦАП конкретного модуля кроме выбора частоты дискретизации будут не доступны для изменения. В данном случае модуль «ZET 2XX» будет работать с цифровым портом.

#### 4.2.1 Настройка параметров аналоговых входов (АЦП)

В рамке **АЦП устройства 16/16 USB** располагаются изменяемые параметры аналоговых входов (АЦП).

**Частота дискретизации** – выбор частоты дискретизации в герцах. Обычно аналоговый сигнал непрерывен во времени и его необходимо оцифровать, т.е. преобразовать в поток численных величин. Необходимо задать частоту, с которой выбирается значение аналогового сигнала и преобразуется в цифровой. Частота дискретизации выбирается для всех каналов одного устройства одновременно. Суммарная частота дискретизации по всем включенным каналам определяется по формуле:  $f_g = freq_{max} \text{ кГц} / N$ , где  $N$  – общее количество включенных каналов,  $freq_{max}$  – максимальная частота дискретизации, которая равна 500 кГц для модуля ZET 210, 8 кГц для модуля ZET 220 и 100 кГц для модуля ZET 230. Значение частоты дискретизации можно изменять несколькими способами: выбрать из раскрывающегося списка нужную частоту дискретизации, нажав левой клавишей «мыши» на кнопку раскрытия списка ; нажав левой клавишей «мыши» на поле списка уменьшать или увеличивать значение при помощи кнопок клавиатуры со стрелками **Вверх** и **Вниз**; нажатием левой клавишей «мыши» на кнопки выбора из списка .

**Номер канала** – выбор номера канала, по которому производится настройка. Стоящий справа параметр **Тип канала** относится к выбранному каналу. Номер канала можно выбирать несколькими способами: выбрать из раскрывающегося списка нужный канал, нажав левой клавишей «мыши» на кнопку раскрытия списка ; нажав левой клавишей «мыши» на поле списка уменьшать или увеличивать номер при помощи кнопок клавиатуры со стрелками **Вверх** и **Вниз**; нажатием левой клавишей «мыши» на кнопки выбора из списка .

**Тип канала** – выбор типа включения (синфазный и дифференциальный) выбранного канала. Для дифференциального включения каналов необходимо выбрать из списка **Номер канала** канал, который с соседним будет образовывать дифференциальное включение, а в списке **Тип канала** выбрать **Дифф.** Дифференциальный канал в окне программы **Настройка параметров АЦП и ЦАП** будет выглядеть, как показано на рисунке 4.3. При синфазном включении каналов разность потенциалов берется между сигналом и «землей». Для исключения синфазной помехи используется дифференциальное включение двух соседних каналов. При дифференциальном включении разность потенциалов берется между двумя соседними каналами. Связки каналов, 1-2, 3-4, 5-6 и так далее, образуют дифференциальные каналы. Тип канала

можно выбирать несколькими способами: выбрать из раскрывающегося списка нужное включение канала, нажав левой клавишей «мыши» на кнопку раскрытия списка ; нажав левой клавишей «мыши» на поле списка сменять тип канала при помощи кнопок клавиатуры со стрелками **Вверх** и **Вниз**; нажатием левой клавишей «мыши» на кнопки выбора из списка .

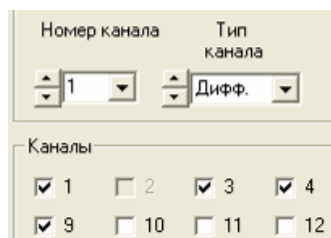


Рисунок 4.3

В рамке **Каналы** отображаются номера каналов аналоговых входов. Например, количество включаемых/выключаемых физических каналов модуля ZET 210 составляет шестнадцать, и в рамке **Каналы**, соответственно, будет отображено шестнадцать полей для включения/выключения каналов. Устанавливая или снимая флажки рядом с номерами каналов можно включать или выключать соответствующий канал. Установленный флажок говорит о включенном канале. Флажок устанавливается или снимается нажатием левой клавиши «мыши» на поле  1, расположенное рядом с номером канала, который надо включить или выключить. Поле флажка серого цвета говорит о том, что этот канал образует с предыдущим каналом дифференциальный канал. На рисунке 4.3 показано дифференциальное включение первого и второго каналов.

---

**Внимание!** При первом включении (первоначальное использование) или без загрузки сигнального процессора включен будет только первый канал.

---

#### 4.2.2 Настройка параметров аналогового выхода (ЦАП)

В рамке **ЦАП устройства 16/16 USB** располагаются изменяемые параметры аналогового выхода (ЦАП).

---

**Внимание!** Рамка **ЦАП устройства XXX** будет отображена при условии комплектации модуля «ZET 2XX» цифро-аналоговым преобразователем (ЦАП). Если прибор не укомплектован ЦАП, то программа **Настройка параметров АЦП и ЦАП** будет выглядеть, как показано на рисунке 4.4.

---

**Частота дискретизации** – выбор частоты дискретизации в герцах. Чем выше частота дискретизации ЦАП, тем шире частотный диапазон и качественнее аналоговый сигнал на выходе. Максимальная частота дискретизации устанавливается 500 кГц, минимальная частота – 1,6 кГц. Значение частоты дискретизации можно

изменять несколькими способами: выбрать из раскрывающегося списка нужную частоту дискретизации, нажав левой клавишей «мыши» на кнопку раскрытия списка ; нажав левой клавишей «мыши» на поле списка уменьшать или увеличивать значение при помощи кнопок клавиатуры со стрелками **Вверх** и **Вниз**; нажатием левой клавишей «мыши» на кнопки выбора из списка .

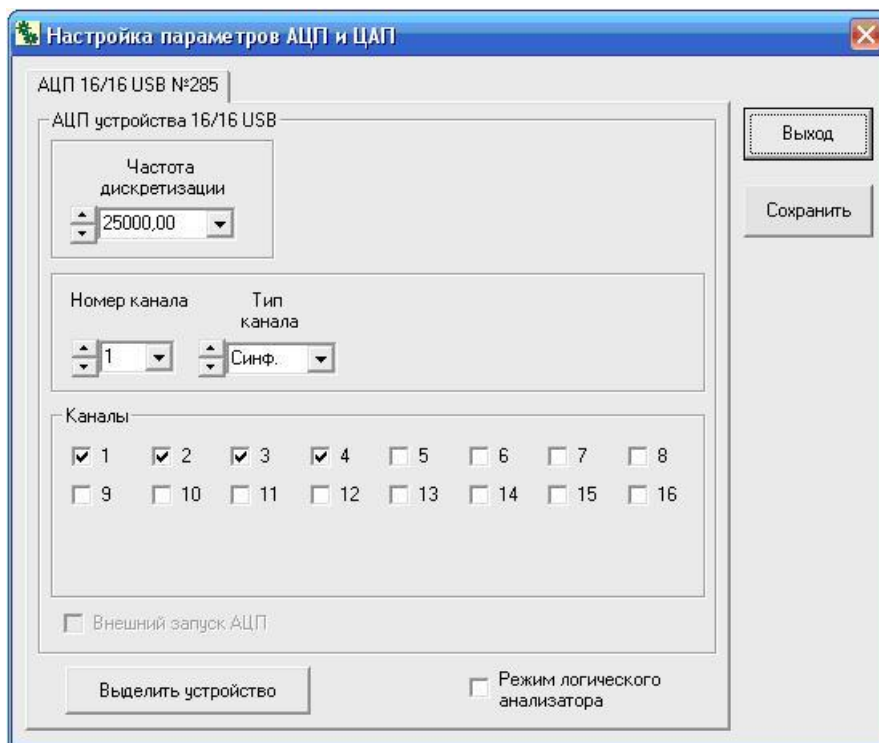


Рисунок 4.4

#### 4.2.3 Внешний запуск АЦП и ЦАП

Для модулей ZET 220 и ZET 230 предусмотрена возможность внешнего запуска устройства, и программа **Настройка параметров АЦП и ЦАП** дополнительно содержит соответствующие элементы управления (рисунок 4.5).

Для управления внешним запуском АЦП и ЦАП необходимо установить флажок **Внешний запуск АЦП (Внешний запуск ЦАП)** (рисунок 4.5). При подаче на 8 вывод цифрового порта логического «0» (0 В) на входных каналах устройства будет производиться захват поступающих на них данных (сигналов), а на выходной канал будет подаваться сигнал, заданный в программе генерирования сигналов. При подаче на 8 вывод цифрового порта логической «1» (3,3 В) входные и выходные каналы будут остановлены, и поступающие на них данные приниматься/передаваться не будут.

При установленном флажке **Внешний запуск АЦП (Внешний запуск ЦАП)** 8 вывод цифрового порта будет работать только на режим внешнего запуска, а в про-

грамме **Цифровой ввод/вывод** будет заблокирован 8 бит для использования его в обычном режиме.

Если в программе **Настройка параметров АЦП и ЦАП** установлен флажок **Задатчик синхронизации**, то 8 вывод цифрового порта будет работать на выход, и будет являться источником управления.

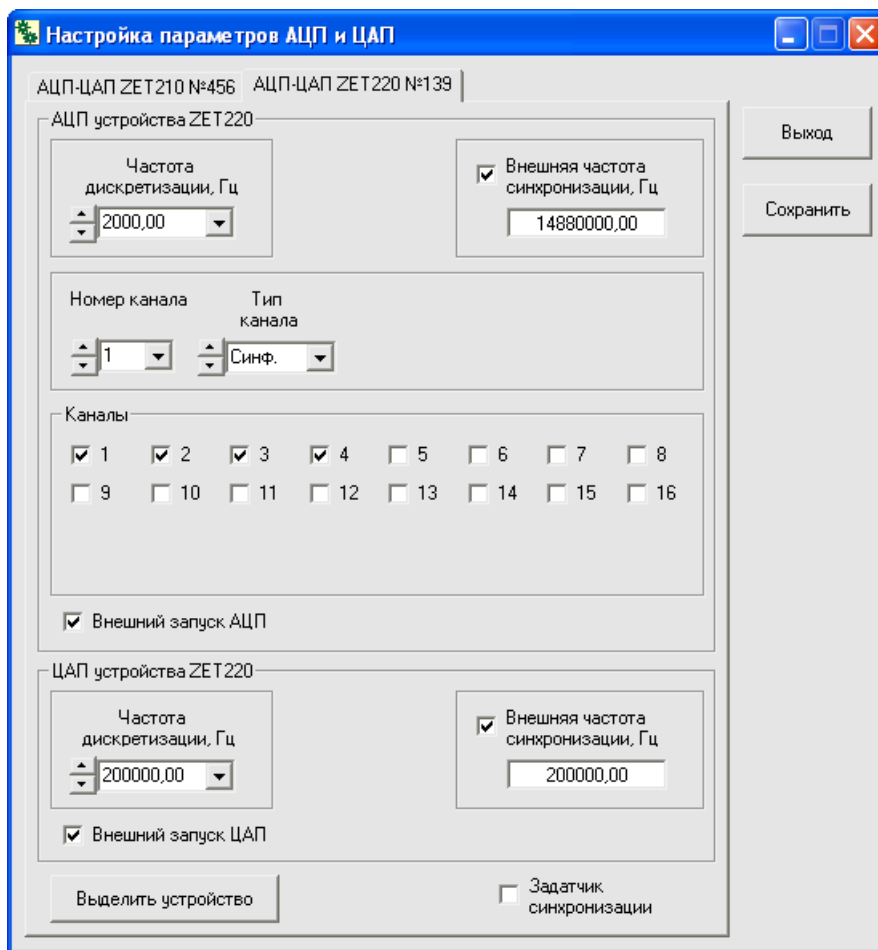


Рисунок 4.5

#### 4.2.3.1 Внешняя частота синхронизации АЦП

Для задания внешней частоты синхронизации АЦП необходимо установить флажок **Внешняя частота синхронизации, Гц** в рамке настроек АЦП в программе **Настройка параметров АЦП и ЦАП**. При установленном флажке по нарастающему фронту сигнала, подаваемого на 7 вывод цифрового порта, будет производиться выборка сигналов поступающих с аналоговых входов. Для корректной работы внешняя частота синхронизации не должна превышать внутреннюю опорную частоту, соответствующую максимальной частоте дискретизации АЦП из списка задаваемых частот дискретизации. В поле ввода внешней частоты, расположенного под флажком **Внешняя частота синхронизации, Гц**, вводится точное значение внешней

частоты. От точности указания этой частоты зависит точность обработки входных аналоговых данных.

При установленном флажке **Внешняя частота синхронизации, Гц** в программе **Настройка параметров АЦП и ЦАП** 7 вывод цифрового порта будет работать только на режим внешней синхронизации, а в программе **Цифровой ввод/вывод** будет заблокирован 7 бит для использования его в обычном режиме.

Если в программе **Настройка параметров АЦП и ЦАП** будет установлен флажок **Задатчик синхронизации**, то 7 вывод цифрового порта будет работать на выход, и будет являться источником задания частоты синхронизации.

#### 4.2.3.2 Внешняя частота синхронизации ЦАП

Для задания внешней частоты синхронизации ЦАП необходимо установить флажок **Внешняя частота синхронизации, Гц** в рамке настроек ЦАП в программе **Настройка параметров АЦП и ЦАП**. При установленном флажке по нарастающему фронту сигнала, подаваемого на 6 вывод цифрового порта, на аналоговый выход поступит следующий отсчет сигнала, заданного в программе генерирования сигналов. Для корректной работы внешняя частота синхронизации не должна превышать внутреннюю опорную частоту, соответствующую максимальной частоте дискретизации ЦАП из списка задаваемых частот дискретизации. В поле ввода внешней частоты, расположенного под флажком **Внешняя частота синхронизации, Гц**, вводится точное значение внешней частоты. От точности указания этой частоты зависит точность установки выходных аналоговых данных.

При установленном флажке **Внешняя частота синхронизации, Гц** в программе **Настройка параметров АЦП и ЦАП** 6 вывод цифрового порта будет работать только на режим внешней синхронизации, а в программе **Цифровой ввод/вывод** будет заблокирован 6 бит для использования его в обычном режиме.

Если в программе **Настройка параметров АЦП и ЦАП** будет установлен флажок **Задатчик синхронизации**, то 6 вывод цифрового порта будет работать на выход, и будет являться источником задания частоты синхронизации.

#### 4.2.4 Запись параметров и выход из программы

При нажатии на кнопку **Сохранить**, рабочего окна программы **Настройка параметров АЦП и ЦАП**, происходит сохранение текущих настроек АЦП и ЦАП. При последующем использовании программного обеспечения **ZETLab**, после загрузки сигнального процессора, все параметры будут установлены в соответствии с сохраненными настройками, и не будет необходимости запускать программу **Настройка параметров АЦП и ЦАП** снова.

При нажатии на кнопку **Выход** происходит выход из программы. Закрывать окно программы, также, можно нажав левой клавишей «мыши» на кнопку закрытия окна , расположенной в правом верхнем углу окна.



## 5 Настройка параметров измерительных каналов

### 5.1 Назначение программы

Программа **Редактирование файлов параметров** предназначена для настройки параметров измерительных каналов (чувствительности подключенных датчиков, коэффициентов внутренних и внешних усилителей и т.п.), создания базы данных датчиков (преобразователей) и указания путей для ввода и обработки данных.

Настройка параметров измерительных каналов необходима для правильного расчета результатов измерения и обработки сигналов.

При различных видах измерений с применением различных первичных преобразователей, например таких, как датчики избыточного давления, датчики оборотов, датчики положения, термопары и многие другие, удобно создавать базу данных датчиков. Характеристики первичного преобразователя один раз заносятся в базу данных датчиков и в дальнейшем просто указываются пользователем в настройке измерительного канала, к которому подключен тот или иной датчик. Название этого преобразователя, а также все необходимые характеристики выбранного преобразователя будут учтены при измерениях.

### 5.2 Запуск программы

Программа **Редактирование файлов параметров** запускается из меню **Сервисные** (рисунок 5.1) панели **ZETLab** выбором команды **Редактирование файлов параметров**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы (рисунок 5.2).

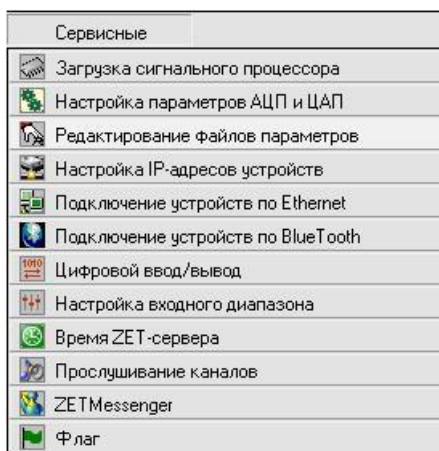


Рисунок 5.1

При запуске программы **Редактирование файлов параметров** по умолчанию будет загружен для редактирования файл конфигурации измерительных каналов – `tabconfig.cfg`. В заголовке окна программы будет надпись – **Редактирование файла**

**конфигурации измерительных каналов - tabconfig.cfg**, как показано на рисунке 5.2.

| №  | Чувств. преобр., В/ед.изм. | Ед. изм. | КУ внешнего усилителя | Опорное знач. для вычисл. дБ | Смещ. пост. сост., ед.изм. | Название канала        |
|----|----------------------------|----------|-----------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------|
| 1  | 0.001                      | °C       | 1                     | 0.001                        | -200                       | Термометр в точке 1    |
| 2  | 0.005                      | МПа      | 1                     | 0.001                        | 4                          | KPT в точке 2          |
| 3  | 0.001                      | мВ       | 1                     | 0.001                        | 0                          | Сигнал3                |
| 4  | 0.001                      | мВ       | 1                     | 0.001                        | 0                          | Сигнал4                |
| 5  | 0.001                      | мВ       | 1                     | 0.001                        | 0                          | Сигнал5                |
| 6  | 0.001                      | мВ       | 1                     | 0.001                        | 0                          | Сигнал6                |
| 7  | 0.001                      | мВ       | 1                     | 0.001                        | 0                          | Сигнал7                |
| 8  | 0.001                      | мВ       | 1                     | 0.001                        | 0                          | Сигнал8                |
| 9  | 0.001                      | мВ       | 1                     | 0.001                        | 0                          | Сигнал9                |
| 10 | 0.001                      | мВ       | 1                     | 0.001                        | 0                          | Сигнал10               |
| 11 | 0.001                      | мВ       | 1                     | 0.001                        | 0                          | Сигнал11               |
| 12 | 0.001                      | мВ       | 1                     | 0.001                        | 0                          | Сигнал12               |
| 13 | 0.001                      | мВ       | 1                     | 0.001                        | 0                          | Сигнал13               |
| 14 | 0.001                      | мВ       | 1                     | 0.001                        | 0                          | Сигнал14               |
| 15 | 0.001                      | мВ       | 1                     | 0.001                        | 0                          | Сигнал15               |
| 16 | 0.001                      | мВ       | 1                     | 0.001                        | 0                          | Сигнал16               |
| 17 | 0.001                      | мВ       | 1                     | 0.001000                     | 0                          | Генератор 1            |
| 18 | 0.001                      | °C       | 1                     | 0.001000                     | 0                          | Ф1 Термометр в точке 1 |
| 19 | 0.001                      | мВ       | 1                     | 0.001000                     | 0                          | Канал 1                |
| 20 | 0.001                      | мВ       | 1                     | 0.001000                     | 0                          | Канал 2                |
| 21 | 0.001                      | мВ       | 1                     | 0.001000                     | 0                          | Канал 3                |

Рисунок 5.2

### 5.2.1 Структура меню

Строка меню расположена в верхней части главного окна программы. В ней отображаются названия всех разделов меню команд.

Для выполнения какой-либо команды нужно нажать левой кнопкой «мыши» на название соответствующего раздела меню, из развернувшегося списка команд этого раздела выбрать нужную команду и нажать на нее левой кнопкой «мыши». Также можно перемещаться по командам меню с помощью клавиш клавиатуры со стрелками и выбирать нужную команду нажатием клавиши <Enter>. Некоторые из команд меню могут иметь клавиши быстрого запуска, в этом случае напротив названия этой команды будет отображено сочетание клавиш клавиатуры для быстрого запуска команды. Знак «+» в комбинации клавиш означает, что для выполнения команды необходимо нажать сначала 1-ю клавишу, а затем, удерживая ее, нажать 2-ю. Например, для выхода и сохранения текущего файла конфигурации необходимо, удерживая клавишу <Ctrl>, нажать на клавишу <S> (в латинской раскладке клавиатуры).

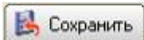


### 5.2.1.1 Меню **Файл**

Меню **Файл** содержит следующие команды:

- Сохранить;
- Печать файла;
- Выход.

#### 5.2.1.1.1 Команда **Сохранить**

Позволяет сохранить внесенные изменения в файлах конфигурации измерительных каналов или базы данных датчиков (в зависимости от выбранного режима редактирования). Сохранить изменения также можно нажатием на кнопку , расположенную в правой верхней части рабочего окна программы, либо нажатием на клавиатуре комбинации «горячих клавиш» <Ctrl> + <S>.

**Примечание:** При сохранении внесенных изменений в файл конфигурации измерительных каналов все запущенные программы **ZETLab** перестраиваются на работу с внесенными изменениями.

#### 5.2.1.1.2 Команда **Печать файла**

Позволяет вывести содержимое файлов конфигурации измерительных каналов или базы данных датчиков (в зависимости от выбранного режима редактирования) на печать. При выборе данной команды открывается стандартный диалог вывода на печать. Вывести данные на печать также можно нажатием на клавиатуре комбинации «горячих клавиш» <Ctrl> + <P>.

#### 5.2.1.1.3 Команда **Выход**

Позволяет выйти из программы **Редактирование файлов параметров**. Выйти из программы также можно нажатием на кнопку , расположенную в правой верхней части рабочего окна программы, либо нажатием на кнопку закрытия окна , расположенную в правом верхнем углу окна, либо нажатием на клавиатуре комбинации «горячих клавиш» <Ctrl> + <X>.

### 5.2.1.2 Меню **Редактирование файлов**

Меню **Редактирование файлов** содержит следующие команды:

- Конфигурация измерительных каналов (tabconfig.cfg)
- База данных датчиков (datch.cfg)
- Файл-указатель конфигурации системы (myconf\*.mrs)
- Пути для ввода и обработки сигналов

#### 5.2.1.2.1 Команда **Конфигурация измерительных каналов (tabconfig.cfg)**

Открывает для редактирования файл конфигурации измерительных каналов tabconfig.cfg. В режиме редактирования файла конфигурации измерительных каналов отображается таблица, показанная на рисунке 5.2.

Таблица имеет следующие столбцы:

**Номер канала** – физический номер канала;

**Чувствительность преобразователя, В/ед.изм.** – чувствительность первичного преобразователя, который подключен к соответствующему каналу.

**Ед. изм.** – единица измерения первичного преобразователя. Основные единицы измерения выбираются из подменю, появляющемуся при нажатии правой кнопкой «мыши» в данном столбце необходимого канала измерения. Также необходимую единицу измерения по нужному каналу можно ввести с клавиатуры, нажав предварительно левой клавишей «мыши» на ячейку ввода единица измерения по выбранному каналу. Внешний вид подменю показан на рисунке 5.3.

**Коэффициент усиления внешнего усилителя** – при использовании внешних усилителей в данный столбец необходимо занести их коэффициенты усиления для каждого измерительного канала, по которым будут производиться измерения.

**Опорное значение для вычисления дБ** – опорное значение (нулевой уровень) для вычисления децибел. При нажатии правой кнопкой «мыши» в данном столбце необходимого канала измерения появляется подменю со списком доступных значений (рисунок 5.4). В зависимости от выбранной в соответствующем столбце единицы измерения значения опорного уровня различны.

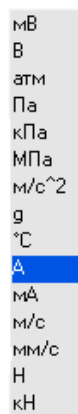


Рисунок 5.3

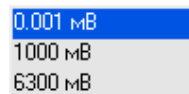


Рисунок 5.4

**Смещение постоянной составляющей** – указывается смещение постоянной составляющей по выбранному каналу.

**Название канала** – редактирования названия канала. После выбора названия канала, во всех программах будет отображаться выбранное название канала.

Подробное описание процедуры редактирования файла конфигурации измерительных каналов описано в п. 5.3.

#### 5.2.1.2.2 Команда База данных датчиков (datch.cfg)

Открывает для редактирования файл базы данных датчиков datch.cfg. В режиме редактирования файла базы данных датчиков отображается таблица, показанная на рисунке 5.5.

По умолчанию база заполнена некоторыми типами датчиков, поставляемыми ЗАО «Электронные технологии и метрологические системы». Количество строк для внесения данных используемых датчиков в базе может быть увеличено или уменьшено при добавлении/удалении этих строк пользователем.

| №  | Чувств. датчика, В/ед.изм. | Ед. изм. | КУ внешнего усилителя | Опорное знач. для вычисл. дБ | Смещ. пост. сост., ед.изм. | Название датчика |
|----|----------------------------|----------|-----------------------|------------------------------|----------------------------|------------------|
| 1  | 0.001                      | мВ       | 1                     | 0.001                        | 0                          | Сигнал           |
| 2  | 0.13                       | г        | 1                     | 0.00003                      | 0                          | BC112            |
| 3  | 1                          | г        | 1                     | 0.00003                      | 0                          | BC201            |
| 4  | 0.5                        | г        | 1                     | 0.00003                      | 0                          | BC202            |
| 5  | 0.1                        | г        | 1                     | 0.00003                      | 0                          | AP98             |
| 6  | 0.55                       | г        | 1                     | 0.00003                      | 0                          | AP99             |
| 7  | 0.01                       | г        | 1                     | 0.00003                      | 0                          | AP2038           |
| 8  | 0.1                        | г        | 1                     | 0.00003                      | 0                          | Уд. молоток      |
| 9  | 5                          | г        | 1                     | 0.00003                      | 0                          | ВПН1             |
| 10 | 40                         | г        | 1                     | 0.00003                      | 0                          | ВПН1-Н           |
| 11 | 0.05                       | Па       | 1                     | 0.00002                      | 0                          | Микрофон         |
| 12 | 0.05                       | Па       | 1                     | 0.00002                      | 0                          | МРА201           |
| 13 | 0.04                       | Па       | 1                     | 0.00002                      | 0                          | МРА215           |
| 14 | 0.032                      | Па       | 1                     | 0.00002                      | 0                          | МРА216           |

Рисунок 5.5

Таблица имеет следующие столбцы:

**Номер датчика** – порядковый номер датчика в базе. Не изменяемый параметр;

**Чувствительность датчика, В/ед.изм.** – чувствительность первичного преобразователя;

**Ед. изм.** – единица измерения датчика. Единица измерения выбирается из подменю, появляющемся при нажатии правой кнопкой «мыши» в данном столбце необходимого канала измерений. Внешний вид подменю показан на рисунке 5.3.

**Коэффициент усиления внешнего усилителя** – при использовании внешних усилителей в данный столбец необходимо занести их коэффициенты усиления.

**Опорное значение для вычисления дБ** – опорное значение (нулевой уровень) для вычисления децибел. При нажатии правой кнопкой «мыши» в данном столбце необходимого канала измерения появляется подменю со списком доступных значений (рисунок 5.4). В зависимости от выбранной в соответствующем столбце единицы измерения значения опорного уровня различны.

**Смещение постоянной составляющей** – указывается смещение постоянной составляющей по выбранному каналу.

**Название датчика** – редактирования названия канала. После выбора названия канала, во всех программах будет отображаться выбранное название канала.

Для добавления в базу нового датчика необходимо нажать на кнопку **+ Добавить строку** в верхней части окна программы. Добавить датчик можно также нажатием одноименного пункта меню **Строка**.

Для удаления существующего датчика из базы необходимо нажать на кнопку **- Удалить строку** в верхней части окна программы. Удалить датчик можно также нажатием одноименного пункта меню **Строка**. При удалении строки удаляется активная строка.

Подробное описание процедуры редактирования файла базы данных датчиков описано в п. 5.4.

#### 5.2.1.2.3 Команда Файл-указатель конфигурации системы (myconf\*.mrs)

Позволяет пользователю указать путь к файлу-указателю конфигурации системы myconf\*.mrs. При выборе данной команды открывается диалоговое окно, показанное на рисунке 5.6, в котором указывается путь к файлу-указателю конфигурации системы myconf\*.mrs. В данном файле содержится служебная и настроечная информация для правильной работы программного обеспечения **ZETLab**.

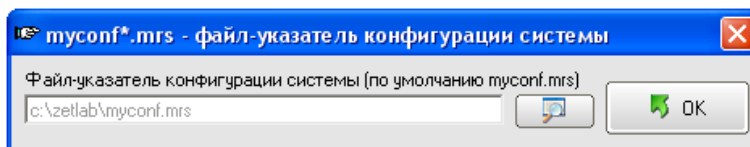


Рисунок 5.6

#### 5.2.1.2.4 Команда Пути для ввода и обработки сигналов

Позволяет пользователю указать пути для записи и обработки файлов сигналов, файлов таблиц Excel, файлов конфигурации, файлов пользовательских поправок и файлов справки. При выборе данной команды открывается диалоговое окно, показанное на рисунке 5.7, в котором указываются необходимые пути.

Подробное описание назначения путей для ввода и обработки описано в пункте 5.6. настоящего **Руководства оператора**

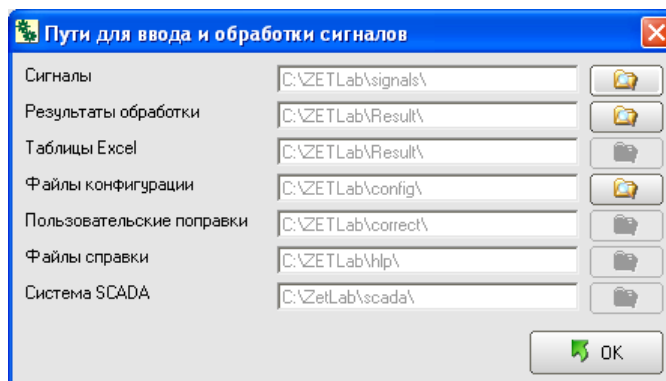


Рисунок 5.7

### 5.2.1.3 Меню **Строка**

Меню **Строка** будет доступным только в режиме редактирования файла базы данных датчиков `datch.cfg`. Данное меню содержит следующие команды:

- Добавить строку
- Удалить строку

#### 5.2.1.3.1 Команда **Добавить строку**

Выбор команды позволяет добавлять новую строку в таблице редактирования файла базы данных датчиков `datch.cfg` для внесения характеристик вносимого в базу данных датчика.

#### 5.2.1.3.2 Команда **Удалить строку**

Выбор команды позволяет удалить строку в таблице редактирования файла базы данных датчиков `datch.cfg` неиспользуемого датчика с последующим удалением этого датчика из базы данных датчиков.

**Примечание:** При удалении строки удаляется активная строка.

### 5.2.1.4 Меню **Справка**

Меню **Справка** содержит следующие команды:

- Вызов справки
- О программе ...

#### 5.2.1.4.1 Команда **Вызов справки**

Выбор команды позволяет вызвать окно справки **Редактирование файлов параметров – Справка** программы **Редактирование файлов параметров** (рисунок 5.2). Справочное окно также вызывается по функциональной клавише – `<F1>`. В справочном окне можно найти справочную информацию о пользовательском интерфейсе и назначении программы.

#### 5.2.1.4.2 Команда **О программе ...**

Выбор команды открывает информативное окно **О программе...**, в котором отображается информация о программном продукте, номере его версии, об авторских правах и контактной информации разработчика.

## 5.3 Конфигурация измерительных каналов (`tabconfig.cfg`)

Для редактирования файла конфигурации измерительных каналов `tabconfig.cfg` необходимо в программе **Редактирование файлов параметров** в меню **Редактирование файлов** выбрать команду **Конфигурация измерительных каналов (`tabconfig.cfg`)** (рисунок 5.8).

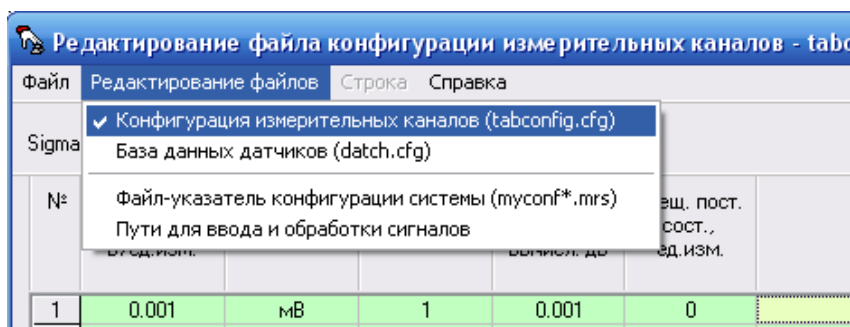


Рисунок 5.8

В центре программы **Редактирование файлов параметров** отобразится таблица для редактирования параметров измерительных каналов, в заголовке самой программы будет надпись - **Редактирование файла конфигурации измерительных каналов - tabconfig.cfg** (рисунок 5.9).

**Примечание:** При запуске программы **Редактирование файлов параметров** всегда по умолчанию для редактирования открывается файл конфигурации измерительных каналов tabconfig.cfg.

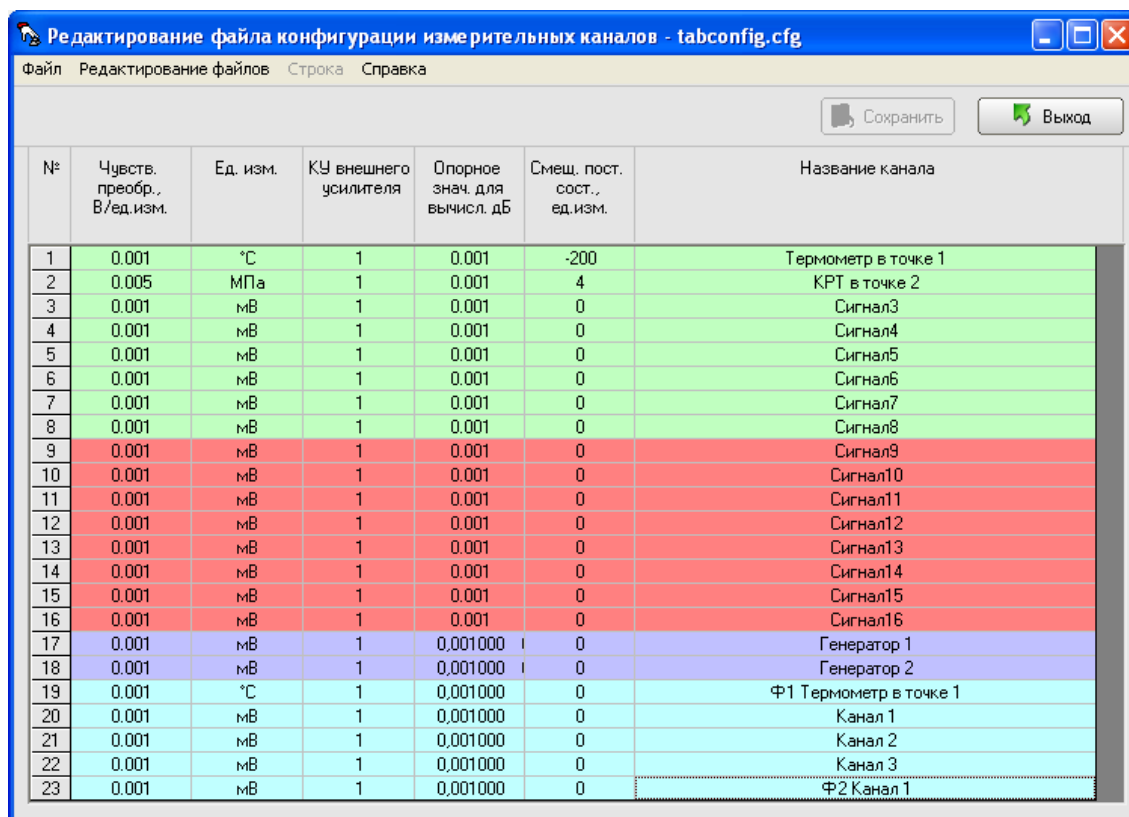


Рисунок 5.9

Для удобного редактирования пользователем файла конфигурации измерительных каналов `tabconfig.cfg` все данные по измерительным каналам представляются в табличном виде.

В большинстве ячеек таблицы редактирование данных осуществляется одинаково. Для ввода данных в ячейку необходимо щелкнуть по ней левой клавишей «мыши», сделав выбранную ячейку активной и с клавиатуры ввести необходимые данные. Активная ячейка подсвечивается желтым цветом.

В каждой строке таблицы описаны параметры одного канала. Каждая строка имеет определенный цвет. Строка зеленого цвета означает, что соответствующий физический канал включен и доступен к редактированию параметров, розового – физический канал выключен, голубого – канал виртуальный. Виртуальные каналы порождаются соответствующими программами (программы фильтрации, генерирования сигналов, тензометрии и термометрии, и др.). Общее количество строк зеленого и розового цвета определяют общее количество включенных/выключенных физических каналов. Ячейка желтого цвета в зеленой строке означает, что она активная и в ней можно вводить соответствующий параметр. Включение/выключение физических каналов осуществляется в программе **Настройка параметров АЦП и ЦАП** (описание программы **Настройка параметров АЦП и ЦАП** смотри в соответствующем разделе настоящего Руководства оператора). Общее количество строк голубого цвета определяется запущенными программами, которые порождают виртуальные каналы. Например, одна запущенная программа **Фильтрация сигналов** может породить до десяти виртуальных каналов, данными которых будут отфильтрованные с различными условиями сигналы физических каналов.

При нажатии левой кнопкой «мыши» на любую из ячеек любой строки зеленого цвета в левом верхнем углу программы отобразится заводской номер подключенного устройства, которому принадлежит входной канал, параметры которого редактируются в этой строке.

Нумерация строк (физических каналов) в таблице идет сверху вниз. Сначала по порядку (сверху вниз) идут строки с настройками параметров физических каналов (строки зеленого и розового цвета), а потом располагаются строки, при условии включения, виртуальных каналов (строки голубого цвета). Нумерация строк физических каналов соответствует нумерации каналов модулей аналогового ввода. Нумерация строк виртуальных каналов соответствует очередности включения этих каналов, начиная со следующего номера после строки последнего физического канала. Например, в двухканальной системе имеется два канала аналогового ввода, соответственно первому физическому каналу будет принадлежать строка номер один таблицы, второму физическому каналу – строка номер два, последующие строки, начиная с третьей, будут отводиться виртуальным каналам.

В столбце таблицы **Номер канала** отображаются порядковые номера измерительных и подключаемых виртуальных каналов.

---

**Внимание!** Ввод и редактирование данных в таблице осуществляется только для строк включенных физических каналов (строки зеленого цвета). Строки выключенных физических каналов (строки розового цвета) и строки виртуальных каналов (строки голубого цвета) для ввода данных и редактирования не доступны.

---

В столбце таблицы **Чувствительность преобразователя В/ед.изм.** задается чувствительность первичного преобразователя для каждого измерительного канала, по которым будут производиться измерения. Чувствительность преобразователя характеризует коэффициент передачи входной величины (физической) к выходной (электрической). Чувствительность преобразователя, как правило, указана в паспорте преобразователя. Для ввода чувствительности преобразователя необходимо щелкнуть левой клавишей «мыши» по ячейке в столбце **Чувствительность преобразователя В/ед.изм.** напротив измерительного канала, к которому подключен этот преобразователь, и с клавиатуры ввести нужное значение чувствительности. Чувствительность следует задавать в вольтах на единицу измерения ( $V/ед.изм.$ ). Например, для термопары в паспорте указана чувствительность –  $10 мВ/град$ , соответственно в ячейке столбца **Чувствительность преобразователя В/ед.изм.** напротив измерительного канала, к которому подключена эта термопара, необходимо ввести  $0,01 V/град$ . Для представления результатов в милливольтках необходимо в этом столбце установить  $0,001 В/мВ$ . Соответствующие единицы измерения, относительно которых берется чувствительность преобразователя, указываются в следующем столбце таблицы – **Ед. изм.**.

В столбце **Ед. изм.** указывается единица измерения (физическая величина) преобразователя относительно которой происходит преобразование в электрическую величину (в вольты). Например: град., Па, м., мВ и т.д. Для представления результатов в милливольтках по выбранному измерительному каналу необходимо в ячейке этого столбца установить  $мВ$ . Единицы измерения можно вводить с клавиатуры или выбирать из списка. Для выбора единицы измерения из списка необходимо нажать на ячейку, в которую будут вводиться данные, левой кнопкой «мыши», сделав ее активной, и нажав на ней же правой кнопкой «мыши» в раскрывшемся списке (рисунок 5.10) выбрать необходимую единицу измерения. Для ввода единицы измерения с клавиатуры необходимо нажать на ячейку, в которую будут вводиться данные, левой кнопкой «мыши», сделав ее активной, и ввести нужную единицу измерения.

В столбце **Коэффициент усиления внешнего усилителя** выставляется коэффициент усиления (в разях) предварительного усилителя – внешнего по отношению к аппаратной части, производимой ЗАО «Электронные технологии и метрологические системы», или неуправляемого программно. Обычно внешние усилители устанавливаются на участке измерительного тракта до аналоговых входов для усиления сигнала поступающего с первичного преобразователя. Для ввода коэффициента усиления усилителя необходимо щелкнуть левой кнопкой «мыши» по ячейке в столбце **Коэффициент усиления внешнего усилителя** напротив измерительного канала, к которому подключен преобразователь через этот усилитель, и с клавиатуры ввести нужное значение коэффициент усиления.



| №  | Чувств. преобр., В/ед.изм. | Ед. изм. | КУ внешнего усилителя | Опорное знач. для вычисл. дБ | Смещ. пост. сост., ед.изм. | Название канала |
|----|----------------------------|----------|-----------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------|
| 1  | 0.001                      | мВ       | мВ                    | 0.001                        | 0                          | Сигнал1         |
| 2  | 0.001                      | мВ       | В                     | 0.001                        | 0                          | Сигнал2         |
| 3  | 0.001                      | мВ       | атм                   | 0.001                        | 0                          | Сигнал3         |
| 4  | 0.001                      | мВ       | Па                    | 0.001                        | 0                          | Сигнал4         |
| 5  | 0.001                      | мВ       | кПа                   | 0.001                        | 0                          | Сигнал5         |
| 6  | 0.001                      | мВ       | МПа                   | 0.001                        | 0                          | Сигнал6         |
| 7  | 0.001                      | мВ       | м/с <sup>2</sup>      | 0.001                        | 0                          | Сигнал7         |
| 8  | 0.001                      | мВ       | g                     | 0.001                        | 0                          | Сигнал8         |
| 9  | 0.001                      | мВ       | °C                    | 0.001                        | 0                          | Сигнал9         |
| 10 | 0.001                      | мВ       | A                     | 0.001                        | 0                          | Сигнал10        |
| 11 | 0.001                      | мВ       | мА                    | 0.001                        | 0                          | Сигнал11        |
| 12 | 0.001                      | мВ       | м/с                   | 0.001                        | 0                          | Сигнал12        |
| 13 | 0.001                      | мВ       | мм/с                  | 0.001                        | 0                          | Сигнал13        |
| 14 | 0.001                      | мВ       | H                     | 0.001                        | 0                          | Сигнал14        |
|    |                            |          | кН                    | 0.001                        | 0                          | Сигнал14        |

Рисунок 5.10

В столбце **Опорное значение для вычисления дБ** устанавливается опорное (нулевое) значение для вычисления логарифмического уровня сигнала в дБ.

Для энергетических величин (энергии, мощности и т.п.) уровень, измеряемый в белах:

$$L = \lg \frac{A}{A_0},$$

измеряемый в децибелах:

$$L = 10 \lg \frac{A}{A_0}$$

где  $A$  – оцениваемое значение энергии (мощности и т.п.),  $A_0$  – исходное (опорное) значение энергии (мощности и т.п.).

Для скорости, ускорения, силы и т.п. уровень, измеряемый в белах:

$$L = 2 \lg \frac{B}{B_0},$$

измеряемый в децибелах:

$$L = 20 \lg \frac{B}{B_0}$$

где  $B$  – оцениваемое значение скорости (ускорения и т.п.),  $B_0$  – исходное (опорное) значение скорости (ускорения и т.п.)

Для измерений уровней в акустике в качестве опорного значения  $A_0$  принимают  $2 \times 10^{-5} \text{ Па}$ , уровней вибрации –  $3 \times 10^{-4} \text{ м/с}^2$  или  $3 \times 10^{-5} \text{ g}$  (в соответствии российскими и европейскими стандартами),  $1 \times 10^{-6} \text{ м/с}^2$  или  $1 \times 10^{-7} \text{ g}$  (в соответствии с американскими стандартами), уровней сигналов в электротехнике –  $1 \text{ мкВ}$ , уровней сигналов в

связи –  $6,3\text{ В}$ , уровней сигналов виброскорости –  $5 \times 10^{-7}\text{ м/с}$  или  $1 \times 10^{-9}\text{ м/с}$ , уровней сигналов виброперемещения –  $10^{-12}\text{ м}$ .

В столбце **Смещение постоянной составляющей** устанавливается величина смещения постоянной составляющей измерительного тракта. Эта величина задается в единицах измерения. Например, в датчике глубины (датчик давления) выходу  $0\text{ В}$  – соответствует глубина  $100\text{ м}$ . Тогда в этом столбце для датчика давления устанавливается величина  $100$ .

В последний столбец **Название канала** вводится удобное для пользователя название измерительного канала, длина строки не может превышать 25 символов.

Для быстрого ввода данных по тому или иному первичному преобразователю можно воспользоваться базой данных датчиков (создание и редактирование базы данных датчиков описывается ниже). Для этого нажать левой кнопкой «мыши» на ячейку названия канала, по которому вводятся данные, и нажать на эту ячейку правой кнопкой «мыши», после чего откроется список (рисунок 5.11) внесенных в базу данных датчиков. Из этого списка выбрать интересующий датчик, после чего данные из базы по этому датчику занесутся в таблицу редактирования параметров измерительных каналов.

Кнопка **Сохранить** служит для записи измененных параметров. Сохранить изменения можно и при помощи команды **Сохранить** меню **Файл** или при помощи горячих клавиш  $\langle \text{Ctrl} \rangle + \langle \text{S} \rangle$ .

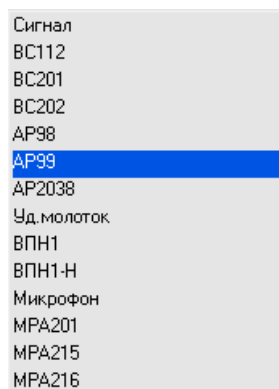


Рисунок 5.11

При нажатии на кнопку **Выход** происходит выход из окна программы. Закрыть окно можно и нажатием кнопки , расположенной в правом верхнем углу окна программы, или при помощи команды **Выход** меню **Файл**.

### Примеры:

1. Выход термопреобразователя откалиброван следующим образом:  $200\text{ град} - 0\text{ В}$ ,  $1200\text{ град} - 1\text{ В}$ . В данном примере термопреобразователь подключен к первому каналу модуля «ZET 2XX». Чувствительность задается следующим образом – термопреобразователь работает в диапазоне от  $200$  до  $1200\text{ град}$ , соответственно его шкала будет  $1000\text{ град}$ , рабочее напряжение на выходе от  $0$  до  $1\text{ В}$ , соответственно

шкала по напряжению будет  $1В$  (рисунок 5.13, синяя прямая). Отсюда чувствительность будет  $1 В/1000 град = 0,001 В/град$  (тангенс угла наклона прямой). В столбце **Ед. изм.** заносится единица измерения, относительно которой будут производиться измерения. В данном примере – *град*. При данном виде измерений не будет учитываться значение в столбце **Опорное значение для вычисления дБ**. Для того, что бы откалибровать термопреобразователь на измерения начиная с  $1 град$  необходимо в столбце **Смещение постоянной составляющей** внести  $-200$  (расстояние по оси абсцисс от синей до красной прямой). В столбце **Название канала** ввести удобное название этого канала, которое будет отображаться в программах измерения и обработки. С учетом вышеописанного, строка в таблице для этого измерительного тракта будет выглядеть следующим образом:

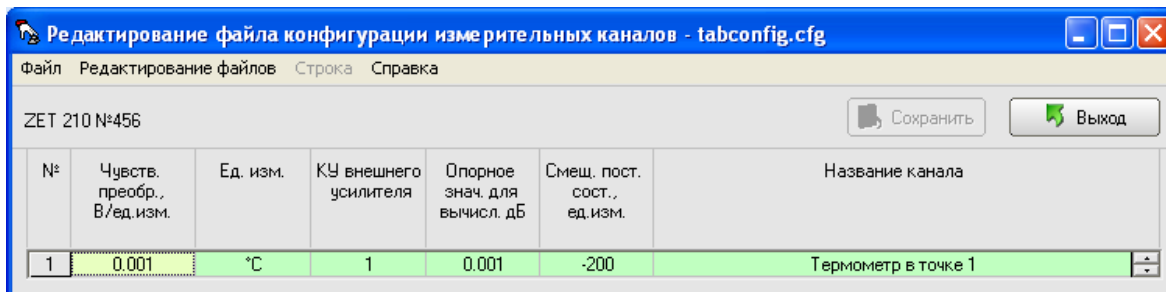


Рисунок 5.12

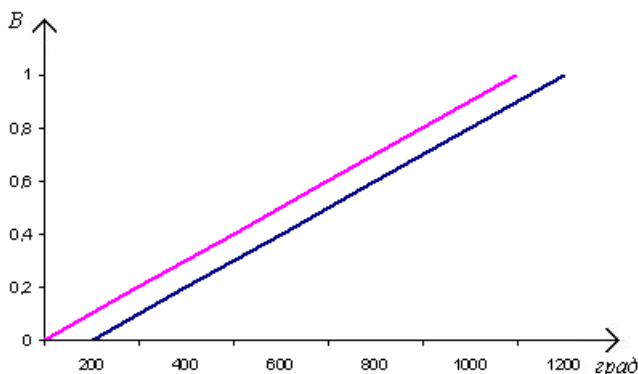


Рисунок 5.13

2. Преобразователь избыточного давления КРТ-1-16 имеет выходной сигнал постоянного тока  $4-20 мА$ , и верхний предел измерений  $16 МПа$ . В данном примере датчик подключен ко второму каналу модуля «ZET 2XX». Датчик запитывается от источника питания постоянного тока напряжение  $9,6 – 42 В$ , а на входной канал модуля «ZET 2XX», параллельно датчику подключается точный нормирующий резистор номиналом  $50 Ом$ . Тогда на выходе КРТ будет:  $0 МПа – 0,2 В$ ,  $16 МПа – 1 В$  (рисунок синяя прямая). Отсюда чувствительность будет  $0,8 В/16 МПа = 0,005 В/МПа$ . В столбце **Ед. изм.** заносится единица измерения, относительно которой будут производиться измерения. В данном примере – *МПа*. При

данном виде измерений не будет учитываться значение в столбце **Опорное значение для вычисления дБ**. Для более точного измерения давления в столбце **Смещение постоянной составляющей** внести смещение на которое необходимо сместить показания для получения абсолютного нуля (расстояние по оси абсцисс от синей прямой до красной на рисунке 5.15). В столбце **Название канала** ввести удобное название этого канала, которое будет отображаться в программах измерения и обработки. С учетом вышеописанного строка в таблице для этого измерительного тракта будет выглядеть следующим образом:

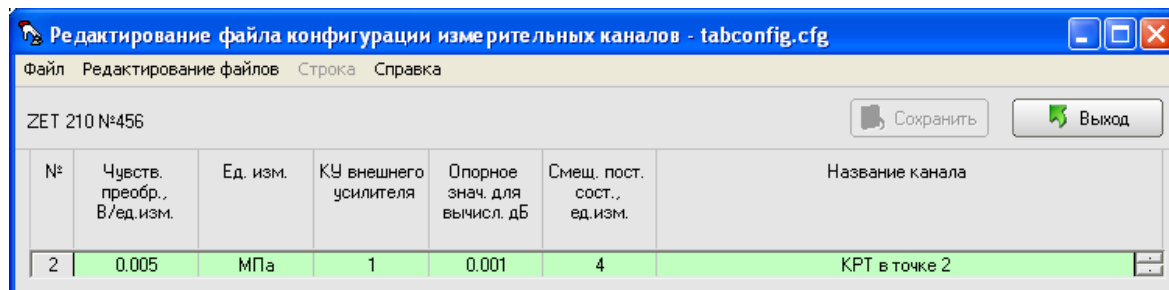


Рисунок 5.14

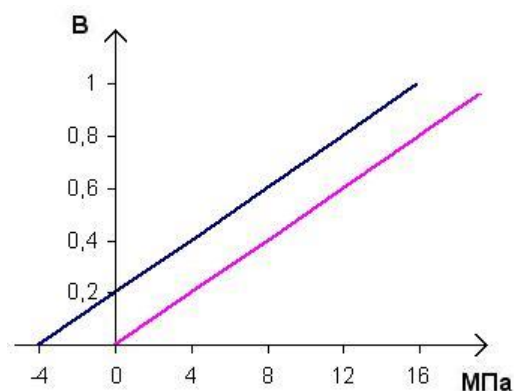


Рисунок 5.15

#### 5.4 База данных датчиков (datch.cfg)

Команда **База данных датчиков (datch.cfg)** меню **Редактирование файлов** открывает базу данных датчиков (рисунок 5.16). Пользователь может сам изменять её, вносить новые данные и удалять старые. Каждая строка описывает один датчик.

Добавить строку можно либо при выборе команды **Добавить строку** из меню **Строка** или кнопкой **+ Добавить строку**.

Удалить строку можно либо при выборе команды **Удалить строку** из меню **Строка** или кнопкой **– Удалить строку**.

Для ввода данных, в какую-либо ячейку, делаем ее активной нажатием левой кнопкой «мыши». В этой ячейке вводим необходимое значение.

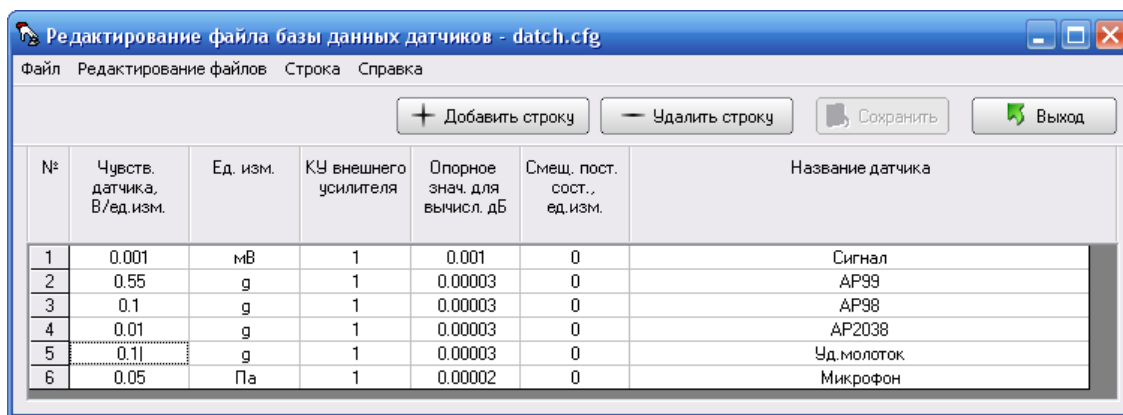


Рисунок 5.16

Строки базы данных датчиков заполняются также как и строки таблицы редактирования параметров измерительных каналов. Заполнение таблицы редактирования параметров измерительных каналов описывается в пункте **5.3 Конфигурация измерительных каналов (tabconfig.cfg)**

Кнопка **Сохранить** служит для записи измененных параметров. Сохранить изменения можно и при помощи команды **Сохранить** меню **Файл** или при помощи горячих клавиш <Ctrl> + <S>. При нажатии на кнопку **Выход** происходит выход из окна программы. Закрыть окно можно и нажатием кнопки , расположенной в правом верхнем углу окна программы, или при помощи команды **Выход** меню **Файл**.

### 5.5 Файл-указатель конфигурации системы (myconf\*.mrs)

Для правильной работы программ обработки сигналов необходимо правильно установить указатели файлов. В текущей директории должен находиться файл myconf.mrs. Команда **Файл-указатель конфигурации системы (myconf\*.mrs)** меню **Редактирование файлов** открывает окно программы, в которой указан путь к файлу конфигурации системы (рисунок 5.17).

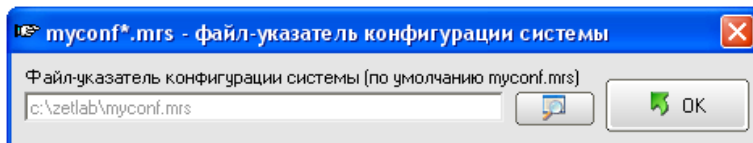


Рисунок 5.17

В строке **Файл-указатель конфигурации системы** отображается полный путь и имя файла. При нажатии на кнопку  появляется дополнительное окно для выбора файла из существующих файлов. Для выбора файла указателя конфигурации поместите указатель на файл myconf.mrs и нажмите кнопку **Открыть**.

При нажатии на кнопку **ОК** происходит выход из окна. Закрыть окно также можно и нажатием кнопки , расположенной в правом верхнем углу окна.

## 5.6 Пути для ввода и обработки сигналов

Команда **Пути ввода и обработки сигналов** меню **Редактирование файлов** запускает окно редактирования файла пути ввода и обработки сигнала (рисунок 5.18).

В строке **Сигналы** указан путь для записи и обработки сигналов программами **Запись сигналов** и **Воспроизведение сигналов**.

В строке **Результаты обработки** указан путь для записи результатов обработки из программ. В данную директорию записываются данные из программ графической обработки данных, в которых предусмотрена кнопка **Запись** для записи числовых значений отображаемого в конкретной программе (например, программы **Осциллограф** и **Узкополосный спектр**) графического изображения.

В строке **Таблицы Excel** указан путь для обработанных результатов представленных в виде таблиц Excel.

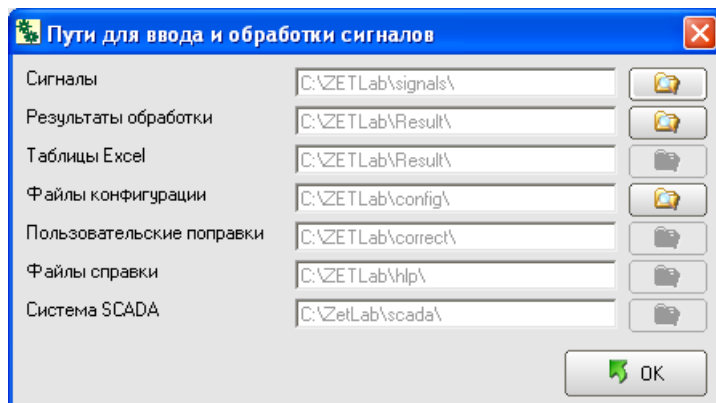


Рисунок 5.18

В строке **Файлы конфигурации** указан путь для сохранения программами **ZETLab** своих настроек для последующей их установки при повторном запуске. Также по умолчанию в данную директорию сохраняются проекты, созданные при помощи панели управления **ZETLab**.

В строке **Пользовательские поправки** указан путь для калибровочных (заводских) установок, которые могут изменяться при проведении периодической поверки. Данная директория не несет для пользователя никакой полезной информации и не рекомендуется для изменений пользователем.

В строке **Файлы справок** указан путь для справочных файлов программ **ZETLab**. Данная директория не несет для пользователя никакой полезной информации и не рекомендуется для изменений пользователем.

При нажатии на кнопку  напротив соответствующей строки появляется дополнительное окно для выбора директории.

При нажатии на кнопку **ОК** происходит выход из программы. Закрыть окно также можно и нажатием кнопки , расположенной в правом верхнем углу окна

## 6 Контроль конфигурации

### 6.1 Назначение программы

Для правильной работы программ из состава **ZETLab** необходимо корректно настроить сервисные программы, такие как **Настройка параметров АЦП и ЦАП**, **Редактирование файлов параметров**, **Цифровой ввод-вывод**. Достаточно настроить эти программы один раз, и при последующей загрузке **ZETLab** все параметры будут иметь значения, установленные при последнем редактировании. Однако возникают ситуации, когда настройки сервисных программ сбиваются (например, при отключении компьютера при загрузке сигнального процессора). Кроме того, при использовании одного и того же модуля «ZET 2XX» для различных задач, иногда необходимо по-разному настраивать сервисные программы. При замене одного модуля на другой параметры нового модуля будут установлены по умолчанию. В таких ситуациях удобно иметь файл с записанными параметрами всех сервисных программ. Для этих целей служит программа **Контроль конфигурации**, которая позволяет:

- ✓ просматривать текущую конфигурацию устройств ZET
- ✓ сохранять текущую конфигурацию,
- ✓ возвращаться к сохраненной конфигурации,

### 6.2 Описание программы

Программа **Контроль конфигурации** запускается из меню **Сервисные** (рисунок 6.1) панели **ZETLab** выбором команды **Контроль конфигурации**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы (рисунок 6.2).

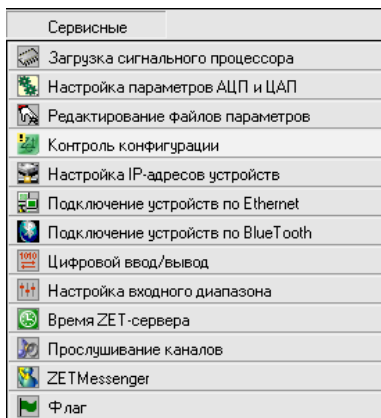


Рисунок 6.1

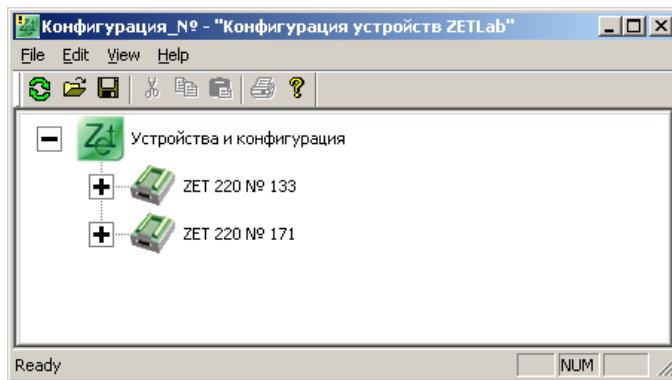


Рисунок 6.2

Интерфейс программы имеет следующую структуру:

- 1 уровень - заголовок,
- 2 уровень - названия и номера подключенных устройств
- 3 уровень – разделы конфигурации,

- 4 уровень – информация по разделам.

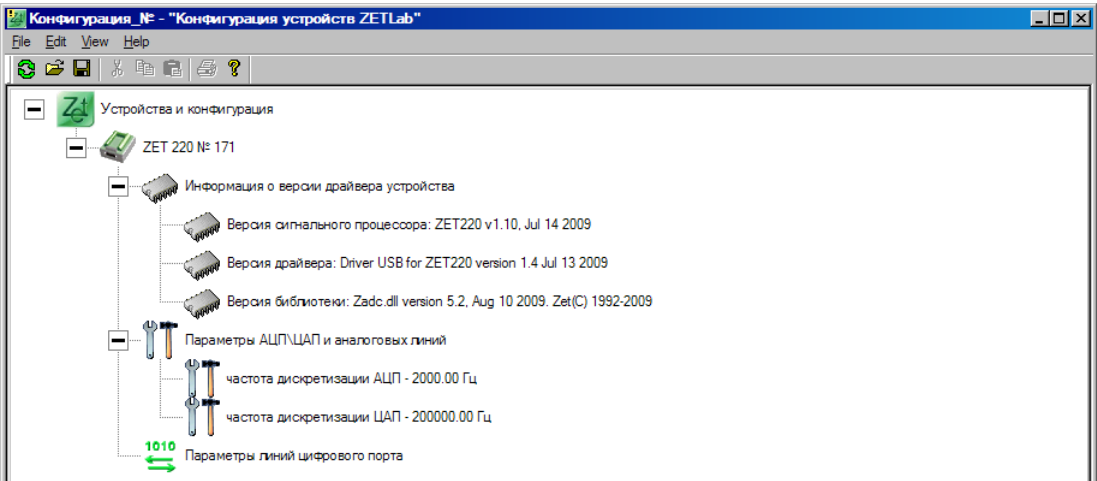
При запуске программы раскрытым является только первый уровень (рисунок 6.2). Для того чтобы раскрыть уровень, необходимо нажать на символ , расположенный слева от названия уровня. Для того чтобы свернуть уровень, необходимо нажать на символ , расположенный слева от названия уровня.

Для каждого подключенного модуля «ZET 2XX» в программе отображается следующая информация:

- Информация о версии драйвера устройства (версия сигнального процессора, версия драйвера и версия библиотеки)
- Параметры АЦП/ЦАП и аналоговых линий (частота дискретизации АЦП, частота дискретизации ЦАП и параметры физических каналов)
- Параметры линий цифрового порта.

### 6.3 Параметры АЦП/ЦАП и аналоговых линий

При нажатии кнопкой «мыши» на надпись *Параметры АЦП/ЦАП и аналоговых линий* в нижней части окна программы **Контроль конфигурации** отображается таблица с параметрами каналов аналогового входа модуля «ZET 2XX» (рисунок 6.3).



| № пп | Вкл/Выкл | Чувств. преобр. В/едизм | Едизм | КУ внешнего усилителя | Предв. усилитель | Опорное знач. для дБ | Файл поправки АЧХ | Смещение пост. сост. | Название канала |
|------|----------|-------------------------|-------|-----------------------|------------------|----------------------|-------------------|----------------------|-----------------|
| 1    | Вкл.     | 0.130000                | g     | 1.000000              | Нет              | 0.000030             | 0                 | 0.000000             | BC112           |
| 2    | Вкл.     | 0.100000                | g     | 1.000000              | Нет              | 0.000030             | 0                 | 0.000000             | AP98            |
| 3    | Вкл.     | 0.050000                | Па    | 1.000000              | Нет              | 0.000020             | 0                 | 0.000000             | MPA201          |
| 4    | Вкл.     | 0.100000                | g     | 1.000000              | Нет              | 0.000030             | 0                 | 0.000000             | Уд.молоток      |
| 5    | Выкл.    |                         |       |                       |                  |                      |                   |                      |                 |
| 6    | Выкл.    |                         |       |                       |                  |                      |                   |                      |                 |
| 7    | Выкл.    |                         |       |                       |                  |                      |                   |                      |                 |
| 8    | Выкл.    |                         |       |                       |                  |                      |                   |                      |                 |
| 9    | Выкл.    |                         |       |                       |                  |                      |                   |                      |                 |
| 10   | Выкл.    |                         |       |                       |                  |                      |                   |                      |                 |
| 11   | Выкл.    |                         |       |                       |                  |                      |                   |                      |                 |
| 12   | Выкл.    |                         |       |                       |                  |                      |                   |                      |                 |
| 13   | Выкл.    |                         |       |                       |                  |                      |                   |                      |                 |
| 14   | Выкл.    |                         |       |                       |                  |                      |                   |                      |                 |
| 15   | Выкл.    |                         |       |                       |                  |                      |                   |                      |                 |
| 16   | Выкл.    |                         |       |                       |                  |                      |                   |                      |                 |

Рисунок 6.3



В столбце **№ пп** отображается физический номер канала модуля «ZET 2XX». В столбце **Вкл/Выкл** указывается, включен этот канал или выключен (для удобства пользователя строки таблицы включенных каналов отображаются зеленым цветом, выключенных – красным). Далее следуют параметры каналов в соответствии с настройками в программе **Редактирование файлов параметров** (глава 5 *Настройка параметров измерительных каналов* настоящего *Руководства оператора*).

Частоты дискретизации АЦП и ЦАП устанавливаются в программе **Настройка параметров АЦП и ЦАП** (глава 4 *Настройка параметров аналоговых входов и выходов* настоящего *Руководства оператора*). Там же включаются и выключаются каналы аналогового входа модуля «ZET 2XX»

#### 6.4 Параметры линий цифрового порта

При нажатии кнопкой «мышь» на надпись *Параметры линий цифрового порта* в нижней части окна программы **Контроль конфигурации** отображается таблица с параметрами линий цифрового порта модуля «ZET 2XX» (рисунок 6.4).

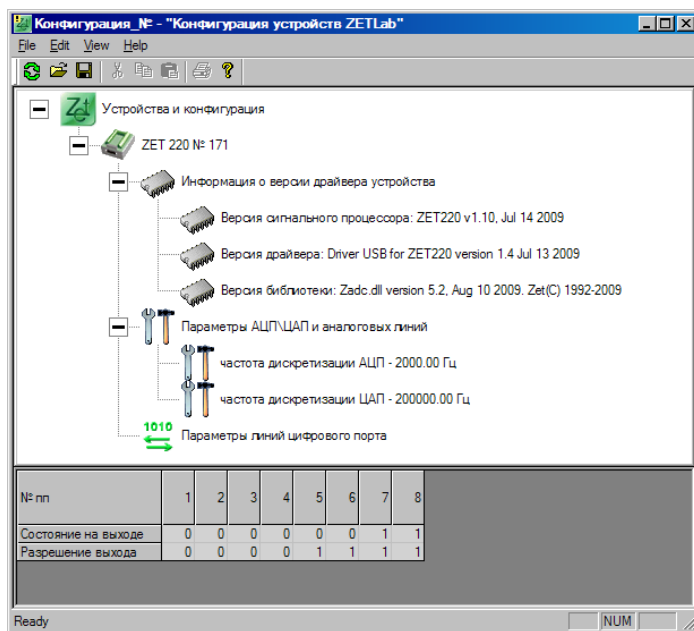


Рисунок 6.4

В строке **№ пп** отображается физический номер канала цифрового порта модуля «ZET 2XX». В строке **Состояние на выходе** указывается реальное состояние каналов цифрового порта: значение «1» соответствует состоянию логической «1» этого канала, значение «0» - состоянию логического «0». В строке **Разрешение выхода** отображаются разрешения управления выходами цифрового порта: значение «1» указывает, что канал цифрового порта включен, значение «0» - выключен.

Управление состоянием входных/выходных каналов цифрового порта модулей «ZET 2XX» осуществляется в программе **Цифровой ввод-вывод** (глава 36 настоящего *Руководства оператора*).

## 6.5 Работа с программой Контроль конфигурации

При запуске программы **Контроль конфигурации** в окне программы отображаются текущие настройки сервисных программ. Чтобы сохранить текущую конфигурацию в файл, необходимо в меню **Файл** выбрать команду **Сохранить как...** (рисунок 6.5) и в открывшемся окне указать название файла и директорию для сохранения (рисунок 6.6).

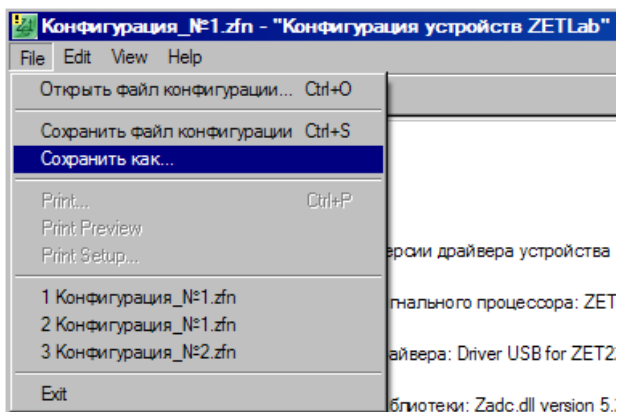


Рисунок 6.5

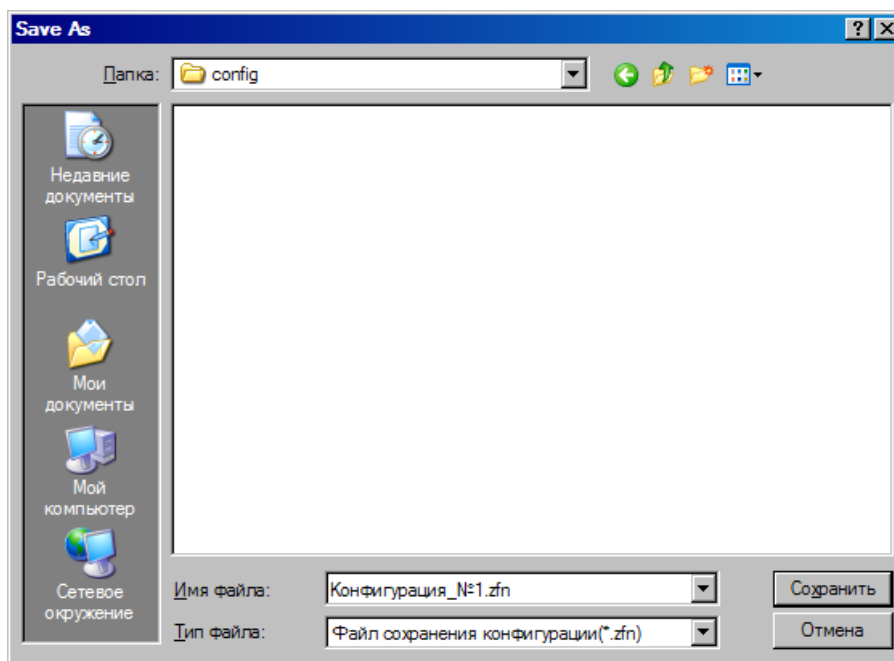


Рисунок 6.6

Чтобы просмотреть записанный ранее файл конфигурации, необходимо в меню **Файл** (рисунок 6.5) выбрать команду **Открыть файл конфигурации**. При этом, если сохраненная и текущая конфигурация различаются, появится сообщение, в котором будет предложено произвести откат к предыдущей, т.е. сохраненной, конфигурации (рисунок 6.7), а рядом с символами устройств появятся особые отметки, пояснения которых даны в правой части окна программы. При нажатии на кнопку **ОК** будет произведен откат к предыдущей конфигурации и все сервисные программы будут настроены в соответствии с ней.

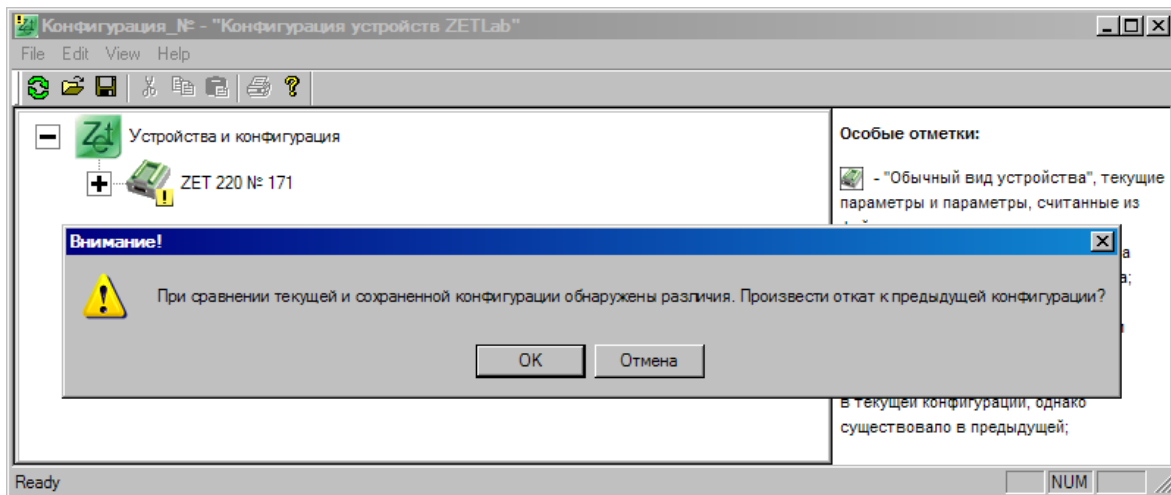


Рисунок 6.7

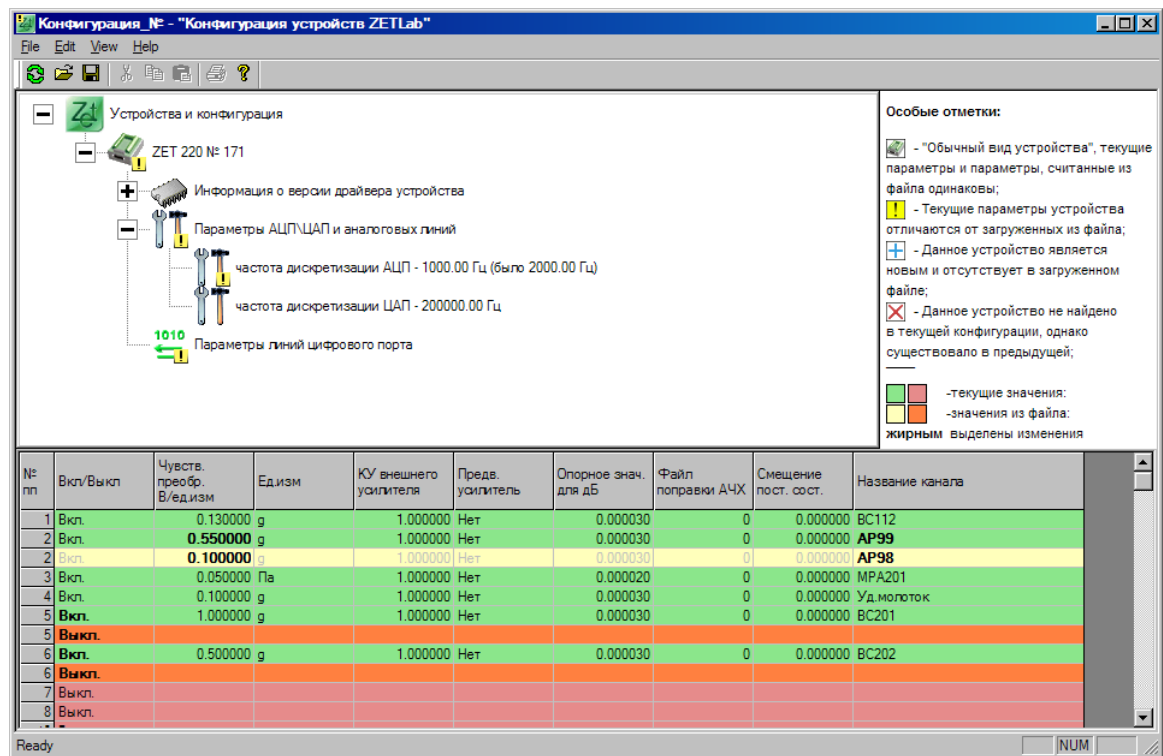


Рисунок 6.8

При нажатии на кнопку **Отмена** откат к предыдущей конфигурации произведен не будет, а в окне программы **Контроль конфигурации** отобразятся различия между версиями конфигураций (рисунок 6.8). Рядом с символами, соответствующими тому или иному уровню структуры программы появятся значки **!** в случае, если параметры уровня текущей и сохраненной конфигураций различны. Для таких параметров, как частоты дискретизации и версии драйвера и библиотеки, в случае, если они различны в текущей и сохраненной конфигурациях, рядом с текущим значением в скобках будет указано значение в сохраненной конфигурации.

В случае, если в текущей и сохраненной конфигурациях различны параметры каналов аналогового входа модуля «ZET 2XX», в таблице параметров аналоговых линий появятся новые строки: желтого цвета для каналов, которые были включены в сохраненной конфигурации и оранжевого – для каналов, которые были выключены (рисунок 6.8). Для включенных каналов в текущей конфигурации параметры, отличные от аналогичных параметров сохраненной конфигурации, будут выделены жирным шрифтом.

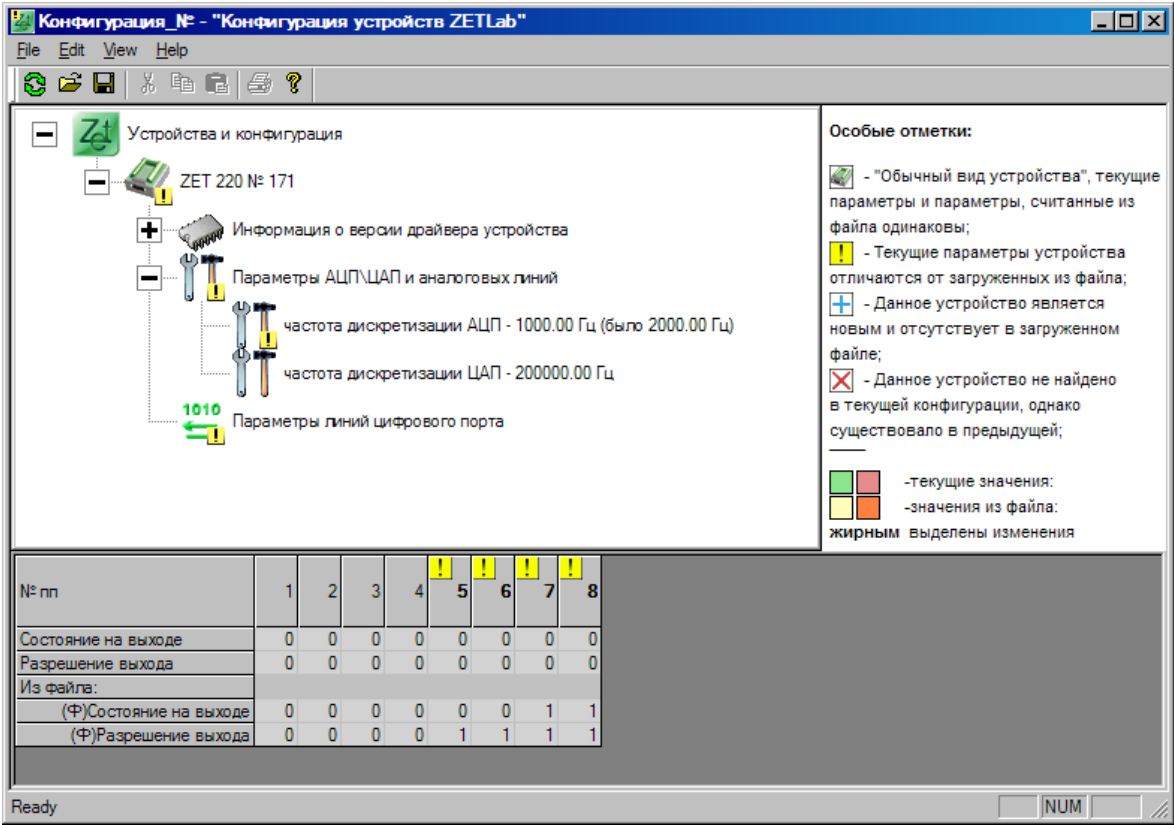


Рисунок 6.9

В случае, если в текущей и сохраненной конфигурациях различны параметры каналов цифрового порта модуля «ZET 2XX», в таблице параметров линий цифрового порта появятся новые строки **(Ф)Состояние на выходе** и **(Ф)Разрешение выхода**, в которых отображается информация о параметрах цифровых линий модуля «ZET 2XX» сохраненной конфигурации. В строке **№ пп** появляются значки **!** рядом с номерами цифровых каналов, параметры которых в текущей и сохраненной конфигурациях различны (рисунок 6.9), также эти номера выделены жирным шрифтом.

Программа **Контроль конфигурации** позволяет увидеть, что при сохранении конфигурации к компьютеру были подключены модули «ZET 2XX», которые в момент открытия файла конфигурации отсутствовали, или, наоборот, в текущей конфигурации появились новые устройства ZET (рисунок 6.10).

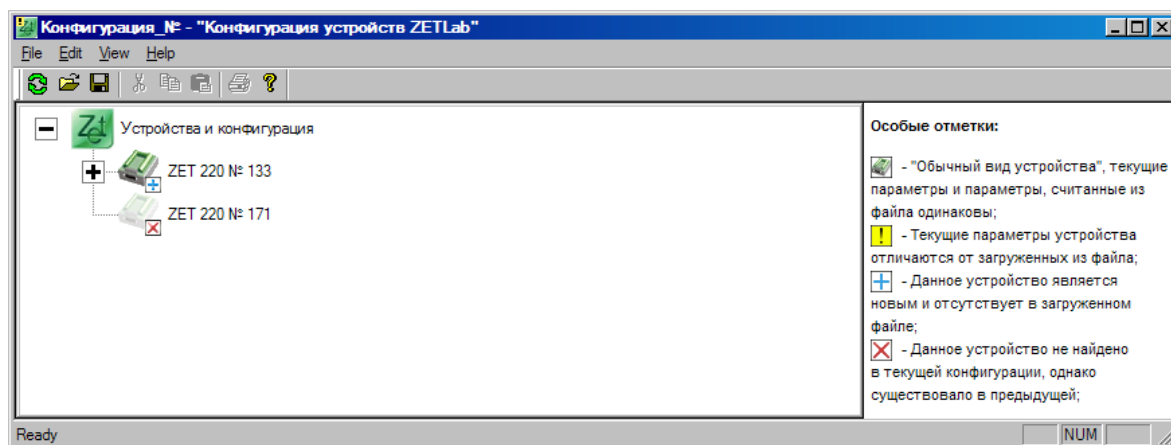


Рисунок 6.10

## 7 Программа Настройка входного диапазона

Программа **Настройка входного диапазона** запускается из меню **Сервисные** (рисунок 7.1) панели **ZETLab** выбором команды **Настройка входного диапазона**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Настройка входного диапазона** (рисунок 7.2).

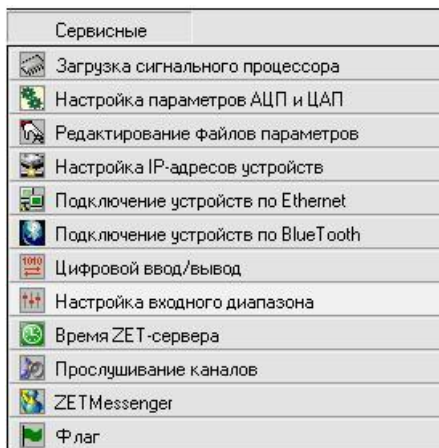


Рисунок 7.1



Рисунок 7.2

Для модуля «ZET 2XX» данная программа носит информационный характер. В запущенном окне программы можно посмотреть название канала и соответствующие этому каналу интегральный уровень, измеряемый верхний диапазон (относительно установленных единиц измерения) и единицы измерения.

В списке **Название каналов** будут отображаться включенные физические каналы модуля «ZET 2XX» и виртуальные каналы, порождаемые соответствующими программами (программы фильтрации, генерации сигналов, тензометрии и термометрии, и др.).

Индикатор **Интегральный уровень**  показывает интегральный уровень сигнала и, при превышении максимально допустимого уровня, перегрузку соответствующего канала. Две третьих части поля индикатора отведены для уровня сигнала, не превышающего максимально допустимый уровень. Чем выше уровень, тем больше заполняется индикатор. При превышении максимально допустимого уровня индикатор заполняется полностью красным цветом. Правый край индикатора останется красным до тех пор, пока перегрузка по каналу не будет снята и пользователь не нажмет на индикатор левой кнопкой «мыши».

В списке **Диапазон** отображается максимально допустимый уровень входного сигнала по соответствующему каналу. При комплектации модуля «ZET 2XX» генератором сигналов, после запуска программы генерации сигналов, в программе **Настройка входного диапазона** появляется виртуальный канал генератора, а в списке **Диапазон** отображается максимально допустимый уровень выходного сигнала по каналу генератора.

В списке **Ед. изм.** отображаются установленные единицы измерения по соответствующему каналу. Единицы измерения устанавливаются в программе **Редактирование файлов параметров** (пункт 5 **Настройка параметров измерительных каналов** настоящего руководства).

Для выхода из программы необходимо нажать кнопку , расположенную в правом верхнем углу окна.



## 8 Программа УЗКОПОЛОСНЫЙ СПЕКТР

### 8.1 Назначение программы

Программа **Узкополосный спектр** предназначена для частотного анализа сигнала. По временной реализации сигнала находятся отклики по набору частотных фильтров. Центральные частоты фильтров равномерно распределены по оси частот.

При помощи программы **Узкополосный спектр** пользователь по форме спектра может определить наличие в измерительном канале тональных сигналов (дискретных составляющих) и шумовых компонент (рисунок 8.1). Дополнительные возможности построения спектрограмм (набор спектров, рассчитанные в последовательные промежутки времени и представленные в 2-мерном и/или 3-мерном виде) позволяют проследить динамику нестационарных процессов (рисунок 8.2).

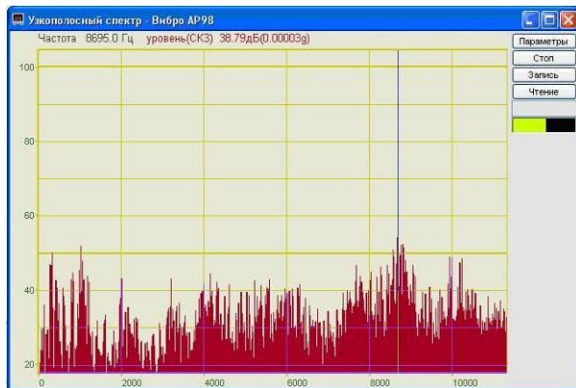


Рисунок 8.1

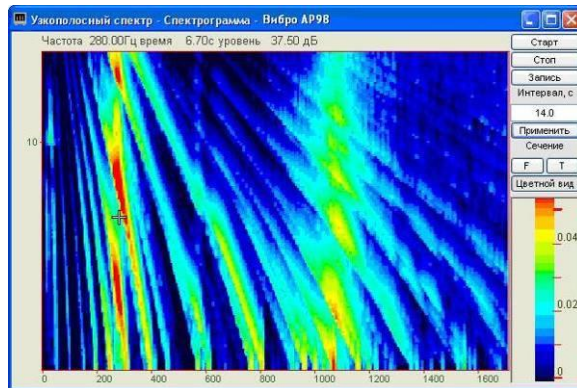


Рисунок 8.2

Построение сечений спектрограммы по времени и по частоте позволяет измерить параметры нестационарных процессов (рисунки 8.3 – 8.4).



Рисунок 8.3



Рисунок 8.4

Возможность получения максимальных и усредненных спектров, сравнение спектров с заданным спектром (нормой) позволяет легко определить различие между заданным и реальным уровнем. Это необходимо при проведении различного вида мониторинга оборудования, входного/выходного контроля.

Одновременный спектральный анализ в различных частотных диапазонах одного и того же сигнала дает возможность наблюдать спектр как во всем частотном диапазоне (панорамный режим), так и проводить детальный анализ спектра в выбранных частотных диапазонах. Это необходимо при наличии в сигнале высокочастотных и низкочастотных дискретных составляющих (рисунки 8.5 – 8.6).

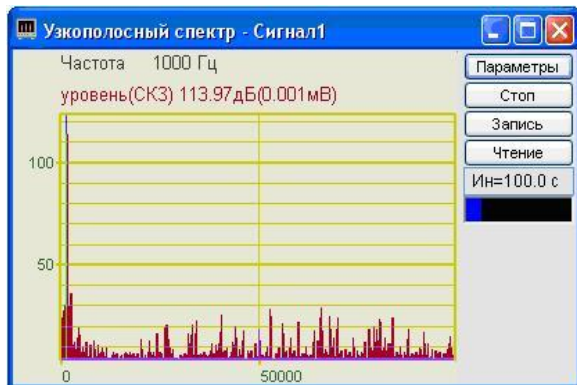


Рисунок 8.5



Рисунок 8.6

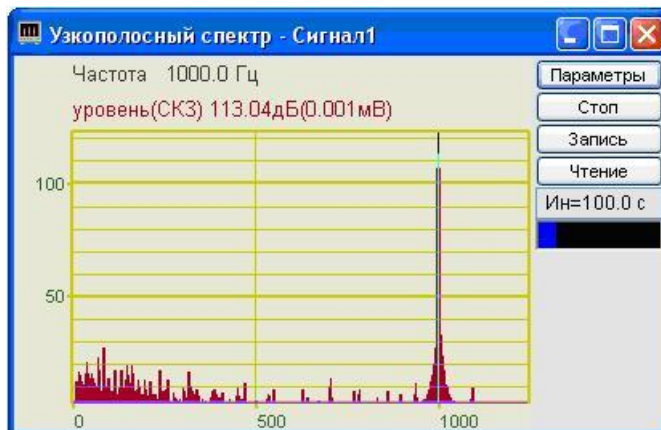


Рисунок 8.7

Высокое разрешение (до 32000-х полос) позволяет с высокой точностью определить частоту стационарного тонального сигнала; разделить несколько близлежащих частотных компонент. Эта ситуация часто наблюдается при виброакустическом анализе различных механизмов с электрическим приводом. В окрестности 50 Гц, как правило, наблюдается несколько дискретных составляющих, связанных с электромагнитной наводкой, механическими колебаниями, связанными с вращением асин-

хронного электродвигателя. Как правило, все эти источники находятся в полосе не более 0,5 Гц.

При анализе шумовых компонент мешающим фактором является наличие дискретных составляющих на спектре. В программе предусмотрена функция **Очистка спектра от дискретных составляющих (ДС)** (рисунки 8.8 – 8.9). Эта функция подавляет все стационарные тональные сигналы. На рисунке 8.8 показан спектр сигнала с дискретными составляющими, на рисунке 8.9 – после очистки спектра.

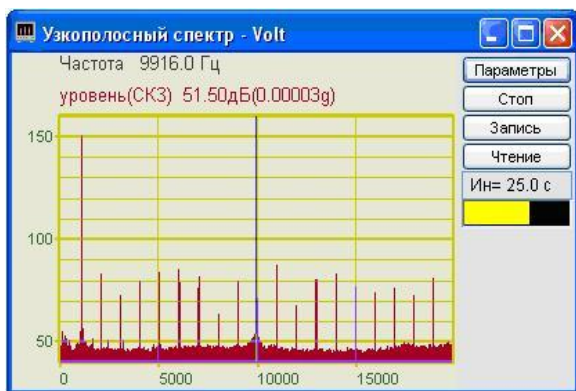


Рисунок 8.8



Рисунок 8.9

При виброакустическом анализе обычно используется пьезоэлектрические акселерометры. Эти датчики отдают сигнал, пропорциональный ускорению в точке крепления. Нормы на уровни вибрации и их спектральный состав часто задаются по виброскорости. Для того чтобы получить сигнал виброскорости, необходимо проинтегрировать по времени сигнал виброускорения. При балансировке важно получать виброперемещение в точке крепления датчика. Двойной интеграл по времени сигнала виброускорения позволяет получить сигнал виброперемещения. Эти дополнительные функции интегрирования и дифференцирования сигнала реализованы в программе.

Для измерения уровня дискретных составляющих обычно используют измерение уровня среднеквадратического значения (СКЗ) в полосе фильтра. В этом случае уровень дискретной составляющей практически не зависит от полосы анализа. Для измерения уровня шумовых компонент необходимо измерять спектральную плотность мощности (СПМ), которая задается в *единица измерения* /  $\sqrt{\text{Гц}}$ . Это необходимо, так как спектральная плотность мощности шума не зависит от полосы анализа. Программа **Узкополосный спектр** позволяет рассчитывать спектры по СКЗ, СПМ и амплитудным значениям.

## 8.2 Описание программы

Для запуска программы **Узкополосный спектр** необходимо из меню **Анализ** (рисунок 8.10) панели **ZETLab** выбрать команду **Узкополосный спектр**.

**Примечание:** программу можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLab** (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: spectr.exe

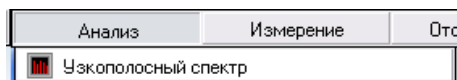


Рисунок 8.10

На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Узкополосный спектр** (рисунок 8.11). В заголовке окна будет отображаться название самой программы и, через тире, название выбранного для анализа канала. Над графиком спектра отображаются измеряемые величины (частота, уровень сигнала), соответствующие положению курсора графика.

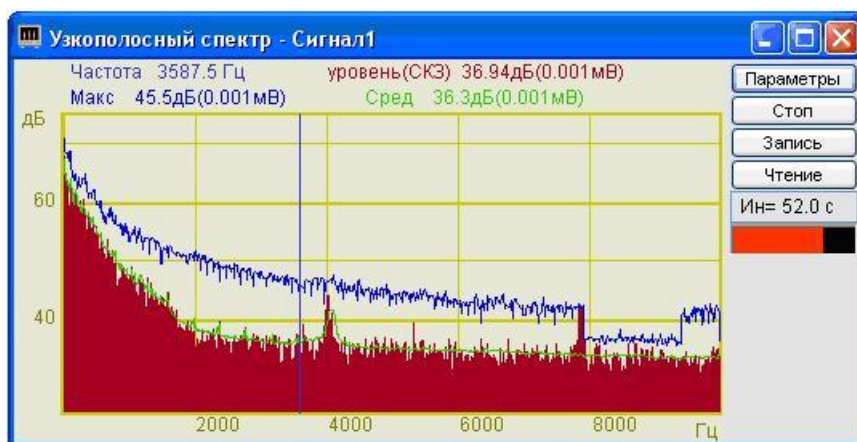


Рисунок 8.11

### 8.2.1 Управление курсором и масштабирование графиков

Перемещение курсора графика на нужную частоту осуществляется несколькими способами:

- подвести указатель «мыши» на нужную частоту, нажать, и удерживая нажатой левую кнопку «мыши», дождаться пока курсор графика (вертикальная линия) не сравняется с установленным указателем «мыши». При нажатой и удерживаемой левой клавише «мыши» курсор графика будет следовать за перемещением указателя «мыши» по графику;
- при активном окне программы **Узкополосный спектр** нажать левой кнопкой «мыши» на поле графика, и, при помощи ролика «мыши», перемещать курсор графика;

- при активном окне программы **Узкополосный спектр** перемещение курсора влево осуществляется нажатием и удерживанием кнопки клавиатуры <A> (в латинской раскладке), вправо – <D>.

Масштабирование числовых осей осуществляется при помощи манипулятора «мышь». При перемещении указателя «мыши» вдоль числовых значений осей указатель «мыши» будет принимать внешний вид в соответствии с предполагаемым действием масштабирования графика. После установки указателя нажать левой кнопкой «мыши», либо прокрутить ролик. Растяжение или сжатие графика происходит при помощи указателей принявших вид:  $\longleftrightarrow$ ,  $\rightleftarrows$  – для горизонтальной оси и  $\updownarrow$ ,  $\updownarrow$  – для вертикальной оси. Сдвинуть график вправо/влево или вверх/вниз можно при помощи указателей принявших вид:  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$  – для горизонтальной оси и  $\uparrow$ ,  $\downarrow$  – для вертикальной оси. Если поместить указатель «мыши» на пересечение числовых осей, то он примет вид . При нажатии левой клавиши «мыши» при указателе такого вида происходит автомасштабирование по оси уровня сигнала.

### **8.2.2    *Перенос графической и численной информации в текстовые редакторы***

Для копирования графика спектра нажать левой кнопкой «мыши» на поле графика программы и нажать комбинацию «горячих клавиш» клавиатуры <Ctrl> + <C>. График запишется в буфер обмена (Clipboard). Вставить график в любой открытый документ Microsoft Word или Excel можно нажатием «горячих клавиш» клавиатуры <Ctrl> + <V>, или нажатием на правую кнопку «мыши» и выбором в появившемся меню команды **Вставить**.

Для копирования сопроводительной информации нажать левой кнопкой «мыши» на поле графика программы и нажать на кнопку клавиатуры <T> (в латинской раскладке клавиатуры). Вставить эту информацию в любой открытый текстовый документ можно нажатием «горячих клавиш» клавиатуры <Ctrl> + <V>, или нажатием на правую кнопку «мыши» и выбором в появившемся меню команды **Вставить**.

Сопроводительная информация имеет следующую структуру: в первой строке пишется заголовок окна, в данном случае название программы **Узкополосный спектр** и название отображаемого канала; во второй и третьей строках – измеряемые величины, а именно значение частоты и значение уровня, соответствующие положению курсора графика. Если включены дополнительные графики (**Максимальный, Средний и Файл (норма)**), то их значения пишутся в следующих строках.

Для копирования численных значений частоты и уровня видимой части графика нажать левой кнопкой «мыши» на поле графика программы и нажать на кнопку клавиатуры <N> (в латинской раскладке клавиатуры). Вставить эту информацию в любой открытый текстовый документ можно нажатием «горячих клавиш» клавиатуры <Ctrl> + <V>, или нажатием на правую кнопку «мыши» и выбором в появившемся меню команды **Вставить**. Вставленная информация в текстовый документ будет иметь следующую структуру: сначала идет сопроводительная информация, в следующих строках будут располагаться частоты и соответствующие уровни на этих ча-



стотах. Если включены дополнительные графики (**Максимальный**, **Средний** и **Файл (норма)**), то значения их уровней будут добавляться в строки основных уровней. При копировании и вставки численных значений частоты и уровня в документы Excel, возможна обработка этой информации и построение графиков.

### 8.2.3 *Настройка внешнего вида программы Узкополосный спектр*

При нажатии на правую кнопку «мыши» на поле графика окна программы **Узкополосный спектр** появляется дополнительное окно **Параметры**.

На вкладке **Параметры отображения** (рисунок 8.12) настраиваются тип линий и параметры графика. Типы линий графиков могут быть в виде горизонтальных (ступенек) или ломаных линий. В этой вкладке также устанавливаются параметры отображения каждого из графиков, цвет, толщина, заполнение (закрашивание) области графика.

На рисунке 8.13 показана вкладка **Параметры сетки**. В этой вкладке можно включать или отключать отображение горизонтальной и вертикальной разметки осей и линий сетки. В этой вкладке также задается область видимости (область отображения) графиков: верхняя, нижняя, правая и левая границы графиков.

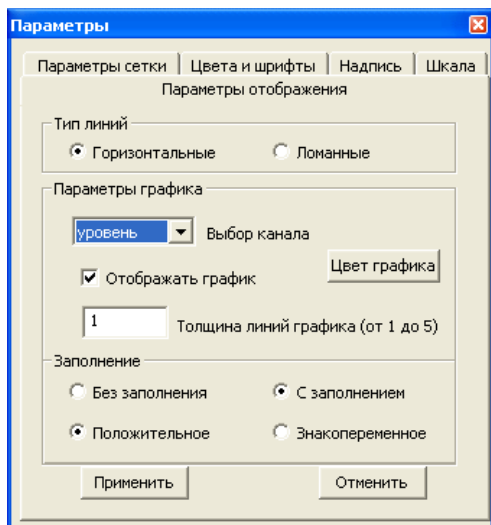


Рисунок 8.12

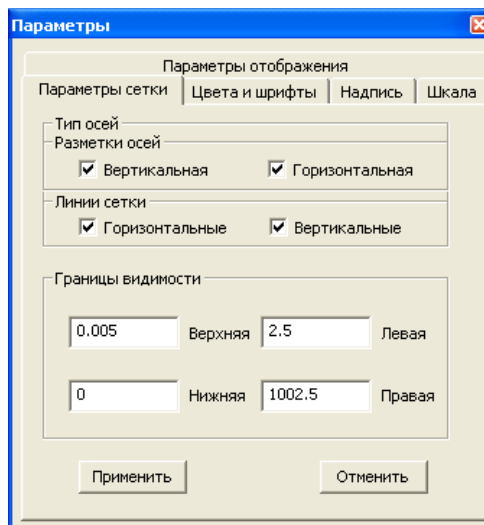


Рисунок 8.13

На рисунке 8.14 показана вкладка **Цвета и шрифты**. В этой вкладке можно изменять размер шрифта числовых значений осей и измеряемых величин. В этой вкладке также задается цвет сетки, курсора, фона, разметки осей, легенды.

На рисунке 8.15 показана вкладка **Надпись**. В этой вкладке можно записать дополнительную текстовую информацию, которая будет отображаться при копировании и вставки графика спектра в текстовый документ. Для записи этой информации необходимо поставить флажок **Показать надпись**, выбрать необходимый шрифт для ввода и в поле ввода надписи набрать текст.

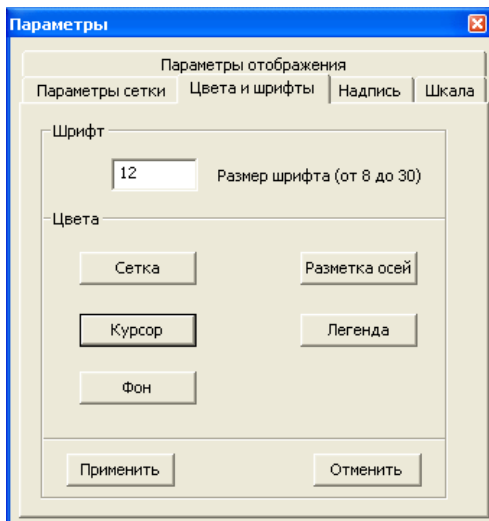


Рисунок 8.14

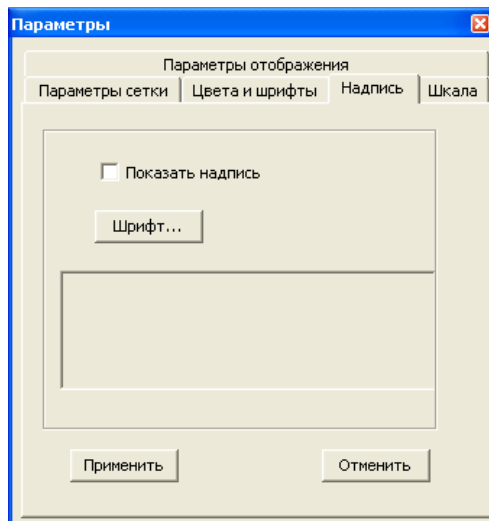


Рисунок 8.15

На рисунке 8.16 показан фрагмент рабочего окна программы **Узкополосный спектр** с дополнительной информацией.

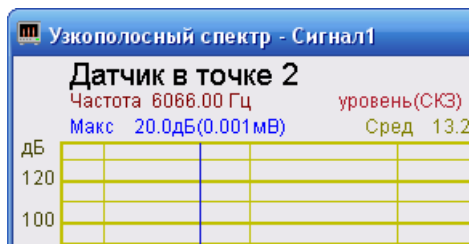


Рисунок 8.16

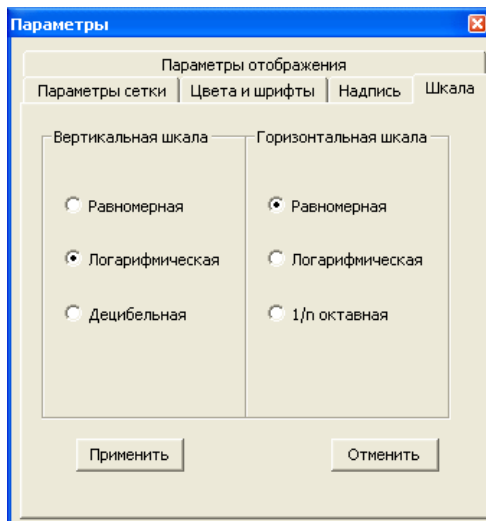


Рисунок 8.17

На рисунке 8.17 показана вкладка **Шкала**. В этой вкладке можно выбрать тип представления горизонтальной и вертикальной шкал. Вертикальная шкала может быть представлена в равномерном, логарифмическом или децибельном виде. Горизонтальная шкала может быть представлена в равномерном, логарифмическом или 1/п-октавном (долеоктавном) виде.

При выборе представления вертикальной шкалы отображения численного значения измеряемого уровня над полем графика относительно положения курсора бу-

дет таким, каким его выбрали в настройках параметров узкополосного спектра (настройка параметров узкополосного спектра описана в главе 8.3 настоящего руководства), а сетка вертикальной шкалы будут в соответствии с выбранным видом.

Сохранение измененных настроек осуществляется нажатием на кнопку **Применить**, при этом окно **Параметры** закрывается, а выбранные настройки вступают в силу.

Выход из окна **Параметры** без сохранения настроек осуществляется нажатием на кнопку **Отменить**, либо на кнопку  расположенную в правом верхнем углу окна, либо нажатием любой кнопкой «мыши» на любое место экрана, не занимаемое окном **Параметры**.

#### 8.2.4 Управление программой Узкополосный спектр

Кнопки управления располагаются в правой части окна программы.

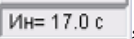
Кнопка **Параметры** открывает окно **Настройка параметров узкополосного спектра** (настройка параметров узкополосного спектра описана в главе 8.3 настоящего руководства).

Кнопка **Старт** запускает процесс непрерывного отображения спектра. При заданном интервале расчета и включенных дополнительных графиков (**Максимальный** и **Средний**) нажатие кнопки **Старт** обнуляет накопленные для расчета дополнительных графиков спектры, и накопление начинается заново, при этом название кнопки меняется на **Стоп**.

Кнопка **Стоп** (пауза) останавливает процесс отображения спектра и накопления дополнительных графиков, при этом процесс ввода данных продолжается. При включенных дополнительных окнах программы **Узкополосный спектр** нажатие кнопки **Стоп** главного окна программы приводит к остановке процесса отображения всех включенных дополнительных окон, при этом название кнопки меняется на **Старт**. Возобновление процесса отображения осуществляется нажатием кнопки **Старт**, описанной выше.

Кнопка **Запись** позволяет записать мгновенное значение отображаемого спектра в текстовый файл с расширением \*.dtn. Нажатие на кнопку открывает стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла, и имя этого файла. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\resspect\. Структура файла представлена в таблице 8.1.

Кнопка **Чтение** позволяет просмотреть записанный ранее в формате \*.dtn файл. Новый график отображается в тех же осях вместе с уже отображаемыми графиками.

Поле , находящееся под кнопкой **Чтение**, отображает время расчета дополнительных графиков (**Максимальный** и **Средний**). По истечении заданного времени расчета дополнительных графиков закончится расчет, дополнительные графики остановятся, а в поле отобразится установленный интервал расчета (длительность).

Индикатор  показывает интегральный уровень сигнала и, при превышении максимально допустимого уровня, перегрузку соответствующего канала. Две третьих части поля индикатора отведены для уровня сигнала, не превышающего



максимально допустимый уровень. Чем выше уровень, тем больше заполняется индикатор. При превышении максимально допустимого уровня индикатор заполняется полностью красным цветом. Правый край индикатора останется красным до тех пор, пока перегрузка по каналу не будет снята и пользователь не нажмет на индикатор левой кнопкой «мыши».

Для выхода из программы необходимо нажать кнопку , расположенную в правом верхнем углу окна.

Таблица 8.1

| Номер строки             | Строки                                                                                                                                                  | Описание                                                                                                                                     |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                        | Узкополосный спектр                                                                                                                                     | Название программы                                                                                                                           |
| 2                        | Сигнал 3                                                                                                                                                | Название канала ввода сигнала                                                                                                                |
| 3                        | Датчик в точке 2                                                                                                                                        | Комментарий пользователя. Комментарий вводится в окне <b>Настройка параметров узкополосного спектра</b> в поле <b>Комментарий для записи</b> |
| 4                        | Частотный диапазон - от 1.00Гц до 12500.00Гц. Частотное разрешение - 1.00Гц. Полоса анализа - 1.50                                                      | Параметры настройки программы <b>Узкополосный спектр</b>                                                                                     |
| 5                        | Дата: 10-08-2005                                                                                                                                        | Дата записи файла                                                                                                                            |
| 6                        | Время: 20:02:47                                                                                                                                         | Время начала записи файла                                                                                                                    |
| 7                        | Частота Уровень Средний Норма                                                                                                                           | Заголовки столбцов данных, в данном случае в файле четыре столбца                                                                            |
| 8                        | Гц дБ(0.001МПа) дБ(0.001МПа)<br>дБ(0.001МПа)                                                                                                            | Единицы измерения (по столбцам)                                                                                                              |
| 9-я и последующие строки | Располагаются численные значения данных, представленные в формате с плавающей запятой. В качестве разделителя целой и дробной части используется точка. |                                                                                                                                              |

### 8.3 Настройка параметров узкополосного спектра

Для настройки параметров программы **Узкополосный спектр** необходимо левой кнопкой «мыши» нажать кнопку **Параметры**, которая находится в верхнем правом углу, после чего отобразится окно **Настройка параметров узкополосного спектра** (рисунок 8.18). Окно **Настройка параметров узкополосного спектра** можно также вызвать нажатием клавиши <Esc> клавиатуры при активном окне программы **Узкополосный спектр**.

Сверху окна будет отображена установленная частота дискретизации в Гц (установка частоты дискретизации описана в разделе **4 Настройка параметров аналоговых входов и выхода** настоящего Руководства оператора).

В полях со стрелками (списки)  выбирать значения параметров можно двумя способами:

- нажать на стрелку поля и «мышью» выбрать из раскрывшегося списка нужное значение;
- нажать левой кнопкой «мыши» на поле и при помощи ролика «мыши», либо кнопок клавиатуры со стрелками <↑> и <↓> выбрать нужный элемент.

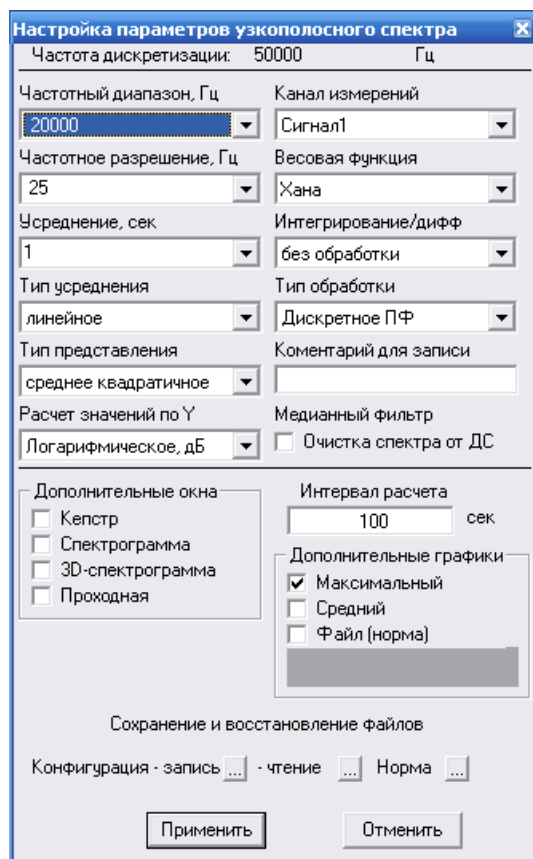


Рисунок 8.18

Список **Частотный диапазон, Гц** - выбор частотного диапазона (полосы анализа) в котором будет производиться анализ сигнала.

Список **Канал измерений** - выбор включенного физического либо виртуального канала, по которому в программе **Узкополосный спектр** будет отображаться спектр сигнала.

Список **Частотное разрешение, Гц** - выбор частотного разрешения (шаг между частотами разложения быстрого либо дискретного преобразования Фурье).

Список **Весовая функция** - выбор типа весовой функции (окно взвешивания), применяемой при спектральном анализе. Весовая функция описывает зависимость вклада предшествующих отсчетов исследуемого сигнала в вычисляемый спектр.

Возможный тип выбираемой весовой функций:

- прямоугольная;
- Хана;
- Хэмминга;
- Блэкмана;
- Барлета;
- Блэкмана стандартная.

Основные параметры весовых функций приведены в таблице 8.2.

Таблица 8.2

| Наименование<br>весовой функ-<br>ции | Допустимое откло-<br>нение средней ча-<br>стоты фильтра<br>1000 Гц, % | Эквивалентная<br>шумовая поло-<br>са, Гц | Полоса<br>по уров-<br>ню 3 дБ,<br>Гц | Отклонение<br>ширины полосы<br>фильтра, Гц |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|
| Прямоугольная                        | 0,05                                                                  | 20,00                                    | 17,8                                 | 0,60                                       |
| Хэмминга                             | 0,05                                                                  | 30,00                                    | 28,8                                 | 0,90                                       |
| Блэкмана                             | 0,05                                                                  | 34,54                                    | 33,6                                 | 1,04                                       |

Список **Усреднение, сек** – выбор продолжительности усреднения мгновенных спектров, в секундах. Значения усреднения можно либо выбирать из списка, либо вводит с клавиатуры. Максимальное усреднение 10 с, минимальное усреднение 0,1 с.

Список **Интегрирование/дифф.** - выбор вида обработки сигнала: двойное дифференцирование, дифференцирование, без обработки, интегрирование, двойное интегрирование. Функция полезна при работе с датчиками скорости и ускорения.

Список **Тип усреднения** - выбор типа режима накопления и усреднения спектров: линейное, экспоненциальное.

Список **Тип обработки** - выбор типа обработки сигнала: быстрое или дискретное преобразование Фурье.

Узкополосный спектр рассчитывается с помощью преобразования Фурье с использованием весовых функций.

Дискретным преобразованием Фурье называют пару взаимно однозначных преобразований:

прямое преобразование

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{-j \frac{2\pi}{N} nk}, \quad k=0, 1, \dots, N-1;$$

обратное преобразование

$$x(n) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X(k) e^{j \frac{2\pi}{N} nk}, \quad n = 0, 1, \dots, N-1.$$

где:

$x(n)$ ,  $n=0, 1, \dots, N-1$  – последовательность во временной области (вещественная или комплексная);

$X(k)$ ,  $k=0, 1, \dots, N-1$  – дискретные коэффициенты Фурье (вещественные или комплексные) – один период последовательности в частотной области;

$k$  – номер отсчета последовательности  $X(k)$ , соответствующий частоте  $k\Delta\omega$ ;

$e^{-j \frac{2\pi}{N} nk}$  - поворачивающийся множитель, отображает угол поворота на единичной окружности комплексной z-плоскости.

Быстрым преобразованием Фурье называют набор алгоритмов, предназначенных для быстрого вычисления ДПФ. Для БПФ длина  $N$  исходной последовательности должна быть равной  $N=2^v$ , где  $v$  – целое положительное число.

Количество фильтров в узкополосном анализе может быть равным  $2^n$  или  $(1, 2, 4, 5, 8) \cdot 10^n$ . Центральные частоты узкополосных фильтров равны:

$$f_m = f_{\text{дискр}} \cdot m / N / 2$$

где  $f_{\text{дискр}}$  – частота дискретизации,  
 $m$  – номер фильтра,  
 $N$  – количество полос анализа.

Ширина полосы фильтров узкополосного спектрального анализа зависит от применяемой весовой функции.

Список **Тип представления** - выбор типа представления: спектральная плотность, спектральная мощность, среднее квадратичное и пиковое значение.

В поле **Комментарий для записи** можно ввести с клавиатуры любую необходимую информацию. Максимальная длина вводимой информации - 200 символов. Она будет добавлена в текстовый файл с расширением *\*.dtn* в виде комментария при записи результатов обработки сигналов. Структура файла представлена в таблице 8.1

Список **Расчет значений по Y** - выбор **Логарифмическое в дБ** (логарифмический масштаб, относительно опорного значения для вычисления дБ) или **Линейное** (линейный масштаб в единицах измерения) отображение спектра. Опорное значение для вычисления дБ задается в программе **Редактирование файлов параметров** (пункт 5.3 **Конфигурация измерительных каналов (tabconfig.cfg)** настоящего **Руководства оператора**).

Флажок **Медианный фильтр** включает/выключает очистку спектра от дискретных составляющих.

Рамка **Дополнительные окна** – установка/снятие флажков для включения/выключения дополнительных окон анализа. Включаемые/выключаемые дополнительные окна:

- Кепстр;
- Спектрограмма;
- 3D-спектрограмма;
- Проходная.

Дополнительные окна описываются в пункте 8.3.1 **Дополнительные окна** настоящего **Руководства оператора**.

В поле **Интервал расчета** задается временной интервал расчета дополнительных графиков (Максимальный и Средний). Минимальное время расчета – 10 секунд, максимальное – 1000 секунд.

В рамке **Дополнительные графики** для отображения на графическом поле программы **Узкополосный спектр** максимальных и средних спектров, а также заданного спектра (**Файл (норма)**) необходимо установить соответствующие флажки. Установка/снятие флажка **Максимальный** позволяет включить/выключить отобра-

жение максимального спектра сигнала. Установка/снятие флажка **Средний** позволяет включить/выключить отображение среднего спектра сигнала.

При установленных флажках **Максимальный** и **Средний** в главном окне программы **Узкополосный анализ** в графической части будут отображаться выбранные дополнительные графики, а в поле индикатора, расположенного под кнопкой **Запись**, появится надпись **Ин=** и рядом с этой надписью начнется отсчет времени установленного интервала для расчета дополнительных графиков (**Максимальный** и **Средний**).

Для отображения в главном окне программы **Узкополосный анализ** в графической части заданного спектра (**Файл (норма)**) необходимо сначала указать директорию, где хранится этот файл. Для этого, в окне **Настройка параметров узкополосного спектра** нажать кнопку , расположенную под надписью **Сохранение и восстановление файлов** справа от надписи **Норма**, и в стандартном открывшемся диалоговом окне указать директорию, где хранится файл заданного спектра. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\config\. Далее, установив/сняв флажок **Файл (норма)**, можно включить/выключить отображение заданного спектра.

Этой функцией удобно воспользоваться, когда надо отследить превышение сигнала над заданной спектральной характеристикой.

Файл (норма) создается и редактируется любым текстовым редактором, например, NotePad, и должен иметь расширение \*.nrm. Структура файла должна иметь следующий вид:

|         |      |
|---------|------|
| 1.      | 80.  |
| 10.     | 70.  |
| 100.0   | 80.  |
| 1000.0  | 90.  |
| 10000.0 | 100. |

В левый столбец заносятся частоты по порядку возрастания сверху вниз в герцах, во второй – уровень в децибелах. Разделителем между значениями частоты и соответствующим уровнем на этой частоте является пробел.

Дополнительные графики описываются в пункте **8.3.2 Дополнительные графики** настоящего **Руководства оператора**.

Под надписью **Сохранение и восстановление файлов**, находятся кнопки, позволяющие записать или открыть записанную настройку параметров окна **Настройка параметров узкополосного спектра**. Можно записать настроенные параметры окна в файл конфигурации (несколько различных настроек в разные файлы). Для этого, после настройки, нажать кнопку , расположенную справа от надписи **Конфигурация – запись**, и в стандартном открывшемся диалоговом окне указать директорию для сохранения файла и задать имя этому файлу. Файл в указанную директорию запишется с расширением \*.nsp. По умолчанию директория для записи – C:\ZETLab\config\. При последующей работе просто открыть записанный ранее файл конфигурации с сохраненными настройками и все настройки выставятся в соответствии с записанными данными в этот файл. Для открытия файла конфигурации

нажать кнопку , расположенную справа от надписи – **чтение**, и в стандартном открывшемся диалоговом окне указать директорию для открытия файла конфигурации окна **Настройка параметров узкополосного спектра**.

Кнопка **Применить** – служит для ввода настроек в программу **Узкополосный спектр** и выхода из окна **Настройка параметров узкополосного спектра**.

Кнопка **Отменить** – служит для выхода из окна **Настройка параметров узкополосного спектра** без ввода настроек в программу **Узкополосный спектр**

Закреть окно **Настройка параметров узкополосного спектра** без ввода настроек в программу **Узкополосный спектр** можно также и нажатием левой кнопкой «мыши» на кнопку , расположенную в правом верхнем углу окна.

### 8.3.1 Дополнительные окна

#### 8.3.1.1 Кепстр

При установке флажка **Кепстр** в рамке **Дополнительные окна** окна **Настройка параметров узкополосного спектра** открывается дополнительное окно кепстрального анализа **Узкополосный спектр – Кепстр** (рисунок 8.19).



Рисунок 8.19

В названии окна пишется название самого спектра (**Узкополосный спектр**), через тире название дополнительного окна (**Кепстр**) и, через тире, название канала (например **Сигнал1**). Кепстр - это обратное преобразование Фурье от логарифма спектра, имеющий размерность времени.

Кепстральный анализ применим, например, при анализе речи для определения частоты основного тона и позволяет отделить медленно меняющуюся составляющую спектра от быстро меняющейся.

Управление курсором и масштабирование графика осуществляется также как и в главном окне программы **Узкополосный спектр** (пункт **8.2.1** настоящего **Руководства оператора**). Перенос графической и численной информации осуществляется так же, как и в главном окне программы **Узкополосный спектр** (пункт **8.2.2** настоящего **Руководства оператора**).

Кнопка **Старт** запускает процесс непрерывного отображения кепстра.

Кнопка **Стоп** (пауза) останавливает процесс отображения кепстра. Дальнейшее продолжение процесса отображения осуществляется нажатием кнопки **Старт**, описанной выше.

Кнопка **Запись** позволяет записать мгновенные значения отображаемого кепстра в текстовый файл с расширением \*.dtn. Нажатие на кнопку открывает стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла, и имя этого файла. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\resspect\. Структура файла представлена в таблице 8.3

Таблица 8.3

| Номер строки             | Строки                                                                                                                                                  | Описание                                                                                                                                     |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                        | Кепстр узкополосный спектр                                                                                                                              | Название дополнительного окна                                                                                                                |
| 2                        | Сигнал 3                                                                                                                                                | Название канала ввода сигнала                                                                                                                |
| 3                        | Датчик в точке 2                                                                                                                                        | Комментарий пользователя. Комментарий вводится в окне <b>Настройка параметров узкополосного спектра</b> в поле <b>Комментарий для записи</b> |
| 4                        | Частотный диапазон – от 6.104Гц до 12500.00Гц.<br>Шаг по частоте - 6.104Гц.<br>Полоса анализа - 11.871                                                  | Параметры кепстра узкополосного спектра                                                                                                      |
| 5                        | Дата: 10-08-2005                                                                                                                                        | Дата записи файла                                                                                                                            |
| 6                        | Время: 20:02:47                                                                                                                                         | Время начала записи файла                                                                                                                    |
| 7                        | Время                      Уровень                                                                                                                      | Заголовки столбцов данных                                                                                                                    |
| 8                        | сек                              дБ(0.001мВ)                                                                                                            | Единицы измерения (по столбцам)                                                                                                              |
| 9-я и последующие строки | Располагаются численные значения данных, представленные в формате с плавающей запятой. В качестве разделителя целой и дробной части используется точка. |                                                                                                                                              |

Для закрытия окна **Кепстр** надо, либо в окне **Настройка параметров узкополосного спектра** снять флажок **Кепстр** в рамке **Дополнительные окна**, либо нажать кнопку , расположенную в правом верхнем углу окна, при этом флажок **Кепстр** автоматически снимется.

### 8.3.1.2 Спектрограмма

При установке флажка **Спектрограмма** в рамке **Дополнительные окна** окна **Настройка параметров узкополосного спектра** открывается дополнительное окно время-частотного распределения сигнала **Узкополосный спектр – Спектрограмма** (рисунок 7.20). В этом окне будет отображаться время-частотное распределение сигнала - спектрограмма.

Спектрограмма дает представление о распределении частот спектра в разные моменты времени.

В названии окна пишется название самого спектра (**Узко полосный спектр**), через тире название дополнительного окна (**Спектрограмма**) и, через тире, название канала (например **Сигнал1**).

Цвет отображает уровень спектра. Низкие уровни отображаются черным цветом, высокие – красным.

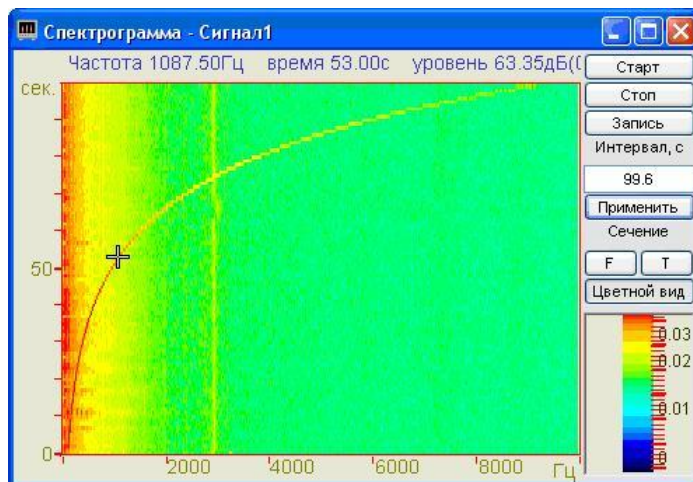


Рисунок 8.20

Перемещение курсора графика осуществляется установкой указателя «мыши» на пересечение интересующих частоты и времени и нажать левой клавишей «мыши».

Масштабирование графика спектрограммы осуществляется так же, как и в главном окне программы **Узкополосный спектр** (пункт 8.2.1 настоящего **Руководства оператора**). Масштабирование по уровню в спектрограмме осуществляется нажатием левой клавишей «мыши», при появляющихся соответствующих графических видах курсора, на вертикальную шкалу спектрограммы, которая находится под кнопкой **Цветной вид**.

Перенос графической и численной информации осуществляется так же, как и в главном окне программы **Узкополосный спектр** (пункт 8.2.2 настоящего **Руководства оператора**).

Кнопка **Старт** запускает накопление спектров в спектрограмму, при этом обнуляются накопленные спектры.

Кнопка **Стоп** (пауза) останавливает процесс накопление текущих спектров в спектрограмме. Также, при нажатии кнопки **Стоп**, происходит останов включенных окон сечений (**Сечение по частоте** и **Сечение по времени**). Окна сечений спектрограммы описываются ниже. Дальнейшее продолжение процесса накопления спектров осуществляется нажатием кнопки **Старт**, описанной выше.

Кнопка **Запись** позволяет записать значения накопленных спектров в текстовый файл с расширением \*.grn. Нажатие на кнопку открывает стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла, и имя этого файла. В дальнейшем, эти данные можно использовать при построении трехмерного изображения записанных данных в программах трехмерного моделирования. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\resspect\. Структура файла представлена в таблице 8.4.



Таблица 8.4

| Номер строки              | Строки                                                                                                                                                  | Описание                                                                                                                       |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                         | Узкополосная спектрограмма                                                                                                                              | Название дополнительного окна                                                                                                  |
| 2                         | Сигнал 3                                                                                                                                                | Название канала ввода сигнала                                                                                                  |
| 3                         | Датчик в точке 2                                                                                                                                        | Комментарий пользователя. Комментарий вводится в окне Настройка параметров узкополосного спектра в поле Комментарий для записи |
| 4                         | Частотный диапазон - от 6.10Гц до 12500.00Гц. Частотное разрешение - 6.10Гц.                                                                            | Параметры узкополосного спектра                                                                                                |
| 5                         | Полоса анализа - 11.87                                                                                                                                  |                                                                                                                                |
| 6                         |                                                                                                                                                         | Пустая строка                                                                                                                  |
| 7                         | Дата: 10-08-2005                                                                                                                                        | Дата записи файла                                                                                                              |
| 8                         | Время: 20:02:47                                                                                                                                         | Время начала записи файла                                                                                                      |
| 9                         | Частота    Время    Уровень                                                                                                                             | Заголовки столбцов данных                                                                                                      |
| 10                        | Гц            с            дБ(0.001мВ)                                                                                                                  | Единицы измерения (по столбцам)                                                                                                |
| 11                        | 2048        101                                                                                                                                         | количество строк и столбцов данных                                                                                             |
| 12                        | 3.0517578        10000.0000000                                                                                                                          | Нижняя и верхняя границы частотного диапазона                                                                                  |
| 13                        | -0.5000000        101.0000000                                                                                                                           | Нижняя и верхняя границы уровня сигнала                                                                                        |
| 14                        | Частота% .2Гц    время% .2fc    уровень% .2fdБ(0.001мВ)                                                                                                 | Служебная информация                                                                                                           |
| 15-я и последующие строки | Располагаются численные значения данных, представленные в формате с плавающей запятой. В качестве разделителя целой и дробной части используется точка. |                                                                                                                                |

В поле под надписью **Интервал**, с устанавливается интервал времени накопления спектров в спектрограмме. Интервал устанавливается в секундах. Значения интервала вводятся с клавиатуры. Для установки введенного интервала времени накопления спектров необходимо нажать кнопку **Применить** или клавишу <Enter> клавиатуры.

Кнопка **F**, под надписью **Сечение**, включают окно сечения по частоте спектрограммы. Окно **Спектрограмма – Сечение по частоте на ...** с описано ниже (пункт 8.3.1.2.1).

Кнопка **T**, под надписью **Сечение**, включают окно сечения по времени спектрограммы. Окно **Спектрограмма – Сечение по времени на частоте...Гц** описано ниже (пункт 8.3.1.2.1).

**Цветной вид** – при нажатой кнопке спектрограмм отображается в цветном виде (по умолчанию). Если кнопку отжать, то спектрограмма и вертикальная шкала спектрограммы (цветовой аналог уровня сигнала) станут черно-белыми. Это удобно, при подготовке спектрограммы к печати.

Вертикальная шкала спектрограммы, которая находится под кнопкой **Применить**, показывает соотношение цвета спектрограммы уровню.

Для закрытия окна **Спектрограмма** надо, либо в окне **Настройка параметров узкополосного спектра** снять флажок **Спектрограмма** в рамке **Дополнительные окна**, либо нажать кнопку , расположенную в правом верхнем углу окна, при этом флажок **Спектрограмма** автоматически снимется.

#### 8.3.1.2.1 Спектрограмма - Сечение по частоте.

При нажатии на кнопку **F** окна **Узкополосный спектр – Спектрограмма - ...** открывается окно **Спектрограмма - Сечение по частоте на ...с** (рисунок 7.21).



Рисунок 8.21

Перемещая курсор графика окна **Узкополосный спектр – Спектрограмма** (рисунок 8.20) вдоль временной оси можно проанализировать поведение спектра в любой выбранной момент времени. Установив курсор в окне спектрограммы на интересное время, в окне **Спектрограмма - Сечение по частоте на ...с** отобразится частотный срез накопленной спектрограммы.

Управление курсором и масштабирование графика осуществляется также, как и в главном окне программы **Узкополосный спектр** (пункт 8.2.1 настоящего **Руководства оператора**).

Перенос графической и численной информации осуществляется также, как и в главном окне программы **Узкополосный спектр** (пункт 8.2.2 настоящего **Руководства оператора**).

Кнопка **Запись** позволяет записать мгновенные значения отображаемого сечения по частоте в указанное курсором время на спектрограмме в текстовый файл с расширением \*.dtn. Нажатие на кнопку открывает стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла, и имя этого файла. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\resspect\. Структура файла представлена в таблице 8.5.

Для закрытия окна **Спектрограмма - Сечение по частоте на ...с** надо, либо в окне **Узкополосный спектр – Спектрограмма** (рисунок 8.20) отжать кнопку вызова сечения **F**, либо нажать кнопку , расположенную в правом верхнем углу окна.

Таблица 8.5

| Номер строки             | Строки                                                                                                                                                  | Описание                                                                                                                                                                |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                        | Спектрограмма - сечение по частоте                                                                                                                      | Название окна сечения спектрограммы                                                                                                                                     |
| 2                        | Сигнал 3                                                                                                                                                | Название канала ввода сигнала                                                                                                                                           |
| 3                        | Датчик в точке 2                                                                                                                                        | В этой строке отображается комментарий пользователя. Комментарий вводится в окне <b>Настройка параметров узкополосного спектра</b> в поле <b>Комментарий для записи</b> |
| 4                        | Частотный диапазон - от 12.21Гц до 25000.00Гц                                                                                                           | Установленный частотный диапазон узкополосного спектра                                                                                                                  |
| 5                        | Дата: 10-08-2005                                                                                                                                        | Дата записи файла                                                                                                                                                       |
| 6                        | Время: 20:02:47                                                                                                                                         | Время начала записи файла                                                                                                                                               |
| 7                        | Частота Уровень                                                                                                                                         | Заголовки столбцов данных                                                                                                                                               |
| 8                        | Гц                      дБ(0.001мВ)                                                                                                                     | Единицы измерения (по столбцам)                                                                                                                                         |
| 9-я и последующие строки | Располагаются численные значения данных, представленные в формате с плавающей запятой. В качестве разделителя целой и дробной части используется точка. |                                                                                                                                                                         |

### 8.3.1.2.2 Спектрограмма - Сечение по времени.

При нажатии на кнопку **Т** окна **Узкополосный спектр – Спектрограмма - ...** открывается окно **Спектрограмма - Сечение по времени на ... Гц** (рисунок 8.22).



Рисунок 8.22

Перемещая курсор графика окна **Узкополосный спектр – Спектрограмма** (рисунок 8.20) вдоль временной оси можно проанализировать поведение любой выбранной частоты во времени. Установив курсор в окне спектрограммы на интересующую частоту, в окне **Спектрограмма - Сечение по времени на частоте ...** отобразится ее частотный срез во времени (время за которое произошло накопление спектров).

Кнопка **Запись** позволяет записать мгновенные значения отображаемого сечения по частоте в указанное курсором время на спектрограмме в текстовый файл с расширением \*.dtn. Нажатие на кнопку открывает стандартное диалоговое окно, в

котором предлагается указать директорию для сохранения файла, и имя этого файла. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\resspect\. Структура файла представлена в таблице 8.6.

Управление курсором и масштабирование графика осуществляется также, как и в главном окне программы **Узкополосный спектр** (пункт 8.2.1 настоящего **Руководства оператора**).

Перенос графической и численной информации осуществляется также, как и в главном окне программы **Узкополосный спектр** (пункт 8.2.2 настоящего **Руководства оператора**).

Таблица 8.6

| Номер строки             | Строки                                                                                                                                                  | Описание                                                                                                                                     |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                        | Спектрограмма - сечение по времени                                                                                                                      | Название окна сечения спектрограммы                                                                                                          |
| 2                        | Сигнал 3                                                                                                                                                | Название канала ввода сигнала                                                                                                                |
| 3                        | Датчик в точке 2                                                                                                                                        | Комментарий пользователя. Комментарий вводится в окне <b>Настройка параметров узкополосного спектра</b> в поле <b>Комментарий для записи</b> |
| 4                        | Временной диапазон - 100.00 с                                                                                                                           | Установленное время накопления в спектрограмме                                                                                               |
| 5                        | Дата: 10-08-2005                                                                                                                                        | Дата записи файла                                                                                                                            |
| 6                        | Время: 20:02:47                                                                                                                                         | Время начала записи файла                                                                                                                    |
| 7                        | Время      Уровень                                                                                                                                      | Заголовки столбцов данных                                                                                                                    |
| 8                        | с            дБ(0.001мВ)                                                                                                                                | Единицы измерения (по столбцам)                                                                                                              |
| 9-я и последующие строки | Располагаются численные значения данных, представленные в формате с плавающей запятой. В качестве разделителя целой и дробной части используется точка. |                                                                                                                                              |

Для закрытия окна **Спектрограмма - Сечение по времени на частоте ...** надо, либо в окне **Узкополосный спектр – Спектрограмма** (рисунок 8.20) отжать кнопку вызова сечения **T**, либо нажать кнопку , расположенную в правом верхнем углу окна.

### 8.3.1.3 3D-Спектрограмма

При установке флажка **3D-Спектрограмма** в рамке **Дополнительные окна** окна **Настройка параметров узкополосного спектра** открывается дополнительное окно время-частотного распределения сигнала **Узкополосный спектр – 3D-Спектрограмма** (рисунок 7.23). В этом окне будет отображаться трехмерное время-частотное распределение сигнала. Трехмерная спектрограмма дает представление об изменении формы огибающей во времени.

В названии окна пишется название самого спектра (**Узкополосный спектр**), через тире название дополнительного окна (**3D-Спектрограмма**) и, через тире, название канала (например **Сигнал1**).

Цвет отображает уровень спектра. Низкие уровни отображаются черным цветом, высокие – красным.

Масштабирование по уровню в трехмерной спектрограмме осуществляется нажатием левой клавишей «мыши», при появляющихся соответствующих графических видах курсора, на вертикальную шкалу трехмерной спектрограммы, которая находится под кнопкой **Применить**.

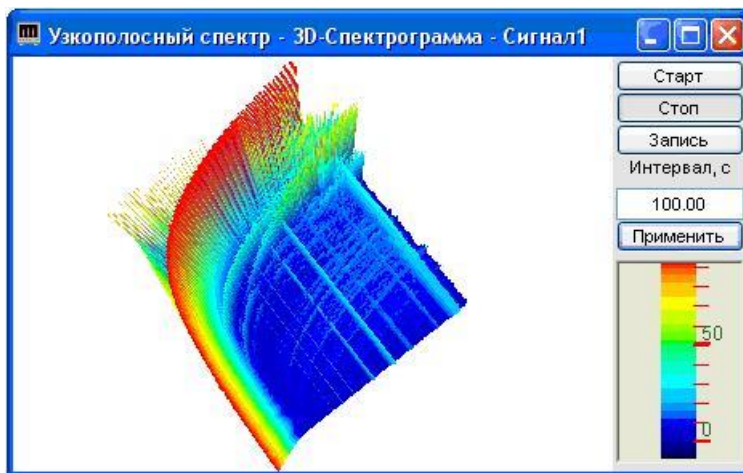


Рисунок 8.23

Цвет фона трехмерной спектрограммы по умолчанию – черный. При двойном нажатии правой кнопки «мыши» по графическому полю трехмерной спектрограммы цвет фона можно изменить на белый и наоборот.

3D-спектрограмму можно визуально рассматривать с любой из ее сторон, вращая ее вокруг трех взаимоперпендикулярных осей. Вращение вокруг трех взаимоперпендикулярных осей осуществляется следующим образом: нажимая и удерживая левую кнопку «мыши», перемещая ее по полю графика трехмерной спектрограммы, можно вращать трехмерную спектрограмму вокруг осей X и Y; нажимая и удерживая правую кнопку «мыши», перемещая ее по полю графика трехмерной спектрограммы, можно вращать трехмерную спектрограмму вокруг оси Z.

Увеличение или уменьшение 3D-спектрограммы осуществляется вращением ролика «мыши».

Двойное нажатие левой кнопки «мыши» по графическому полю трехмерной спектрограммы возвращает трехмерную спектрограмму в исходное положение по отношению к осям и масштабу.

Кнопка **Старт** запускает накопление спектров в трехмерную спектрограмму, при этом обнуляются накопленные спектры.

Кнопка **Стоп** (пауза) останавливает процесс накопления текущих спектров в трехмерной спектрограмме. Дальнейшее продолжение процесса накопления спектров осуществляется нажатием кнопки **Старт**, описанной выше.

Кнопка **Запись** позволяет записать значения накопленных спектров в текстовый файл с расширением \*.grn. Нажатие на кнопку открывает стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла, и имя этого файла. В дальнейшем, эти данные можно использовать при построении трех-

мерного изображения записанных данных в программах трехмерного моделирования. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\resspect\. Структура файла трехмерной спектрограммы такая же как и у двухмерной. (двухмерная спектрограмма описана в пункте **8.3.1.2 Спектрограмма** настоящего **Руководства оператора**).

В поле под надписью **Интервал**, с устанавливается интервал времени накопления спектров в спектрограмме. Интервал устанавливается в секундах. Значения интервала вводятся с клавиатуры. Для установки введенного интервала времени накопления спектров необходимо нажать кнопку **Применить** или клавишу <Enter> клавиатуры.

Вертикальная шкала спектрограммы, которая находится под кнопкой **Применить**, показывает соотношение цвета спектрограммы уровню.

Для закрытия окна **3D-Спектрограмма** надо, либо в окне **Настройка параметров узкополосного спектра** снять флажок **3D-Спектрограмма** в рамке **Дополнительные окна**, либо нажать кнопку , расположенную в правом верхнем углу окна, при этом флажок **3D-Спектрограмма** автоматически снимется.

#### 8.3.1.4 Проходная

При установке флажка **Проходная** в рамке **Дополнительные окна** окна **Настройка параметров узкополосного спектра** открывается дополнительное окно **Узкополосный спектр – Проходная** (рисунок 7.24). В этом окне будет отображаться проходная характеристика сигнала на заданной частоте.

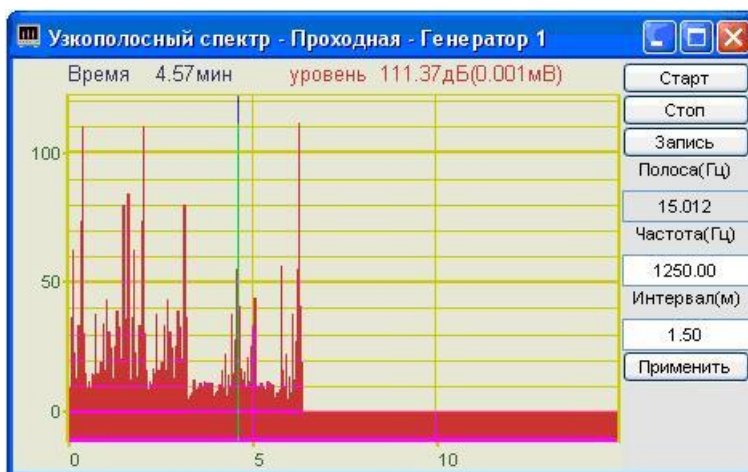


Рисунок 8.24

В названии окна пишется название самого спектра (**Узкополосный спектр**), через тире название дополнительного окна (**Проходная**) и, через тире, название канала (например **Генератор1**).

Управление курсором и масштабирование графика осуществляется также, как и в главном окне программы **Узкополосный спектр** (пункт **8.2.1** настоящего **Руководства оператора**).

Перенос графической и численной информации осуществляется также, как и в главном окне программы **Узкополосный спектр** (пункт **8.2.2** настоящего **Руководства оператора**).

Кнопка **Старт** запускает накопление данных частотной проходной, при этом обнуляются накопленные данные

Кнопка **Стоп** (пауза) останавливает процесс накопления. Дальнейшее продолжение процесса накопления осуществляется нажатием кнопки **Старт**, описанной выше.

Кнопка **Запись** позволяет записать накопленные данные проходной сигнала на заданной частоте в текстовый файл с расширением \*.dtn. Нажатие на кнопку открывает стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла, и имя этого файла. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\resspect\. Структура файла представлена в таблице 8.7.

Таблица 8.7

| Номер строки             | Строки                                                                                                                                                  | Описание                                                                                                                                     |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                        | Проходная узкополосного спектра                                                                                                                         | Название дополнительного окна                                                                                                                |
| 2                        | Сигнал 3                                                                                                                                                | Название канала ввода сигнала                                                                                                                |
| 3                        | Датчик в точке 2                                                                                                                                        | Комментарий пользователя. Комментарий вводится в окне <b>Настройка параметров узкополосного спектра</b> в поле <b>Комментарий для записи</b> |
| 4                        | Частотный диапазон –<br>от 20.000Гц до 25000.00Гц<br>Шаг по частоте - 20.000Гц<br>Полоса анализа - 38.904                                               | Параметры узкополосного спектра                                                                                                              |
| 5                        | Дата: 10-08-2005                                                                                                                                        | Дата записи файла                                                                                                                            |
| 6                        | Время: 20:02:47                                                                                                                                         | Время начала записи файла                                                                                                                    |
| 7                        | Время Уровень                                                                                                                                           | Заголовки столбцов данных                                                                                                                    |
| 8                        | мин дБ(0.001мВ)                                                                                                                                         | Единицы измерения (по столбцам)                                                                                                              |
| 9-я и последующие строки | Располагаются численные значения данных, представленные в формате с плавающей запятой. В качестве разделителя целой и дробной части используется точка. |                                                                                                                                              |

Индикатор под надписью **Полоса (Гц)** отображается значение полосы пропускания в герцах. Полоса пропускания характеризует уровень сигнала на выходе узкополосного фильтра на несущей частоте в полосе частот зависящей от частотного разрешения и весовой функции, установленных в программе **Узкополосный спектр**.

Поле под надписью **Частота (Гц)** служит для установки несущей частоты относительно которой будет производиться накопление в заданном интервале времени. Частота задается в герцах. Значение частоты вводится с клавиатуры. Для этого необходимо, установив курсор «мыши» на это поле, нажать левую клавишу «мыши» и с клавиатуры ввести необходимое значение частоты из установленного частотного диапазона в программе **Узкополосный спектр**.



Поле под надписью **Интервал (м)** предназначено для установки интервала накопления проходной. Интервал задается в минутах. Минимальное значение интервала 1 мин, максимальное определяется параметрами компьютера. Значения интервала вводятся с клавиатуры. Для этого необходимо, установив курсор «мыши» на это поле, нажать левую клавишу «мыши» и с клавиатуры ввести необходимое значение времени интервала. Для установки введенного интервала времени необходимо нажать кнопку **Применить** или клавишу <Enter> клавиатуры.

Для закрытия окна **Проходная** надо, либо в окне **Настройка параметров узкополосного спектра** снять флажок **Проходная** в рамке **Дополнительные окна**, либо нажать кнопку , расположенную в правом верхнем углу окна, при этом флажок **Проходная** автоматически снимется.

### 8.3.2 Дополнительные графики

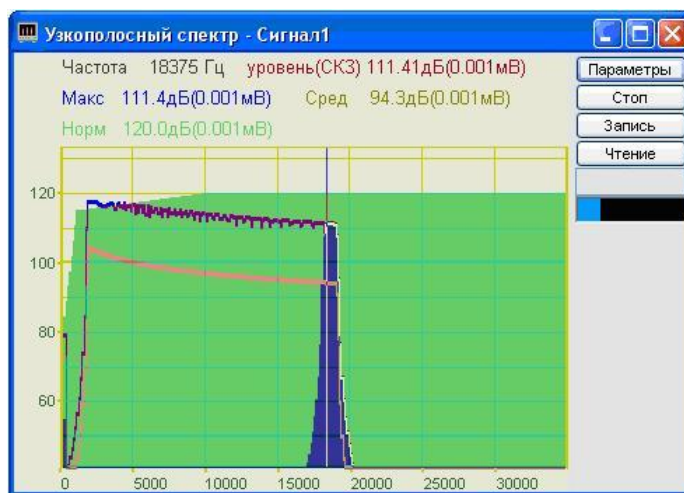


Рисунок 8.25

При установке в окне **Настройка параметров узкополосного спектра** флажков **Максимальный**, **Средний** и **Файл (норма)** в рамке **Дополнительные графики** и интервала расчета в поле **Интервал расчета** на графическом поле главного окна программы **Узкополосный спектр** помимо мгновенного (текущего) спектра отобразятся максимальный, средний и заданный спектры (рисунок 7.25).

Интервал расчета характеризует отрезок времени за который будут накапливаться максимальные и средние значения спектра.

Сравнивая максимальные и средние значения спектра с заданным спектром (Файл (норма)) можно определить различие между реальным и заданным уровнем спектра.



## 9 Программа ВОЛЬТМЕТР ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

### 9.1 Назначение программы

Программа предназначена для измерения напряжения.

Отображение измеряемой информации производится в нескольких режимах:

- среднеквадратичное (СКЗ, True RMS),
- амплитудное;
- пиковое (пик-пик) значение напряжения переменного тока.

В программе предусмотрена возможность переключения между режимами измерения (СКЗ или Амплитуда), при этом в не зависимости от выбранного режима информация о текущем пиковом значении отображается всегда.

### 9.2 Описание программы

Для запуска программы **Вольтметр переменного тока** необходимо из меню **Измерение** (рисунок 9.1) панели **ZETLab** выбрать команду **Вольтметр переменного тока**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Вольтметр переменного тока** (рисунок 9.2). В заголовке окна программы будет отображаться название программы и название канала, по которому измеряется СКЗ и пиковое значение напряжения переменного тока.

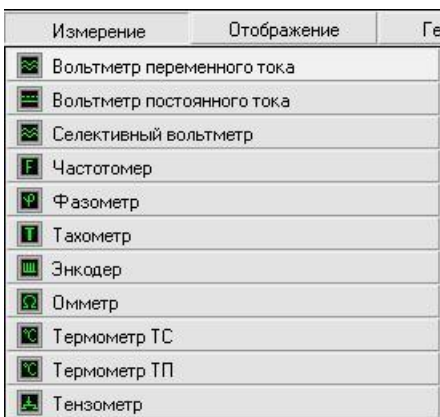


Рисунок 9.1

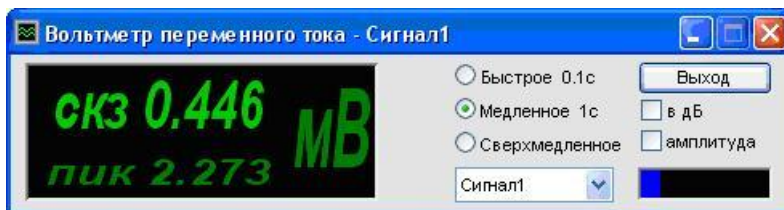


Рисунок 9.2

**Примечание:** программу можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLab** (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: VoltMeter.exe

В левой части рабочего окна программы **Вольтметр переменного тока** расположен графический индикатор, в котором отображаются уровни среднеквадратичного (истинного СКЗ) и пикового значений сигнала выбранного канала в установленных единицах измерения. Единицы измерения устанавливаются в программе **Редактирование файлов параметров** (пункт 5 настоящего **Руководства оператора**).

Для установки времени усреднения нажать на переключатель времени усреднения левой клавишей «мыши». Переключатель  **Быстрое 0,1с** устанавливает время усреднения 0,1 секунды, при этом СКЗ и пиковое значение правильно измеряются для сигнала с частотой не менее 20 Гц. Переключатель  **Медленное 1с** устанавливает время усреднения 1 секунду, при этом СКЗ и пиковое значение правильно измеряются для сигнала с частотой не менее 2 Гц. Переключатель  **Сверхмедленное** устанавливает время усреднения 10 секунд, при этом СКЗ и пиковое значение правильно измеряются для сигнала с частотой не менее 0,2 Гц.

Для измерения СКЗ и пикового значения, по интересующему включенному физическому либо виртуальному каналу, необходимо в поле списка (со стрелкой)  выбрать название этого канала. При этом на графическом индикаторе станет отображаться уровень сигнала в установленных единицах измерения по этому каналу. Выбрать необходимый канал можно двумя способами:

- нажать на стрелку поля и «мышью» выбрать из раскрывшегося списка канал;
- нажать левой кнопкой «мыши» на поле и при помощи ролика «мыши», либо кнопок клавиатуры со стрелками  $\uparrow$  и  $\downarrow$  выбрать канал.

При установке флажка **в дБ** графический индикатор будет отображать уровень СКЗ и пиковое значение в децибелах относительно опорного значения для вычисления дБ и установленных единиц измерения. Опорное значение для вычисления дБ и единицы измерения устанавливаются в программе **Редактирование файлов параметров** (пункт 5 настоящего **Руководства оператора**).

При установке флажка **амплитуда** графический индикатор будет отображать амплитуду сигнала и пиковое значение. При снятом флажке – СКЗ и пиковое значение.

Индикатор **Интегральный уровень**  показывает интегральный уровень сигнала и, при превышении максимально допустимого уровня, перегрузку выбранного канала. Две третьих части поля индикатора отведены для уровня сигнала, не превышающего максимально допустимый уровень. Чем выше уровень, тем больше заполняется индикатор. При превышении максимально допустимого уровня индикатор заполняется полностью красным цветом. Правый край индикатора останется красным до тех пор, пока перегрузка по каналу не будет снята и пользователь не нажмет на индикатор левой кнопкой «мыши».

Для выхода из программы необходимо нажать кнопку **Выход** или кнопку , расположенную в правом верхнем углу окна.

## 10 Программа ВОЛЬТМЕТР ПОСТОЯННОГО ТОКА

### 10.1 Назначение программы

Программа предназначена для измерения напряжения постоянного тока.

### 10.2 Описание программы

Для запуска программы **Вольтметр постоянного тока** необходимо из меню **Измерение** (рисунок 10.1) панели **ZETLab** выбрать команду **Вольтметр постоянного тока**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Вольтметр постоянного тока** (рисунок 10.2). В заголовке окна программы будет отображаться название программы и название канала, по которому измеряется напряжение постоянного тока.

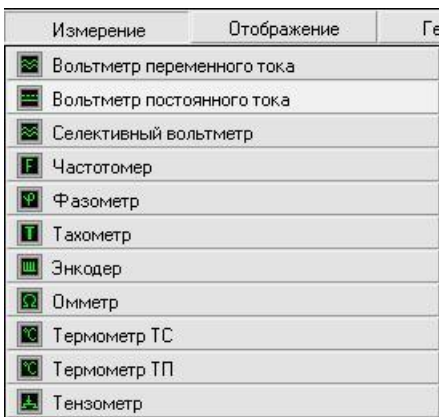


Рисунок 10.1

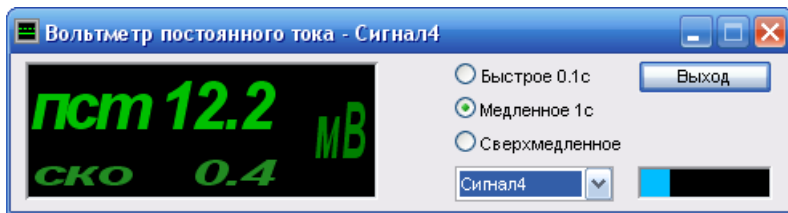
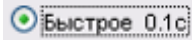
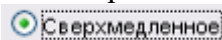


Рисунок 10.2

**Примечание:** программу можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLab** (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: VoltMeterDC.exe

В левой части рабочего окна программы **Вольтметр постоянного тока** расположен графический индикатор, в котором отображаются уровни постоянной составляющей и среднеквадратичного отклонения (СКО) сигнала выбранного канала в установленных единицах измерения. Единицы измерения устанавливаются в про-

грамме **Редактирование файлов параметров** (пункт 5 настоящего **Руководства оператора**).

Для установки времени усреднения нажать на переключатель времени усреднения левой клавишей «мыши». Переключатель  устанавливает время усреднения 0,1 секунды, при этом уровень постоянной составляющей и СКО правильно измеряются для сигнала с частотой не менее 20 Гц. Переключатель  устанавливает время усреднения 1 секунду, при этом уровень постоянной составляющей и СКО правильно измеряются для сигнала с частотой не менее 2 Гц. Переключатель  устанавливает время усреднения 10 секунд, при этом уровень постоянной составляющей и СКО правильно измеряются для сигнала с частотой не менее 0,2 Гц.

Для измерения уровня постоянной составляющей и СКО, по интересующему включенному физическому либо виртуальному каналу, необходимо в поле списка (со стрелкой)  выбрать название этого канала. При этом на графическом индикаторе станет отображаться уровень сигнала в установленных единицах измерения по этому каналу. Выбрать необходимый канал можно двумя способами:

- нажать на стрелку поля и «мышью» выбрать из раскрывшегося списка канал;
- нажать левой кнопкой «мыши» на поле и при помощи ролика «мыши», либо кнопок клавиатуры со стрелками  $\langle \uparrow \rangle$  и  $\langle \downarrow \rangle$  выбрать канал.

Индикатор **Интегральный уровень**  показывает интегральный уровень сигнала и, при превышении максимально допустимого уровня, перегрузку выбранного канала. Две третьих части поля индикатора отведены для уровня сигнала, не превышающего максимально допустимый уровень. Чем выше уровень, тем больше заполняется индикатор. При превышении максимально допустимого уровня индикатор заполняется полностью красным цветом. Правый край индикатора останется красным до тех пор, пока перегрузка по каналу не будет снята и пользователь не нажмет на индикатор левой кнопкой «мыши».

Для выхода из программы необходимо нажать кнопку **Выход** или кнопку , расположенную в правом верхнем углу окна.

## 11 Программа СЕЛЕКТИВНЫЙ ВОЛЬТМЕТР

### 11.1 Назначение программы

Программа **Селективный вольтметр** предназначена для измерения среднеквадратичного (СКЗ, True RMS) и пикового (пик-пик) значения напряжения переменного тока на основной (несущей) частоте сигнала. Особенностью селективного вольтметра является исключение влияния гармоник на показания.

### 11.2 Описание программы

Для запуска программы **Селективный вольтметр** необходимо из меню **Измерение** (рисунок 11.1) панели **ZETLab** выбрать команду **Селективный вольтметр**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Селективный вольтметр** (рисунок 11.2). В заголовке окна программы будет отображаться название программы и название канала, по которому измеряется СКЗ.

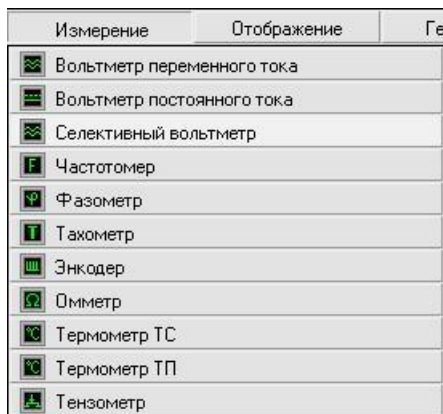


Рисунок 11.1

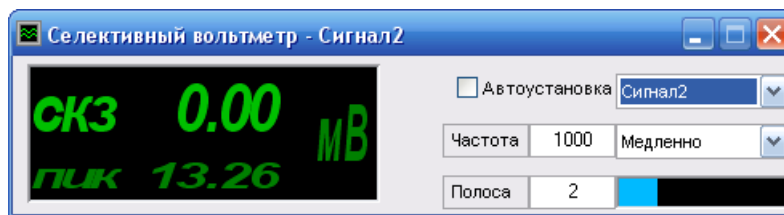


Рисунок 11.2

**Примечание:** программу можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLab** (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: VoltMeter-Sel.exe

В левой части рабочего окна программы **Селективный вольтметр** расположен графический индикатор, в котором отображаются уровни среднеквадратичного (ис-

тинного СКЗ) и пикового значений сигнала выбранного канала в установленных единицах измерения на несущей частоте с установленной шириной полосы фильтра. Единицы измерения устанавливаются в программе **Редактирование файлов параметров** (пункт 5 настоящего **Руководства оператора**).

Флажок **Автоустановка** служит для включения/выключения автоматической установки несущей частоты и ширины полосы фильтра. При установленном флажке **Автоустановка** программа сама определяет несущую частоту и ширину полосы. Несущая частота и ширина полосы фильтра устанавливаются в герцах (Гц). При снятом флажке **Автоустановка** несущая частота и ширина полосы фильтра задаются вручную.

Поле ввода несущей частоты, расположенное справа от надписи **Частота**, служит для ввода значения несущей частоты в ручном режиме или для отображения автоматически установленной несущей частоты при установленном флажке **Автоустановка**. В ручном режиме значение несущей частоты вводится с клавиатуры, предварительно нажав левой клавишей «мыши» на это поле. После ввода значения несущей частоты, для расчета СКЗ на этой частоте, нажать кнопку <Enter> клавиатуры.

Поле ввода ширины полосы фильтра, расположенное справа от надписи **Полоса**, служит для ввода значения ширины полосы фильтра в ручном режиме или для отображения автоматически установленной ширины полосы фильтра при установленном флажке **Автоустановка**. В ручном режиме значение ширины полосы фильтра вводится с клавиатуры, предварительно нажав левой клавишей «мыши» на это поле. После ввода значения ширины полосы фильтра, для расчета СКЗ в этой полосе, нажать кнопку <Enter> клавиатуры.

Для измерения СКЗ и пикового значения, по интересующему включенному физическому либо виртуальному каналу, необходимо в поле списка (со стрелкой) , расположенном справа от флажка **Автоустановка**, выбрать название этого канала. При этом на графическом индикаторе станет отображаться уровень сигнала в установленных единицах измерения по этому каналу. Выбрать необходимый канал можно двумя способами:

- нажать на стрелку поля и «мышью» выбрать из раскрывшегося списка канал;
- нажать левой кнопкой «мыши» на поле и при помощи ролика «мыши», либо кнопок клавиатуры со стрелками <↑> и <↓> выбрать канал.

В поле списка (со стрелкой) , расположенном справа от поля ввода несущей частоты, выбирается время усреднения. Выбор из списка **Быстрое** – устанавливает время усреднения 0,1 секунды, при этом СКЗ правильно измеряется для сигнала с частотой не менее 20 Гц. Выбор из списка **Медленное** – устанавливает время усреднения 1 секунду, при этом СКЗ правильно измеряется для сигнала с частотой не менее 2 Гц. Выбор из списка **Сверхмедленное** – устанавливает время усреднения 10 секунд, при этом СКЗ правильно измеряется для сигнала с частотой не менее 0,2 Гц. Выбрать необходимое время усреднения можно двумя способами:

- нажать на стрелку поля и «мышью» выбрать из раскрывшегося списка канал;
- нажать левой кнопкой «мыши» на поле и при помощи ролика «мыши», либо кнопок клавиатуры со стрелками <↑> и <↓> выбрать канал.

Индикатор **Интегральный уровень**  показывает интегральный уровень сигнала и, при превышении максимально допустимого уровня, перегрузку выбранного канала. Две третьих части поля индикатора отведены для уровня сигнала, не превышающего максимально допустимый уровень. Чем выше уровень, тем больше заполняется индикатор. При превышении максимально допустимого уровня индикатор заполняется полностью красным цветом. Правый край индикатора останется красным до тех пор, пока перегрузка по каналу не будет снята и пользователь не нажмет на индикатор левой кнопкой «мыши».

Для выхода из программы необходимо нажать кнопку , расположенную в правом верхнем углу окна.





## 12 Программа ЧАСТОТОМЕР

### 12.1 Назначение программы

Программа предназначена для измерения частоты сигнала (частоты периодических колебаний) и длительности периода.

### 12.2 Описание программы

Для запуска программы **Частотомер** необходимо из меню **Измерение** (рисунок 12.1) панели **ZETLab** выбрать команду **Частотомер**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Частотомер** (рисунок 12.2). В заголовке окна программы будет отображаться название программы и название канала, по которому измеряется частота.

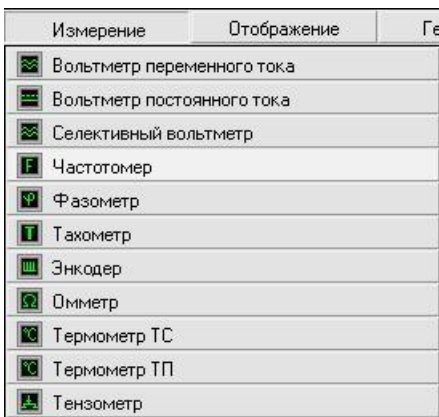


Рисунок 12.1

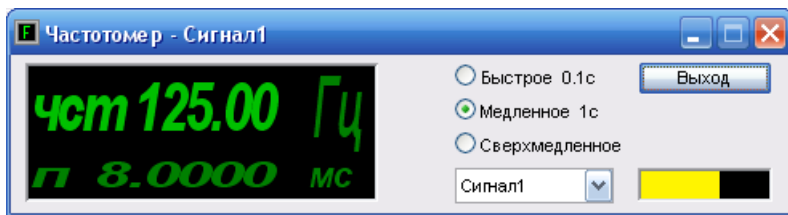
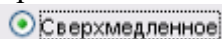


Рисунок 12.2

**Примечание:** программу можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLab** (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: FreqMeter.exe

В левой части рабочего окна программы **Частотомер** расположен графический индикатор, в котором отображаются частота и длительность периода сигнала выбранного канала. Частота отображается в герцах (Гц), длительность в миллисекундах (мс).

Для установки времени усреднения нажать на переключатель времени усреднения левой клавишей «мыши». Переключатель  **Быстрое 0.1с** устанавливает время

усреднения 0,1 секунды, при этом частота и длительность периода правильно измеряются для сигнала с частотой не менее 20 Гц. Переключатель  устанавливает время усреднения 1 секунду, при этом частота и длительность периода правильно измеряются для сигнала с частотой не менее 2 Гц. Переключатель  устанавливает время усреднения 10 секунд, при этом частота и длительность периода правильно измеряются для сигнала с частотой не менее 0,2 Гц.

Для измерения частоты и длительности периода, по интересующему включенному физическому либо виртуальному каналу, необходимо в поле списка (со стрелкой)  выбрать название этого канала. Выбрать необходимый канал можно двумя способами:

- нажать на стрелку поля и «мышью» выбрать из раскрывшегося списка канал;
- нажать левой кнопкой «мыши» на поле и при помощи ролика «мыши», либо кнопок клавиатуры со стрелками  $\uparrow$  и  $\downarrow$  выбрать канал.

Индикатор **Интегральный уровень**  показывает интегральный уровень сигнала и, при превышении максимально допустимого уровня, перегрузку выбранного канала. Две третьих части поля индикатора отведены для уровня сигнала, не превышающего максимально допустимый уровень. Чем выше уровень, тем больше заполняется индикатор. При превышении максимально допустимого уровня индикатор заполняется полностью красным цветом. Правый край индикатора останется красным до тех пор, пока перегрузка по каналу не будет снята и пользователь не нажмет на индикатор левой кнопкой «мыши».

Для выхода из программы необходимо нажать кнопку **Выход** или кнопку , расположенную в правом верхнем углу окна.

## 13 Программа ФАЗОМЕТР

### 13.1 Назначение программы

Программа **Фазометр** предназначена для измерения разности фаз двух сигналов.

### 13.2 Описание программы

Для запуска программы **Фазометр** необходимо из меню **Измерение** (рисунок 13.1) панели **ZETLab** выбрать команду **Фазометр**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Фазометр** (рисунок 13.2). В заголовке окна программы будет отображаться название программы и названия двух каналов, между которыми измеряется фаза.

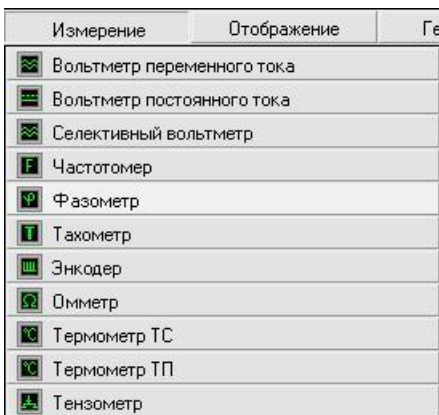


Рисунок 13.1

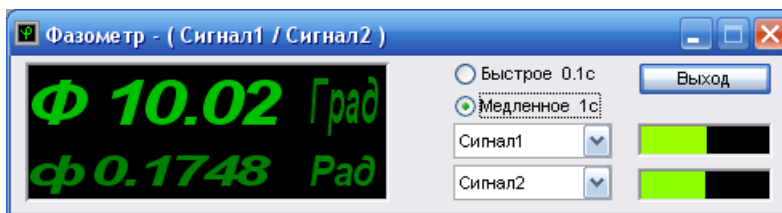


Рисунок 13.2

**Примечание:** программу можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLab** (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: PhaseMeter.exe

В левой части рабочего окна программы **Фазометр** расположен графический индикатор, в котором отображается значение фазы между двумя сигналами выбранных каналов. Фаза отображается в градусах (Град) и радианах (Рад).

Для установки времени усреднения нажать на переключатель времени усреднения левой клавишей «мыши». Переключатель **Быстрое 0.1с** устанавливает время усреднения 0,1 секунды, при этом фаза правильно измеряется для сигналов с частотой

той не менее 20 Гц. Переключатель  устанавливает время усреднения 1 секунду, при этом фаза правильно измеряется для сигналов с частотой не менее 2 Гц

Для измерения фазы между двумя сигналами, по интересующим включенным физическим либо виртуальным каналам, необходимо в полях списков (со стрелкой)  выбрать названия этих каналов. Выбрать необходимый канал в поле списка можно двумя способами:

- нажать на стрелку поля и «мышью» выбрать из раскрывшегося списка канал;
- нажать левой кнопкой «мыши» на поле и при помощи ролика «мыши», либо кнопок клавиатуры со стрелками  $\langle \uparrow \rangle$  и  $\langle \downarrow \rangle$  выбрать канал.

Индикатор **Интегральный уровень**  показывает интегральный уровень сигнала и, при превышении максимально допустимого уровня, перегрузку выбранного канала. У каждого из выбранных каналов есть свой индикатор, расположенный справа от поля списка каналов. Две третьих части поля индикатора отведены для уровня сигнала, не превышающего максимально допустимый уровень. Чем выше уровень, тем больше заполняется индикатор. При превышении максимально допустимого уровня индикатор заполняется полностью красным цветом. Правый край индикатора останется красным до тех пор, пока перегрузка по каналу не будет снята и пользователь не нажмет на индикатор левой кнопкой «мыши».

Для выхода из программы необходимо нажать кнопку **Выход** или кнопку , расположенную в правом верхнем углу окна.

## 14 Программа TAXOMETP

### 14.1 Назначение программы

Программа **Тахометр** предназначена для измерения частоты вращения валов машин и механизмов, а также для подсчета количества полных оборотов. Как правило, при измерениях частоты вращения применяют датчики оборотов оптического или индукционного типа.

### 14.2 Описание программы

Для запуска программы **Тахометр** необходимо из меню **Измерение** (рисунок 14.1) панели **ZETLab** выбрать команду **Тахометр**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Тахометр** (рисунок 14.2). В заголовке окна программы будет отображаться название программы и название канала, по которому измеряется частота вращения и количество полных оборотов.

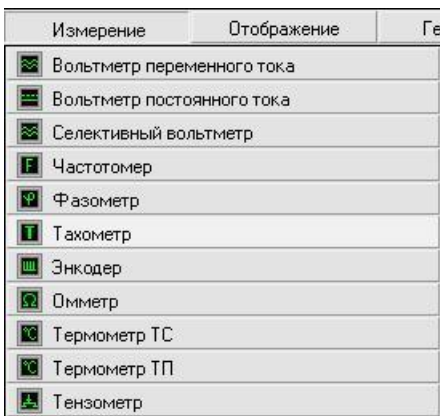


Рисунок 14.1

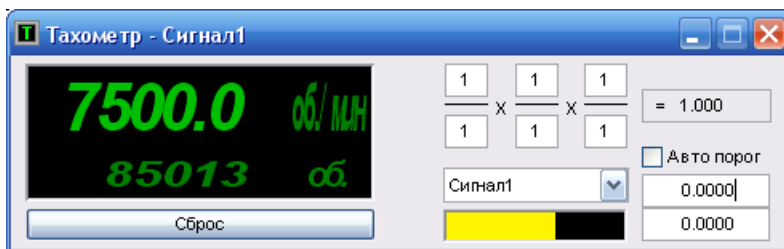


Рисунок 14.2

**Примечание:** программу можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLab** (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: TachoMeter.exe

В левой части рабочего окна программы **Тахометр** расположен графический индикатор, в котором отображаются частота вращения и количество полных оборо-

тов, информация о которых поступает с выбранного канала. Частота вращения отображается в оборотах в минуту (об./мин), количество полных оборотов в оборотах (об.).

Кнопка **Сброс**, расположенная под графическим индикатором, предназначена для обнуления количества полных оборотов.

На рисунке 14.3 показан фрагмент программы **Тахометр** с полями ввода (поля ввода образуют матрицу 3×2) количества зубьев зубчатых передач ведущего (за ведущий принимается вращающийся механизм, на который установлен датчик оборотов) и ведомых вращающихся механизмов. Значение количества зубьев в одном поле ввода от 1 до 99. Ввод значений количества зубьев осуществляется с клавиатуру. После ввода значения, для включения в расчет, нажать клавишу <Enter> клавиатуры или нажать левой кнопкой «мыши» на другое поле ввода. Справа от полей ввода количества зубьев располагается поле, в котором рассчитывается общее передаточное число.



|   |   |   |   |   |         |
|---|---|---|---|---|---------|
| 1 | x | 1 | x | 1 | = 1.000 |
| 1 |   | 1 |   | 1 |         |

Рисунок 14.3

Если необходимо измерять скорость вращения на вращающемся механизме, к которому есть доступ для установки датчика оборотов, то в полях ввода количества зубьев вводятся все одинаковые (единичные) значения. При этом передаточное число будет равняться единице, а на графическом индикаторе будут отображаться скорость вращения и количество полных оборотов вращающегося механизма, на который непосредственно установлен датчик оборотов.

Если имеется сложная кинематическая схема, в которой доступ для установки датчика оборотов возможен только к одному из вращающихся механизмов, а измерять скорость вращения надо на другом вращающемся механизме в этой схеме, то, зная количества зубьев шестерней и колес до исследуемого вращающегося механизма, необходимо ввести эти значения количества зубьев. При этом передаточное число будет рассчитано в соответствии с указанными количествами зубьев, а на графическом индикаторе будут отображаться скорость вращения и количество полных оборотов исследуемого вращающегося механизма. Ниже приведены примеры, в которых предполагается измерять скорость вращения на вращающемся механизме, на котором нет возможности установить датчик оборотов.

### **Примеры:**

На рисунке 14.4 представлена кинематическая схема, на примере которой будут описаны правила заполнения полей ввода количества зубьев. Каждому валу на схеме приписан порядковый номер. Цифра возле каждой шестерни означает количество зубьев у нее.

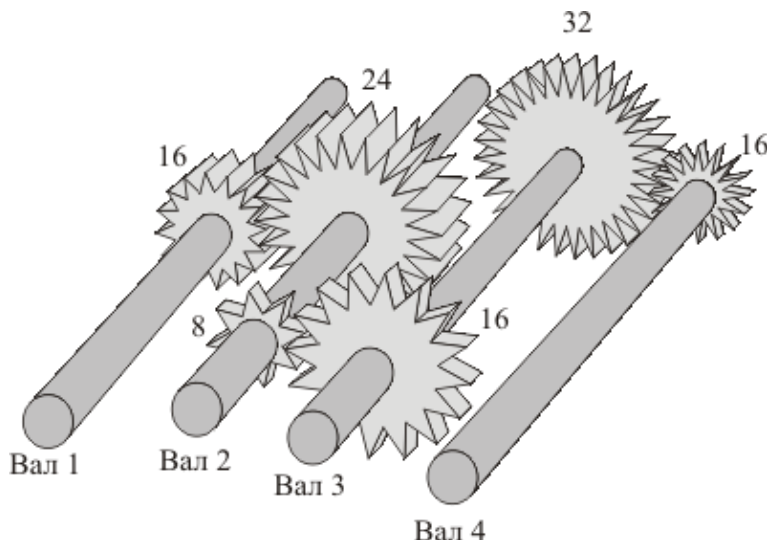


Рисунок 14.4

1. Датчик оборотов установлен на валу 1 (он становится ведущим, так как на нем установлен датчик). Необходимо измерить скорость вращения на валу 3. Соответственно, в полях ввода количества зубьев вводятся следующие значения:

- в первом столбце в числителе записывается 16 – количество зубьев шестерни ведущего вала 1;
- в знаменателе первого столбца записывается 24 – количество зубьев шестерни ведомого вала 2 (ведомый по отношению к валу 1);
- во втором столбце в числителе записывается 8 – количество зубьев шестерни ведущего вала 2 (ведущий по отношению к валу 3);
- в знаменателе второго столбца записывается 16 – количество зубьев шестерни ведомого вала 3 (ведомый по отношению к валу 2);
- в числителе и знаменателе третьего столбца вводятся единичные значения.

На рисунке 14.5 показаны поля ввода количества зубьев и поле передаточного числа с введенными значениями в этом примере.

|    |    |   |         |
|----|----|---|---------|
| 16 | 8  | 1 | = 0.333 |
| 24 | 16 | 1 |         |

Рисунок 14.5

После ввода необходимых значений на графическом индикаторе будет отображаться расчетное значение скорости вращения и количество полных оборотов вала 3

2. Датчик оборотов установлен на валу 2 (он становится ведущим, так как на нем установлен датчик). Необходимо измерить скорость вращения на валу 1. Соответственно, в полях ввода количества зубьев вводятся следующие значения:

- в первом столбце в числителе записывается 24 – количество зубьев шестерни ведущего вала 2;

- в знаменателе первого столбца записывается 16 – количество зубьев шестерни ведомого вала 1 (ведомый по отношению к валу 2);
- в числителе и знаменателе второго и третьего столбцов вводятся единичные значения.

На рисунке 14.6 показаны поля ввода количества зубьев и поле передаточного числа с введенными значениями в этом примере.

|    |   |   |         |
|----|---|---|---------|
| 24 | 1 | 1 | = 1.500 |
| 16 | 1 | 1 |         |

Рисунок 14.6

После ввода необходимых значений на графическом индикаторе будет отображаться расчетное значение скорости вращения и количество полных оборотов вала 1

3. Датчик оборотов установлен на валу 4 (он становится ведущим, так как на нем установлен датчик). Необходимо измерить скорость вращения на валу 1. Соответственно, в полях ввода количества зубьев вводятся следующие значения:

- в первом столбце в числителе записывается 16 – количество зубьев шестерни ведущего вала 4;
- в знаменателе первого столбца записывается 32 – количество зубьев шестерни ведомого вала 3 (ведомый по отношению к валу 4);
- во втором столбце в числителе записывается 16 – количество зубьев шестерни ведущего вала 3 (ведущий по отношению к валу 2);
- в знаменателе второго столбца записывается 8 – количество зубьев шестерни ведомого вала 2 (ведомый по отношению к валу 3);
- в третьем столбце в числителе записывается 24 – количество зубьев шестерни ведущего вала 2 (ведущий по отношению к валу 1);
- в знаменателе третьего столбца записывается 16 – количество зубьев шестерни ведомого вала 1 (ведомый по отношению к валу 2).

На рисунке 14.7 показаны поля ввода количества зубьев и поле передаточного числа с введенными значениями в этом примере.

|    |    |    |         |
|----|----|----|---------|
| 16 | 16 | 24 | = 1.500 |
| 32 | 8  | 16 |         |

Рисунок 14.7

После ввода необходимых значений на графическом индикаторе будет отображаться расчетное значение скорости вращения и количество полных оборотов вала 1

Для измерения скорости вращения и количества полных оборотов, по интересующему включенному физическому либо виртуальному каналу, необходимо в поле



списка (со стрелкой)  выбрать название этого канала. Выбрать необходимый канал можно двумя способами:

- нажать на стрелку поля и «мышью» выбрать из раскрывшегося списка канал;
- нажать левой кнопкой «мыши» на поле и при помощи ролика «мыши», либо кнопок клавиатуры со стрелками <↑> и <↓> выбрать канал.

Индикатор **Интегральный уровень**  показывает интегральный уровень сигнала и, при превышении максимально допустимого уровня, перегрузку выбранного канала. Две третьих части поля индикатора отведены для уровня сигнала, не превышающего максимально допустимый уровень. Чем выше уровень, тем больше заполняется индикатор. При превышении максимально допустимого уровня индикатор заполняется полностью красным цветом. Правый край индикатора останется красным до тех пор, пока перегрузка по каналу не будет снята и пользователь не нажмет на индикатор левой кнопкой «мыши».

Флажок **Авто порог** служит для включения/выключения автоматической/ручной установки верхнего и нижнего порога входного уровня, по которому будут производиться измерения скорости вращения. Установленный флажок – программа сама автоматически устанавливает верхний и нижний порог уровня сигнала. Снятый флажок – разрешен ручной ввод верхнего и нижнего порога уровня сигнала.

Поля ввода, расположенные под флажком **Авто порог**, служат для установки верхнего и нижнего порога в ручном режиме (флажок **Авто порог** снят). Верхнее поле ввода служит для установки верхнего порога, нижнее – для установки нижнего порога. Ввод значений верхнего и нижнего порога осуществляется с клавиатуры. После ввода значений нажать клавишу <Enter> клавиатуры. При установленном флажке **Авто порог** поля ввода верхнего и нижнего порога не доступны для ввода значений. Верхний и нижний порог устанавливается для исключения ложных срабатываний при измерении частоты вращения. Для правильного измерения частоты вращения верхний порог не должен превышать максимального уровня сигнала по этому каналу, нижний порог не должен быть ниже минимального уровня. Определить максимальный и минимальный уровень сигнала по каналу, к которому подключен датчик оборотов, можно, например, запустив программу **Многоканальный осциллограф** (программа **Многоканальный осциллограф** описана в пункте 21 настоящего **Руководства оператора**) выбрать этот канал и по осциллограмме оценить эти уровни.

Для выхода из программы необходимо нажать кнопку , расположенную в правом верхнем углу окна.



## 15 Программа ТОРСИОГРАФ

### 15.1 Назначение программы

Программа **Торсиограф** предназначена для измерения неравномерности вращений движущихся частей различных механизмов. Программа **Торсиограф** порождает виртуальные каналы перемещения и скорости перемещения. Эти каналы доступны для последующего анализа другими программами из состава **ZETLab**.

### 15.2 Описание программы

Для запуска программы **Торсиограф** необходимо из меню **Измерение** (рисунок 15.1) панели **ZETLab** выбрать команду **Торсиограф**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Торсиограф** (рисунок 15.2). В заголовке окна программы будет отображаться название программы и название канала, к которому подключен датчик оборотов.

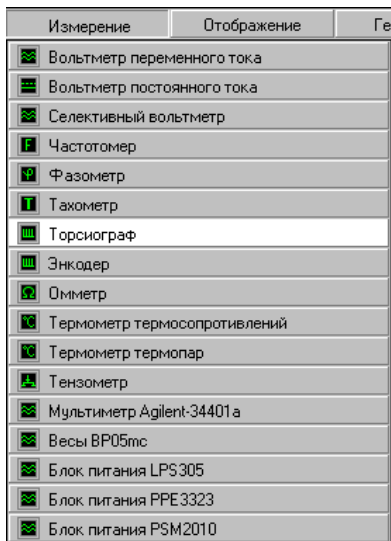


Рисунок 15.1

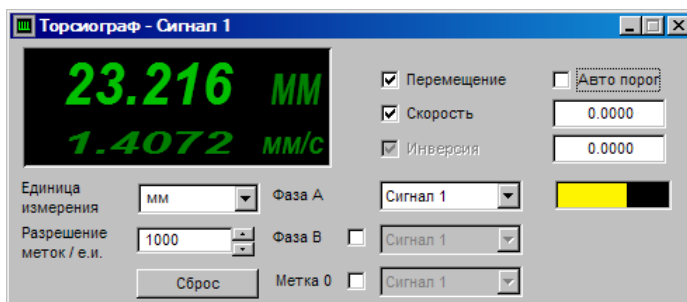


Рисунок 15.2

**Примечание:** программу можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLab** (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: Torsigraph.exe

В левой верхней части рабочего окна программы **Торсиограф** расположен графический индикатор, в котором отображаются измеренные угловое или линейное перемещение (положение) и скорость перемещения, информация о которых поступает с выбранного (выбранных) канала. В зависимости от поставленной задачи перемещение измеряется в указанных единицах измерения, а скорость перемещения в единицах измерения в секунду. Например, для измерения перемещение в миллиметрах необходимо в списке **Единица измерения** (список описывается ниже) указать

единицу измерения миллиметры (мм), после этого перемещение на графическом индикаторе будет отображаться в мм, а скорость перемещения в мм/с (миллиметров в секунду).

В списке , расположенном справа от надписи **Единица измерения**, выбирается либо вводится с клавиатуры единица измерения, в которой будет отображаться сигнал по выбранному каналу. Для выбора необходимой единицы измерения необходимо нажать левой кнопкой «мыши» на кнопку  списка, и, в раскрывшемся списке, выбрать нужную единицу измерения. Если в списке нет необходимой единицы измерения, то, нажав правой клавишей «мыши» на поле списка, с клавиатуры ввести требуемую единицу измерения.

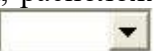
Разрешение торсиографов определяется количеством импульсов за один оборот (pulses per revolution, ppr). В списке , расположенном справа от надписи **Разрешение меток/е.и.**, выбирается необходимое количество меток в установленную единицу измерения. Например, торсиограф имеет 1080 меток на один оборот, соответственно 3 метки на один градус поворота. Необходимо измерять положение датчика в градусах с точность измерения в один градус. Для этого, в списке **Единица измерения** выбирается единица измерения – градусы (**гр.**), а в списке **Разрешение меток/е.и.** устанавливается 3 (три метки на один градус поворота датчика). Устанавливается необходимое разрешение нажатием левой кнопки «мыши» по кнопкам  списка разрешения, либо, нажав левой кнопкой «мыши» по полю списка разрешения, прокрутив ролик «мыши», либо, нажав левой кнопкой «мыши» по полю списка разрешения, ввести значение с клавиатуры и нажать клавишу <Enter>.

Под полем списка **Разрешение меток/е.и.** располагается кнопка **Сброс**, нажатие которой приводит к обнулению значения перемещения (положения).

Флажки **Перемещение** и **Скорость**, расположенные справа от графического индикатора, разрешают включение/выключение виртуальных каналов **Перемещение** и **Скорость**, порождаемых программой **Торсиограф**. Эти каналы доступны для последующего анализа другими программами. Установленные флажки – виртуальные каналы включены, снятые – выключены.

Флажок **Инверсия**, который становится доступным для установки или снятия при установленном флажке **Фаза В**, позволяет инвертировать сигнал направления перемещения. Установленный флажок – происходит инверсия, снятый – сигнал не инвертирован.

Для измерения перемещения и скорости перемещения по физическому каналу, к которому подключен датчик оборотов, необходимо в поле списка (со стрелкой) , расположенному справа от надписи **Фаза А**, выбрать название этого канала.

При использовании в измерениях канала В торсиографа необходимо установить флажок, расположенный справа от надписи **Фаза В**, и, в ставшем доступным поле списка  выбрать название включенного физического канала, к которому подключен канал В торсиографа. Снятие флажка **Фаза В** блокирует поле списка выбора канала В и флажок установки инверсии.

При необходимости вычисления абсолютного положения необходимо установить флажок, расположенный справа от надписи **Метка 0**, и, в ставшем доступным поле списка  выбрать название включенного физического канала, к которому подключен канал нулевой метки торсиографа. Каждый раз, при прохождении нулевой метки датчиком оборов происходит обнуление на графическом индикаторе измеренных показаний перемещения. Например, это удобно при измерении линейных перемещений, при которых происходит возвратно-поступательное перемещение. Установив нулевую метку посередине, можно измерять перемещение в ту или другую сторону относительно установленной нулевой метки.

Флажок **Авто порог** служит для включения/выключения автоматической/ручной установки верхнего и нижнего порога входного уровня, по которому будут производиться измерения перемещения. Установленный флажок – программа сама автоматически устанавливает верхний и нижний порог уровня сигнала. Снятый флажок – разрешен ручной ввод верхнего и нижнего порога уровня сигнала.

Поля ввода, расположенные под флажком **Авто порог**, служат для установки верхнего и нижнего порога в ручном режиме (флажок **Авто порог** снят). Верхнее поле ввода служит для установки верхнего порога, нижнее – для установки нижнего порога. Ввод значений верхнего и нижнего порога осуществляется с клавиатуры. После ввода значений нажать клавишу <Enter> клавиатуры. При установленном флажке **Авто порог** поля ввода верхнего и нижнего порога не доступны для ввода значений. Верхний и нижний порог устанавливается для исключения ложных срабатываний при измерении перемещения. Для правильного измерения перемещения верхний порог не должен превышать максимального уровня сигнала по этому каналу, нижний порог не должен быть ниже минимального уровня. Определить максимальный и минимальный уровень сигнала по каналу, к которому подключен датчик, можно, например, запустив программу **Многоканальный осциллограф** (программа **Многоканальный осциллограф** описана в пункте 21 настоящего **Руководства оператора**) выбрать этот канал и по осциллограмме оценить эти уровни.

Индикатор **Интегральный уровень**  показывает интегральный уровень сигнала и, при превышении максимально допустимого уровня, перегрузку выбранного канала. При установке/снятии флажков **Фаза В** и **Метка 0** справа от этих каналов отображаются/скрываются соответствующие индикаторы. Две третьих части поля индикатора отведены для уровня сигнала, не превышающего максимально допустимый уровень. Чем выше уровень, тем больше заполняется индикатор. При превышении максимально допустимого уровня индикатор заполняется полностью красным цветом. Правый край индикатора останется красным до тех пор, пока перегрузка по каналу не будет снята и пользователь не нажмет на индикатор левой кнопкой «мыши».



## 16 Программа ЭНКОДЕР

### 16.1 Назначение программы

Программа **Энкодер** предназначена для измерения относительного положения (перемещения), скорости и направления перемещения при помощи оптических датчиков угловых или линейных перемещений (энкодеров), подключенных к входным каналам АЦП. Программа **Энкодер** порождает виртуальные каналы перемещения и скорости перемещения. Эти каналы доступны для последующего анализа другими программами из состава **ZETLab**.

На базе оптических датчиков создаются датчики линейных и угловых перемещений. Точность таких датчиков может быть от 1 мкм до 1 мм при длине измерительной базы от 8 мм до 3 м. Датчики угловых перемещений могут иметь от 100 до 10000 маркеров на один оборот, т.е. разрешение может быть от нескольких градусов до 5 минут.

Оптическая технология предложила ряд классических способов для построения энкодера - датчика представляющего информацию о движении, положении или направлении либо непосредственно в цифровой форме (абсолютные энкодеры), либо генерирующего последовательность импульсов (инкрементальные энкодеры).

Далее в описании программы **Энкодер** речь пойдет только об инкрементальных энкодерах, так как программа **Энкодер** построена для работы только с таким типом этих датчиков.

Принцип работы инкрементальных энкодеров проиллюстрирован на рисунке 16.1. Оптический энкодер состоит из тонкого оптического диска и стационарного блока - измерительной головки, включающей в себя источник света и фотодетектор. Оптический диск содержит поверхность из прозрачных и непрозрачных участков. Маркерами могут быть, например, отверстия в металлическом листе или метки на стеклянном диске. При вращении диска, в зависимости от его типа, маркеры пропускают или перекрывают луч света, направленный от светового источника к фотоприемнику.

Фотодетектор генерирует сигнал с частотой, равной частоте следования кодовых элементов в цифровой форме или аналоговый импульсный сигнал, который также может быть усилен и оцифрован. При добавлении второй пары светодиод-фототранзистор с угловым смещением относительно первой, соответствующим четверти периода сигнала, может быть получена вторая последовательность импульсов - канал Б с фазовым смещением относительно канала А на 90°. Инкрементальный энкодер, который использует два оптических канала, позволяет одновременно удваивать разрешение при измерении положения и скорости и определять направление. Третий канал используется для привязки к начальной отметке (метка «0»).

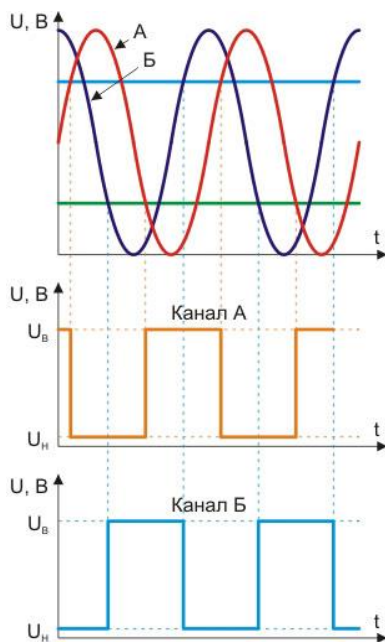


Рисунок 16.1

## 16.2 Описание программы

Для запуска программы **Энкодер** необходимо из меню **Измерение** (рисунок 16.2) панели **ZETLab** выбрать команду **Энкодер**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Энкодер** (рисунок 16.3). В заголовке окна программы будет отображаться название программы и название канала, к которому подключен канал А (фаза А) оптического датчика перемещения (энкодера).

**Примечание:** программу можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLab** (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: Encoder.exe



Рисунок 16.2



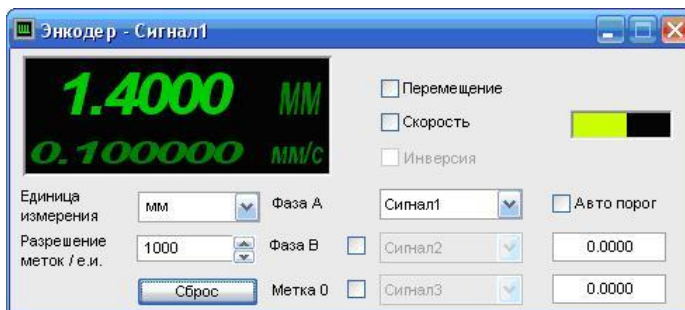


Рисунок 16.3

В левой верхней части рабочего окна программы **Энкодер** расположен графический индикатор, в котором отображаются измеренные угловое или линейное перемещение (положение) и скорость перемещения, информация о которых поступает с выбранного (выбранных) канала. В зависимости от поставленной задачи перемещение измеряется в указанных единицах измерения, а скорость перемещения в единицах измерения в секунду. Например, для измерения перемещение в миллиметрах необходимо в списке **Единица измерения** (список описывается ниже) указать единицу измерения миллиметры (мм), после этого перемещение на графическом индикаторе будет отображаться в мм, а скорость перемещения в мм/с (миллиметров в секунду).

В списке , расположенном справа от надписи **Единица измерения**, выбирается либо вводится с клавиатуры единица измерения, в которой будет отображаться сигнал по выбранному каналу. Для выбора необходимой единицы измерения необходимо нажать левой кнопкой «мыши» на кнопку  списка, и, в раскрывшемся списке, выбрать нужную единицу измерения. Если в списке нет необходимой единицы измерения, то, нажав правой клавишей «мыши» на поле списка, с клавиатуры ввести требуемую единицу измерения.

Разрешение инкрементальных энкодеров определяется количеством импульсов за один оборот (pulses per revolution, ppr). В списке , расположенном справа от надписи **Разрешение меток/е.и.**, выбирается необходимое количество меток в установленную единицу измерения. Например, инкрементальный энкодер углового перемещения имеет 1080 меток на один оборот, соответственно 3 метки на один градус поворота. Необходимо измерять положение энкодера в градусах с точность измерения в один градус. Для этого, в списке **Единица измерения** выбирается единица измерения – градусы (**гр.**), а в списке **Разрешение меток/е.и.** устанавливается 3 (три метки на один градус поворота энкодера). Устанавливается необходимое разрешение нажатием левой кнопки «мыши» по кнопкам  списка разрешения, либо, нажав левой кнопкой «мыши» по полю списка разрешения, прокрутив ролик «мыши», либо, нажав левой кнопкой «мыши» по полю списка разрешения, ввести значение с клавиатуры и нажать клавишу <Enter>.

Под полем списка **Разрешение меток/е.и.** располагается кнопка **Сброс**, нажатие которой приводит к обнулению значения перемещения (положения).

Флажки **Перемещение** и **Скорость**, расположенные справа от графического индикатора, разрешают включение/выключение виртуальных каналов **Перемещение** и **Скорость**, порождаемых программой **Энкодер**. Эти каналы доступны для последующего анализа другими программами. Установленные флажки – виртуальные каналы включены, снятые – выключены. Данные в этих виртуальных каналах идут в темпе обработки каждого импульса без усреднения. Это позволяет исследовать не только перемещение и скорость перемещения, но и их неравномерность. При включении энкодера совместно с другими датчиками, например, давления или температуры, данные с этих датчиков и данные перемещения и скорости перемещения идут синхронно с точностью до одного импульса энкодера.

Флажок **Инверсия**, который становится доступным для установки или снятия при установленном флажке **Фаза В**, позволяет инвертировать сигнал направления перемещения. Установленный флажок – происходит инверсия, снятый – сигнал не инвертирован.

Для измерения перемещения и скорости перемещения по физическому каналу, к которому подключен канал А энкодера, необходимо в поле списка (со стрелкой) , расположенному справа от надписи **Фаза А**, выбрать название этого канала.

При использовании в измерениях канала В энкодера необходимо установить флажок, расположенный справа от надписи **Фаза В**, и, в ставшем доступным поле списка , выбрать название включенного физического канала, к которому подключен канал В энкодера. Снятие флажка **Фаза В** блокирует поле списка выбора канала В и флажок установки инверсии.

При необходимости вычисления абсолютного положения необходимо установить флажок, расположенный справа от надписи **Метка 0**, и, в ставшем доступным поле списка , выбрать название включенного физического канала, к которому подключен канал нулевой метки энкодера. Каждый раз, при прохождении нулевой метки пары светодиод-фототранзистор происходит обнуление на графическом индикаторе измеренных показаний перемещения. Например, это удобно при измерении линейных перемещений, при которых происходит возвратно-поступательное перемещение. Установив нулевую метку посередине можно измерять перемещение в ту или другую сторону относительно установленной нулевой метки.

Флажок **Авто порог** служит для включения/выключения автоматической/ручной установки верхнего и нижнего порога входного уровня, по которому будут производиться измерения перемещения. Установленный флажок – программа сама автоматически устанавливает верхний и нижний порог уровня сигнала. Снятый флажок – разрешен ручной ввод верхнего и нижнего порога уровня сигнала.

Поля ввода, расположенные под флажком **Авто порог**, служат для установки верхнего и нижнего порога в ручном режиме (флажок **Авто порог** снят). Верхнее поле ввода служит для установки верхнего порога, нижнее – для установки нижнего порога. Ввод значений верхнего и нижнего порога осуществляется с клавиатуры. После ввода значений нажать клавишу <Enter> клавиатуры. При установленном флажке **Авто порог** поля ввода верхнего и нижнего порога не доступны для ввода

значений. Верхний и нижний порог устанавливается для исключения ложных срабатываний при измерении перемещения. Для правильного измерения перемещения верхний порог не должен превышать максимального уровня сигнала по этому каналу, нижний порог не должен быть ниже минимального уровня. Определить максимальный и минимальный уровень сигнала по каналу, к которому подключен энкодер, можно, например, запустив программу **Многоканальный осциллограф** (программа **Многоканальный осциллограф** описана в пункте 21 настоящего **Руководства оператора**) выбрать этот канал и по осциллограмме оценить эти уровни.

Индикатор **Интегральный уровень**  показывает интегральный уровень сигнала и, при превышении максимально допустимого уровня, перегрузку выбранного канала. При установке/снятии флажков **Фаза В** и **Метка 0** справа от этих каналов отображаются/скрываются свои индикаторы. Две третьих части поля индикатора отведены для уровня сигнала, не превышающего максимально допустимый уровень. Чем выше уровень, тем больше заполняется индикатор. При превышении максимально допустимого уровня индикатор заполняется полностью красным цветом. Правый край индикатора останется красным до тех пор, пока перегрузка по каналу не будет снята и пользователь не нажмет на индикатор левой кнопкой «мыши».

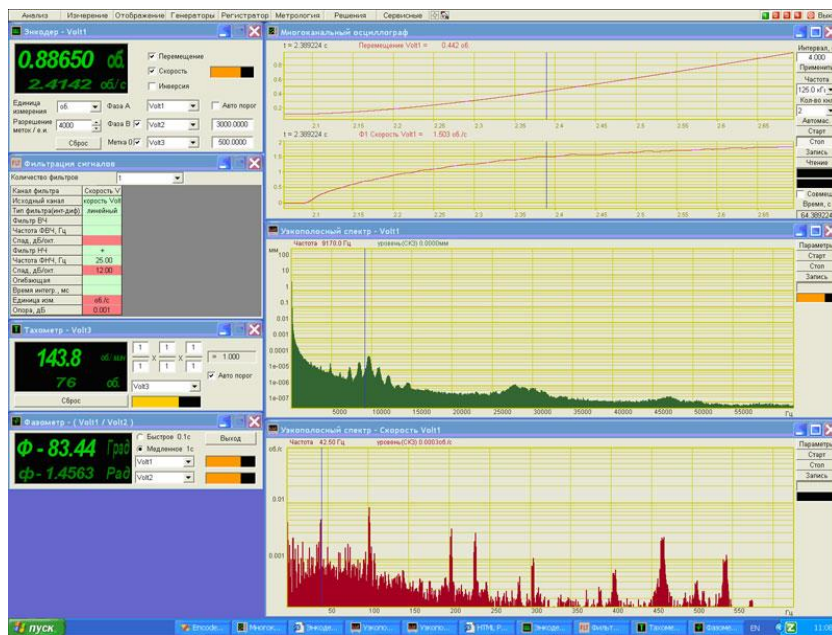


Рисунок 16.4

Для выхода из программы необходимо нажать кнопку , расположенную в правом верхнем углу окна.

При использовании программы **Энкодер** совместно с программами из состава **ZETLab** и датчиками угловых перемещений, пользователь может проводить анализ крутильных колебаний и использовать эту аппаратуру для замены торсиографов (рисунок 16.4).

### 16.3 Подключение датчиков

Датчики линейных или угловых перемещений подключаются к входным каналам (АЦП) устройств, производимых ЗАО «Электронные технологии и метрологические системы», напрямую.

После подключения энкодера к входным каналам необходимо в программе **Настройка параметров АЦП и ЦАП** включить эти каналы либо убедиться, что они включены (программа **Настройка параметров АЦП и ЦАП** описана в пункте 4 настоящего **Руководства оператора**).

Для измерения перемещения (положения) и скорости перемещения необходимо в программе **Редактирование файлов параметров** настроить параметры каналов, к которым подключен энкодер (программа **Редактирование файлов параметров** описана в пункте 5 настоящего **Руководства оператора**). Параметры измерительных каналов должны быть настроены относительно измерения напряжения, как показано в таблице 16.1:

Таблица 16.1

| № | Чувств. преобр., В/ед.изм. | Ед. изм. | КУ внешнего усилителя | Опорное знач. для вычисл. дБ | Смещ. пост. сост., ед. изм. | Название канала |
|---|----------------------------|----------|-----------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------|
| 1 | 0,001                      | мВ       | 1                     | 0,001                        | 0                           | Фаза А          |
| 2 | 0,001                      | мВ       | 1                     | 0,001                        | 0                           | Фаза В          |
| 3 | 0,001                      | мВ       | 1                     | 0,001                        | 0                           | Метка 0         |

Каналы для измерения выбираются любые, название каналов пользователь вводит по своему усмотрению.

Для питания датчиков можно использовать как выход встроенного генератора (при условии комплектации встроенным генератором) в режиме генерирования синусоидального сигнала (рисунок 16.5) с постоянным смещением нуля, так и внешний источник питания. Программа **Генератор сигналов** описана в пункте 28-1 настоящего **Руководства оператора**.

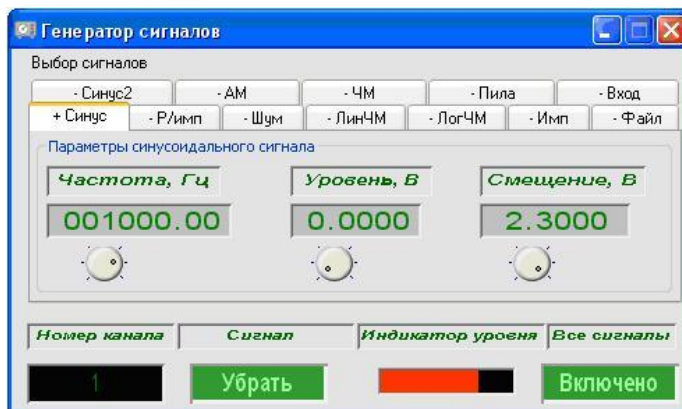


Рисунок 16.5

На рисунке 16.6 показаны осциллограммы сигналов, поступающих от датчика углового перемещения. На верхней осциллограмме показан сигнал канала А энкодера (фаза А), на средней – канал В (фаза Б), на нижней – сигнал нулевой метки (метка 0). Программа **Многоканальный осциллограф** описана в пункте 21 настоящего Руководства оператора.



Рисунок 16.6



## 17 Программа OMMETP

### 17.1 Назначение программы

Программа предназначена измерения электрического сопротивления, подключенного к входным каналам модулей «ZET 2XX».

При измерении сопротивления используются параметры еще 2-х программ, запускаемых в скрытом виде: **Генератор сигналов** и **Вольтметр переменного тока**.

### 17.2 Описание программы

Для запуска программы **Омметр** необходимо из меню **Измерение** (рисунок 16.2) панели **ZETLab** выбрать команду **Омметр**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Омметр** (рисунок 17.2). В заголовке окна программы будет отображаться название программы и название канала измерения.

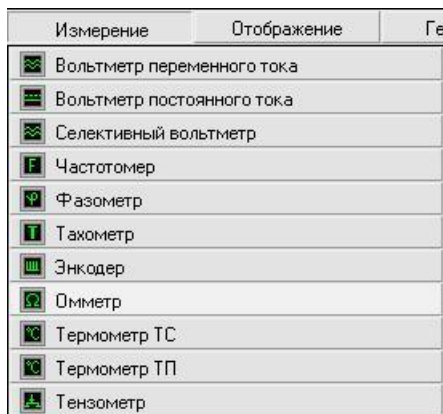


Рисунок 17.1

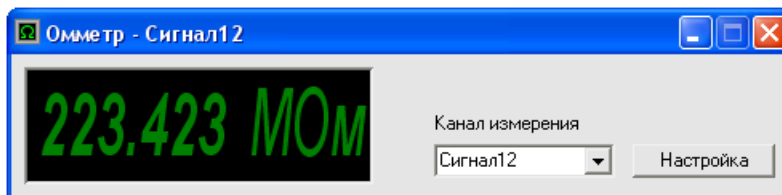


Рисунок 17.2

**Примечание:** программу можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLab** (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: OhmMeter.exe.

При запуске программы в скрытом виде запускаются еще 2 программы: **Генератор сигналов** и **Вольтметр переменного тока**. Параметры этих программ используются при расчете электрического сопротивления.



В левой части рабочего окна программы **Омметр** расположен графический индикатор, в котором отображается измеряемое значение сопротивления.

**Ниспадающий список** под надписью "Канал измерения" - для выбора канала АЦП или анализатора спектра, к которому подключено измеряемое сопротивление.

Кнопка **Настройка** - для настройки программы и калибровки измерительного тракта.

### 17.3 Подключение измеряемого сопротивления

Измеряемое сопротивление необходимо подключать как показано на рисунке 17.3 - в "разрыв" линии "ЦАП - АЦП".

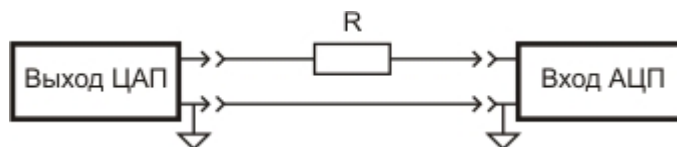


Рисунок 17.3

### 17.4 Настройка программы и калибровка измерительного тракта

Для корректной работы программы и правильного измерения сопротивления необходимо произвести настройку программы и калибровку измерительного тракта. Для этого необходимо нажать на кнопку **Калибровка** в главном окне программы **Омметр**. При нажатии на кнопку появляется дополнительное окно **Настройка**, внешний вид которого показан на рисунке 17.4.

В рамке **Параметры для измерения** находятся следующие элементы:

Поле **Входное сопротивление канала АЦП, Ом** - входное сопротивление канала модуля АЦП или анализатора спектра, к которому подключено измеряемое сопротивление.

Поле **Уровень сигнала с генератора, В** - среднеквадратическое значение (СКЗ) синусоидального сигнала, который будет подаваться с выходного канала ЦАП или анализатора спектра.

Поле **Частота сигнала, Гц** - частота синусоидального сигнала, который будет подаваться с выходного канала ЦАП.

Кнопка **Применить** - для вступления изменений в силу.

**Примечание:** Входное сопротивление модуля ZET 210 – 2 кОм, а модулей ZET 220 и ZET 230 – 100 кОм.



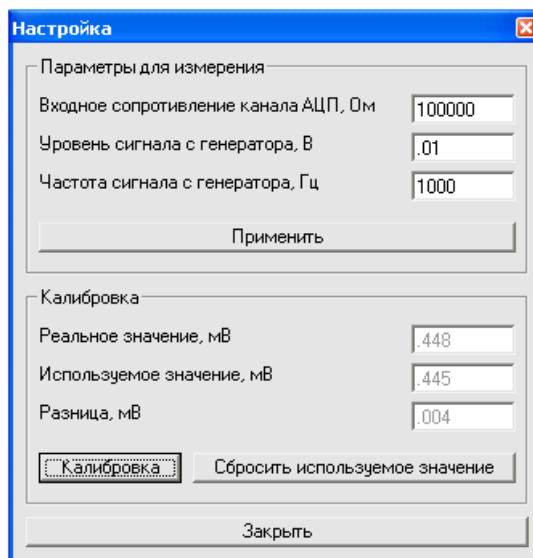


Рисунок 17.4

В рамке **Калибровка** находятся следующие элементы:

Поле **Реальное значение, мВ** - реальное измеряемое среднеквадратическое (СКЗ) синусоидального сигнала, поступающего на входной канал АЦП, к которому подключено измеряемое сопротивление.

Поле **Используемое значение, мВ** - используемое в расчетах среднеквадратическое (СКЗ) синусоидального сигнала.

Поле **Разница, мВ** - разница между реальным и используемым значениями.

Внизу окна находится кнопка **Закрыть** для закрытия окна Настройка.

Для проведения калибровки необходимо выполнить следующие действия:

1. Нажать на кнопку **Сбросить используемое значение**. При этом в поле **Используемое значение, мВ** отобразится значение, указанное в поле **Уровень сигнала с генератора, В** в рамке **Параметры для измерения**.

2. Нажать на кнопку **Калибровка**. Появится окно, внешний вид которого показан на рисунке 17.5.

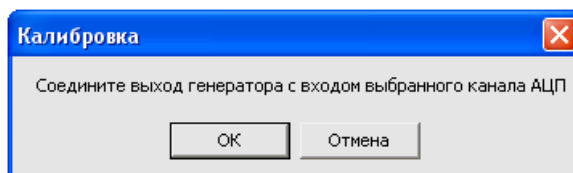


Рисунок 17.5

3. Следуя указанию надписи в появившемся окне, необходимо соединить выход генератора (ЦАП) с входом выбранного канала АЦП и нажать на кнопку ОК. Появится еще одно окно, внешний вид которого показан на рисунке 17.6. В этом

окне отображается ход выполнения калибровки. Через 5 секунд это окно исчезнет и в соответствующих полях в рамке Калибровка установятся измеренных значения.

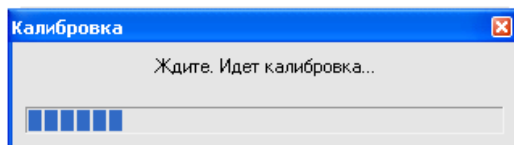


Рисунок 17.6

4. Закрыть окно **Настройка** нажатием на кнопку Закрыть или кнопку , расположенную в правом верхнем углу окна.

## 18 Программа ТЕРМОМЕТР СОПРОТИВЛЕНИЯ

### 18.1 Назначение программы

Программа **Термометр сопротивления** предназначена для измерения температуры с помощью термопреобразователей сопротивления (термометров сопротивления). На рисунке 18.1 приведена структурная схема процесса термоизмерений.

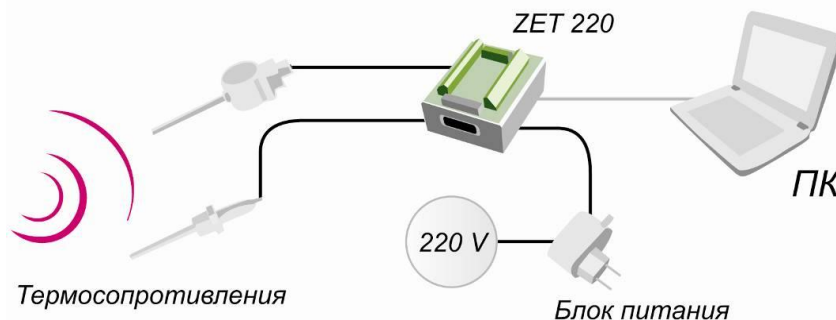


Рисунок 18.1

Программа **Термометр сопротивления** порождает виртуальный канал температуры. Этот канал доступен для последующего анализа другими программами из состава **ZETLab**. Значение температуры вычисляется на интервале 0,1 секунды и в выходном канале формируется сигнал каждые 0,1 секунды. Таким образом, программа сглаживает быстрые изменения температуры. Для регистрации быстроменяющейся температуры можно использовать программу **Фильтрация сигналов** (программа **Фильтрация сигналов** описывается в пункте 26 настоящего **Руководства оператора**) для фильтрации измерительного канала. В программе настраиваются фильтры нижних и верхних частот и огибающая. Длительность огибающей задает усреднение сигнала. Затем полученные сигналы подаются на программу **Арифмометр** (программа **Арифмометр** описывается в пункте 25 настоящего **Руководства оператора**) и находится отношение величин. Тарировка полученного сигнала проводится совместно с программой **Термометр сопротивления**.

### 18.2 Описание программы

Для запуска программы **Термометр сопротивления** необходимо из меню **Измерение** (рисунок 18.2) панели **ZETLab** выбрать команду **Термометр ТС**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Термометр сопротивления** (рисунок 18.3). В заголовке окна программы будет отображаться название программы.

**Примечание:** программу можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLab** (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: ThermoMeter.exe.

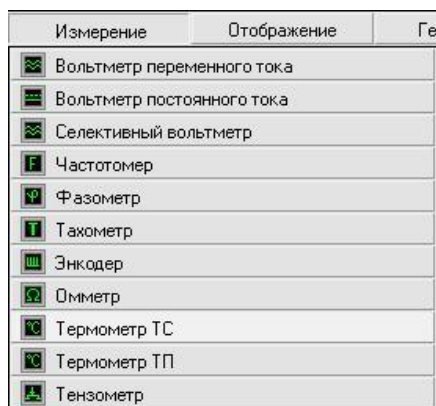


Рисунок 18.2



Рисунок 18.3

В левой части рабочего окна программы **Термометр сопротивления** расположен графический индикатор, в котором отображается измеренное значение температуры используемым термопреобразователем сопротивления. Температура измеряется в °C.

Для измерения температуры необходимо в полях списков (со стрелкой)  выбрать название включенных физических каналов, к которым подключен термопреобразователь сопротивления и нагрузочное сопротивление. В верхнем списке выбирается канал, к которому подключен термопреобразователь сопротивления (измерительное сопротивление). В нижнем – канал, к которому подключено нагрузочное (опорное) сопротивление. В качестве каналов также можно выбирать виртуальные каналы, например, после фильтрации сигналов. Выбрать необходимый канал можно двумя способами:

- нажать на стрелку поля и «мышью» выбрать из раскрывшегося списка канал;
- нажать левой кнопкой «мыши» на поле и при помощи ролика «мыши», либо кнопок клавиатуры со стрелками  $\leftarrow$  и  $\rightarrow$  выбрать канал.

В поле списка (со стрелкой) , расположенном в правой части программы, выбирается тип используемого термопреобразователя сопротивления.

В качестве чувствительного элемента при измерении температуры с помощью программы **Термометр сопротивления** можно использовать термопреобразователи сопротивления (ТС) с медными, платиновыми или никелевыми чувствительными элементами. Номинальные статические характеристики преобразования (НСХ) таких датчиков обозначаются: 50М, 100М, Cu50, Cu100, (медные чувствительные элементы), 50П, 100П, Pt100, Pt500, (платиновые чувствительные элементы) 100Н и Ni100,

(никелевые чувствительные элементы), где число в обозначении датчика является номинальным сопротивлением датчика ( $R_0$ , Ом) при  $0^\circ\text{C}$ .

Для медных и платиновых термопреобразователей существует такое понятие, как "номинальное значение отношения сопротивлений" ( $W_{100} = R_{100} / R_0$ ) - отношение сопротивления датчика при  $100^\circ\text{C}$  к сопротивлению при  $0^\circ\text{C}$ .

Измерение температуры аппаратно-программными средствами, производимыми ЗАО «Электронные технологии и метрологические системы», осуществляется в соответствии с ГОСТ 6651-94 и подразумевает использование медных термопреобразователей сопротивления с номинальными значениями  $W_{100}$ , равными 1.4260 и 1.4280. Для платиновых термопреобразователей эти значения составляют 1.3850 и 1.3910.

В поле  град, вводится поправка в  $^\circ\text{C}$  на показания температуры, связанную с разностью в значениях сопротивлений между нагрузочным и измерительным сопротивлениям. Ввод значения поправки осуществляется с клавиатуру. После ввода значения нажать клавишу <Enter> клавиатуры.

Для выхода из программы необходимо нажать кнопку **Выход** или кнопку , расположенную в правом верхнем углу окна.

### 18.3 Использование модулей «ZET 2XX»

#### 18.3.1 Подключение термопреобразователей сопротивления к модулям «ZET 2XX»

К различным устройствам, производимым ЗАО «Электронные технологии и метрологические системы», возможно подключение различного количества термопреобразователей сопротивления. Например, к 16-канальному модулю АЦП-ЦАП «ZET 2XX» можно подключать до 15 термопреобразователей сопротивления, а цифровой вход/выход модуля позволяет управлять различными исполнительными механизмами участвующих в зависимых от температуры процессах.

Запитывание термопреобразователей сопротивления происходит переменным напряжением от встроенного генератора сигналов. Такое питание датчиков позволяет отстроиться от низкочастотных помех, термоЭДС контактов и повысить точность измерений. Подключение термопреобразователей сопротивления осуществляется по следующим схемам:

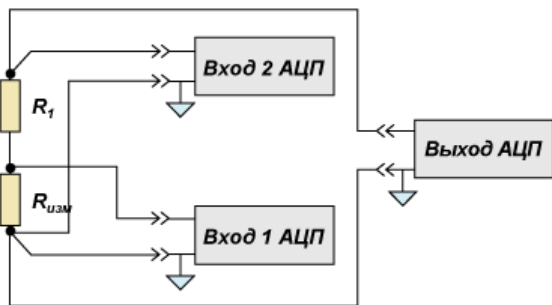


Рисунок 18.4

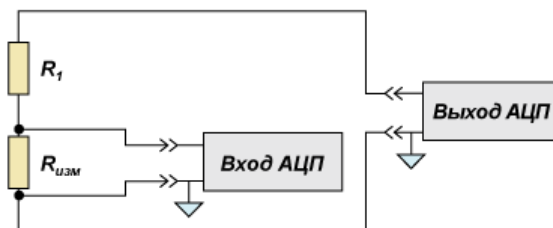


Рисунок 18.5

В двух схемах (рисунки 18.4 и 18.5)  $R_{изм}$  - это собственно термопреобразователь сопротивления,  $R_1$  - нагрузочное сопротивление, сопротивление которого выбирается приблизительно равным измерительному. В качестве нагрузочного резистора используются точные 1% резисторы с маленьким температурным коэффициентом сопротивления (ТКС).

Для подключения одного (первого) термопреобразователя используется первая схема (рисунок 18.4). Подключение второго и последующих термопреобразователей осуществляется по 2-ой схеме (рисунок 18.5).

### 18.3.2 Настройка сервисных программ

После подключения термопреобразователей и нагрузочного сопротивления к входным каналам необходимо в программе **Настройка параметров АЦП и ЦАП** включить эти каналы либо убедиться, что они включены (программа **Настройка параметров АЦП и ЦАП** описана в пункте 4 настоящего Руководства оператора).

Для измерения температуры необходимо в программе **Редактирование файлов параметров** настроить параметры каналов, к которым подключен термопреобразователь сопротивления и нагрузочный резистор (программа **Редактирование файлов параметров** описана в пункте 5 настоящего Руководства оператора). Параметры измерительных каналов должны быть настроены относительно измерения напряжения, как показано на рисунке 18.6:

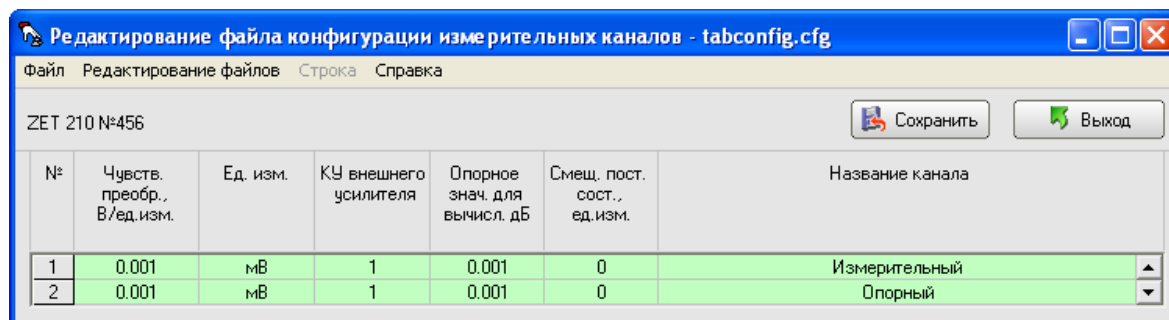


Рисунок 18.6

Каналы для измерения выбираются любые, название каналов пользователь вводит по своему усмотрению.

### 18.3.3 Проведение измерений

Далее необходимо включить программу **Генератор сигналов** и установить режим генерирования синусоидального сигнала, например, с частотой 5000 Гц и уровнем 0,5 В (рисунок 18.7). Частота генерирования синуса и амплитуда может быть произвольной. В программе **Термометр сопротивления** выделяется несущая частота и определяется амплитуда подаваемого сигнала. Программа **Генератор сигналов** описана в пункте 23 настоящего Руководства оператора.

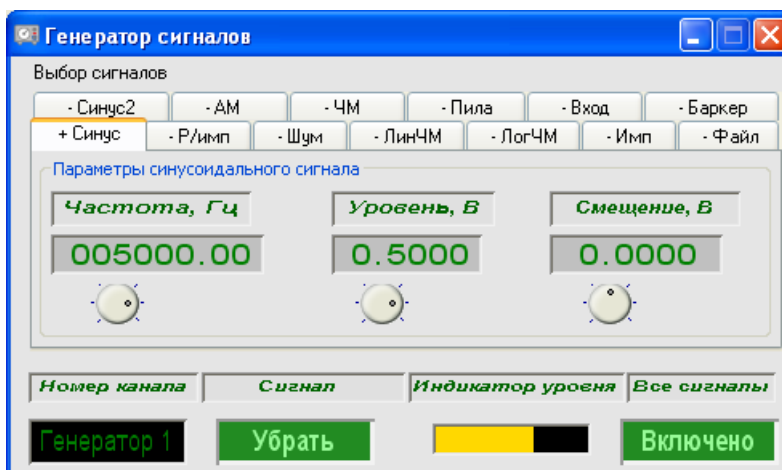


Рисунок 18.7

Затем необходимо запустить программу **Термометр сопротивления** и выбрать в верхнем списке канал, к которому подключен термопреобразователь, в нижнем – канал, к которому подключено нагрузочное сопротивление. В списке выбора используемого типа термопреобразователя необходимо выбрать тип подключенного термопреобразователя к измерительному каналу. В поле ввода поправки необходимо установить поправку показаний в °C. Эта поправка связана с разностью в значениях сопротивлений между нагрузочным и измерительным сопротивлениями. На рисунке 18.8 показан пример программы **Термометр сопротивления** с настройками выбранных каналов для измерения температуры.



Рисунок 18.8

Программа **Термометр сопротивления** порождает виртуальный канал с измеренной температурой. Этот канал можно анализировать и регистрировать программами из состава **ZETLab**.

При настройке программы удобно запустить программы **Многоканальный осциллограф** (рисунок 18.9) и две программы **Вольтметр переменного тока** (рисунок 18.10).

В программе **Многоканальный осциллограф** необходимо установить 3 канала для отображения. В верхней осциллограмме выбирается измерительный канал, в средней – опорный канал, в нижней – выходной (виртуальный) температурный канал с порожденный программой **Термометр сопротивления**. Синусоиды по верхним двум осциллограммам должны быть без искажений и амплитуды синусоид должны отличаться друг от друга при комнатной температуре примерно в два раза. Про-



грамма **Многоканальный осциллограф** описана в пункте **21** настоящего **Руководства оператора**.

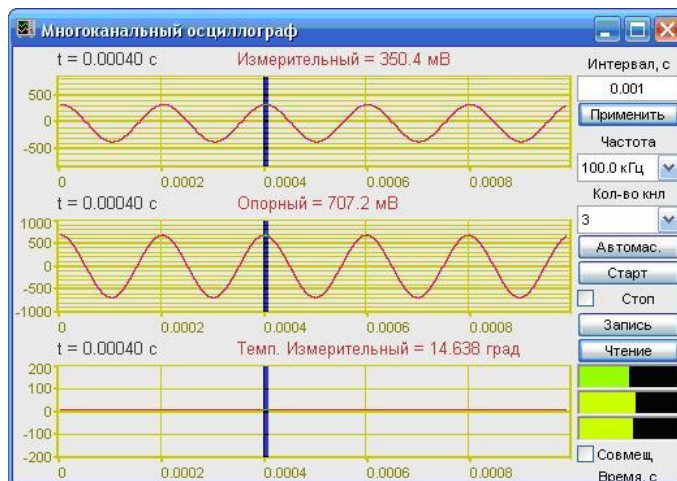


Рисунок 18.9

Одна программа **Вольтметр переменного тока** должны быть настроена на измерительный канал, вторая – на опорный. Показания вольтметров должны отличаться друг от друга при комнатной температуре примерно в два раза программа **Вольтметр переменного тока** описана в пункте **9** настоящего **Руководства оператора**.

При подключении нескольких термосопротивлений и запуске нескольких программ **Термометр сопротивления**, в качестве опорного канала можно использовать один канал.

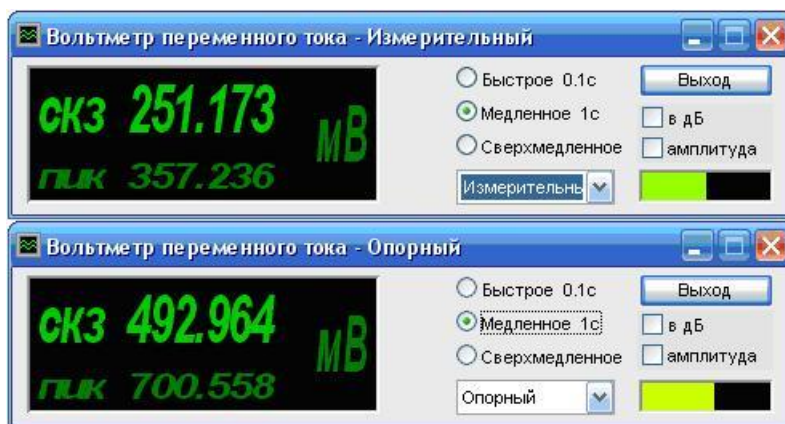


Рисунок 18.10

Для внесения поправок в программу **Термометр сопротивления** необходимо откалибровать программу совместно с термопреобразователями при температуре 0°C (в водо-ледяной смеси) или при температуре 100°C (в кипящей воде без примесей и при нормальном давлении).



## 18.4 Использование модуля ZET220 со специальной клеммной колодкой

### 18.4.1 Подключение термопреобразователей сопротивления к модулю ZET 220 со специальной клеммной колодкой

Для измерения температуры был разработан модуль ZET 220 со специальной клеммной колодкой. В этом модуле предустановлен точный резистор для компенсации температурного дрейфа тока для запитки термосопротивлений. Таким образом, нет необходимости подключать к модулю ZET 220 резисторы по схемам, приведённым на рисунках 18.4 и 18.5, а также не нужно использовать генератор для запитки термосопротивлений. Для проведения измерений достаточно подключить к модулю ZET 220 термопреобразователи сопротивления и установить переключатель ТС на клеммной колодке в положение ON.

### 18.4.2 Настройка сервисных программ

При первом подключении термосопротивлений к модулю ZET 220 со специальной клеммной колодкой, необходимо настроить сервисные программы.

Во-первых, необходимо убедиться, что включены измерительные и опорный каналы. Для этого запустить программу **Настройка параметров АЦП-ЦАП** и установить галочки слева от номеров каналов, к которым подключены термосопротивления, а также слева от 16-го канала (этот канал является опорным). Номера каналов указаны на клеммной колодке.

Во-вторых, в программе **Редактирование файлов параметров** необходимо установить значение *ICP* в столбце **Предварительный усилитель** для всех измерительных и опорного каналов. Остальные параметры должны быть установлены по умолчанию (рисунок 18.11). Названия каналов задаются по усмотрению пользователя

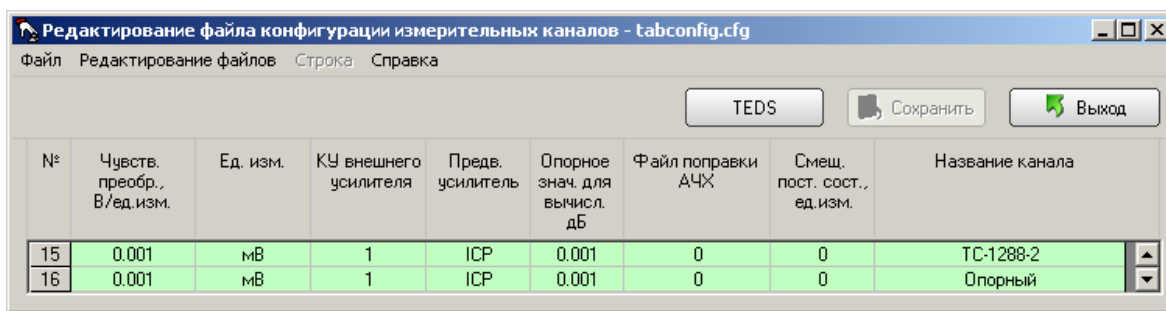


Рисунок 18.11

### 18.4.3 Проведение измерений

В программе **Термометр сопротивления** в верхнем списке выбирается канал, к которому подключен термопреобразователь, в нижнем – канал, к которому подключено нагрузочное сопротивление. В списке выбора используемого типа термопреобразователя необходимо выбрать тип подключенного термопреобразователя к измерительному каналу. В поле ввода поправки необходимо установить поправку

показаний в °C. Эта поправка связана с разностью в значениях сопротивлений между нагрузочным и измерительным сопротивлениями. На рисунке 18.12 показан пример программы **Термометр сопротивления** с настройками выбранных каналов для измерения температуры.

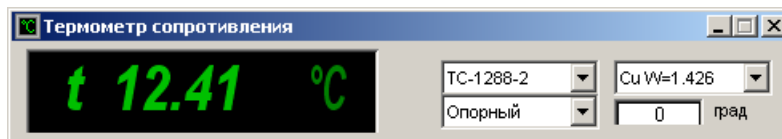


Рисунок 18.12

На рисунке 18.13 показано окно программы Многоканальный осциллограф, в которой отображаются формы сигналов с измерительного и опорного каналов, а также с виртуального канала, порожденного программой **Термометр сопротивления**.

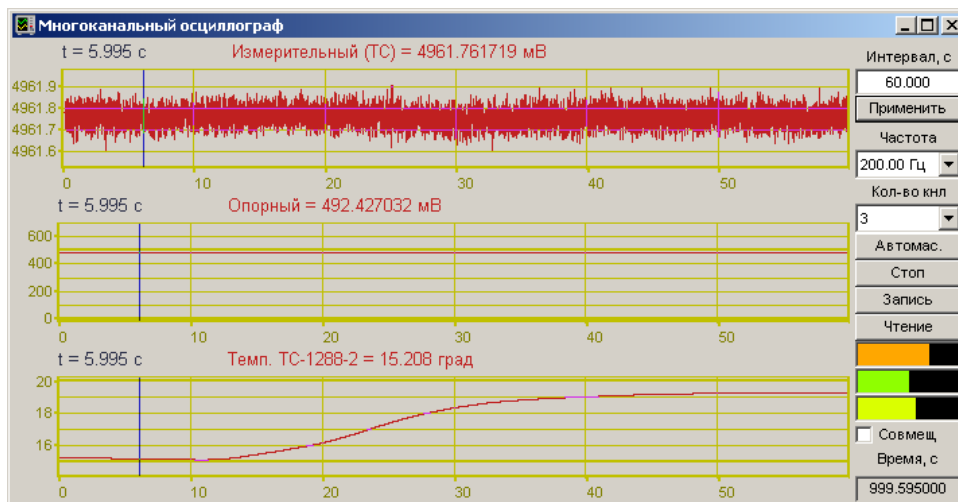


Рисунок 18.13

## 18.5 Калибровка программы Термометр сопротивления

Для внесения поправок в программу **Термометр сопротивления** необходимо откалибровать программу совместно с термопреобразователями при температуре 0°C (в водо-ледяной смеси) или при температуре 100°C (в кипящей воде без примесей и при нормальном давлении). Калибровка проводится для каждого измерительного канала индивидуально.

Калибровка проводится следующий образом: термопреобразователь опускается в водо-ледяную смесь/кипящую воду, при отклонении показаний программы от 0°C/100°C, в поле слева от надписи **град** вводится компенсирующее значение, чтобы показания программы равнялись 0°C/100°C. Дальнейшие измерения будут проводиться с учётом этой поправки.

## 19 Программа ТЕРМОМЕТР ТЕРМОПАРЫ

### 19.1 Назначение программы

Программа **Термометр термопары** предназначена для измерения температуры с помощью термоэлектрических преобразователей (термопар) и компенсатора холодного спая. Программа порождает виртуальный канал температуры, который будет доступен для последующего использования (анализа) другими программами из состава **ZETLab**. На рисунке 2.11 приведена структурная схема процесса термоизмерений.

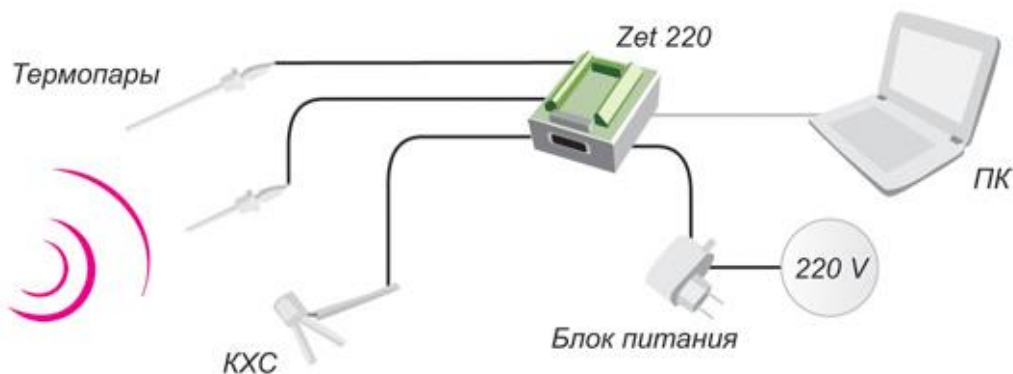


Рисунок 19.1

Принцип работы термопар основан на эффекте изменения термоэлектродвижущей силы (термоЭДС) в месте спая составляющих элементов термопары. При этом не требуется дополнительный источник питания, т.к. выходное напряжение возникает вследствие термоэлектрических свойств материалов, входящих в состав термопары. ТермоЭДС возникает между проводниками, отличающимися по своим химическим или физическим свойствам.

В местах подключения термопары к измерительной системе возникают дополнительные термоЭДС. В результате на вход измерительной системы фактически поступает сумма сигналов от рабочей термопары и "термопары" в месте крепления. Сейчас в промышленности широко используется техника "компенсации холодного спая". Этот метод заключается в том, что температура "холодного спая" в месте подключения термопары измеряется другим датчиком температуры (компенсатором холодного спая), а затем измеренная величина программно или аппаратно вычитается из температуры, полученной при помощи рабочей термопары.

Термопары характеризуются гораздо большим измеряемым температурным диапазоном (от  $-100^{\circ}\text{C}$  до  $+1800^{\circ}\text{C}$ ) по сравнению с термопреобразователями сопротивления, но при этом погрешность измерений увеличивается.

Сигналы от термопар обычно имеют значения от микровольт до милливольт, поэтому необходимо применять дополнительные меры по снижению уровней шумов и наводок. Обычные меры это экранирование и сокращение длины проводов. Кроме

того, можно подавлять помехи с помощью фильтра нижних частот, настроенного на частоту 1...4 Гц. Для этих целей при измерении температуры при помощи термопар используется программа **Фильтрация сигналов** (программа **Фильтрация сигналов** описывается в пункте 26 настоящего **Руководства оператора**).

## 19.2 Описание программы

Для запуска программы **Термометр термопары** необходимо из меню **Измерение** (рисунок 19.2) панели **ZETLab** выбрать команду **Термометр ТП**. При этом на экране монитора отобразится рабочее окно программы **Термометр термопары** (рисунок 19.3). В заголовке окна программы будет отображаться название программы.

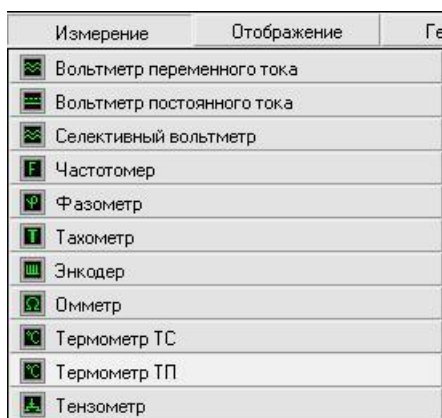


Рисунок 19.2

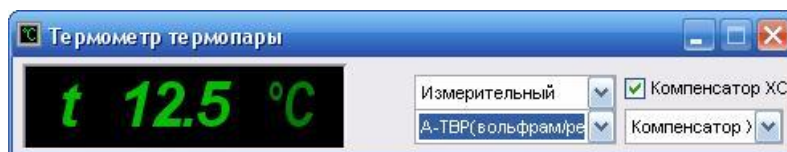


Рисунок 19.3

**Примечание:** программу можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLab** (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: ThermoPara.exe.

В левой части рабочего окна программы **Термометр термопары** расположен графический индикатор, в котором отображается измеренное значение температуры используемой термопарой. Температура измеряется в °C.

В поле списка (со стрелкой) , расположенном сверху в середине рабочего окна программы, необходимо выбрать название включенного физического канала, к которому подключена термопара. В качестве канала также можно выбрать виртуальный канал, например, после фильтрации сигналов. Выбрать необходимый канал можно двумя способами:

- нажать на стрелку поля и «мышью» выбрать из раскрывшегося списка канал;

- нажать левой кнопкой «мыши» на поле и при помощи ролика «мыши», либо кнопок клавиатуры со стрелками  $\langle \uparrow \rangle$  и  $\langle \downarrow \rangle$  выбрать канал.

Под полем списка выбора канала располагается поле списка выбора типа используемой термопары. Выбор используемой термопары осуществляется также как и выбор измерительного канала. В качестве чувствительного элемента при измерении температуры с помощью программы **Термометр термопары** можно использовать термоэлектрические преобразователи (термопары - ТП) следующих типов:

- R - ТПП (Платина - 13 % родий/платина);
- S - ТПП (Платина - 10 % родий/платина);
- B - ТПР (Платина - 30 % родий/платина - 6 % родий);
- J - ТЖК (Железо/медь - никель (железо/константан));
- T - ТМК (Медь/медь - никель (медь/константан));
- E - ТХКн (Никель - хром/медь - никель (хромель/константан));
- K - ТХА (Никель - хром/никель - алюминий (хромель/алюмель));
- N - ТНН (Никель - хром - кремний/никель - кремний (нихросил/нисил));
- A-1 - ТВР (Вольфрам - рений/вольфрам - рений);
- L - ТХК (Хромель/копель).

Флажок Компенсатор ХС служит для включения/выключения канала холодного спая. Установленный флажок делает доступным поле списка (со стрелкой) выбора канала , к которому подключен компенсатор холодного спая, и соответственно, в расчет температуры будет внесена поправка компенсатора холодного спая. Поле списка располагается под флажком **Компенсатор ХС**. Выбор канала компенсатора холодного спая осуществляется также как и выбор измерительного канала. Снятый флажок блокирует поле списка канала компенсатора холодного спая, и соответственно, в расчет температуры не будет внесена поправка.

Каналы для измерения выбираются любые, название каналов пользователь вводит по своему усмотрению в программе **Настройка параметров измерительных каналов** (глава 5 настоящего Руководства оператора).

Для выхода из программы необходимо нажать кнопку , расположенную в правом верхнем углу окна.

### 19.3 Подключение термопар

К 16-канальным модулям АЦП-ЦАП можно подключать до 16 термоэлектрических преобразователей для измерений относительной температуры. Следует заметить, что для измерений абсолютной температуры необходимо использовать термоэлектрический компенсатор холодного спая. В этом случае максимальное количество подключаемых термопар - 15.

Для измерения температуры был разработан модуль ZET 220 со специальной клеммной колодкой. В этом модуле на 15-й канал предустановлен термокомпенсатор. Таким образом, нет необходимости подключать к модулю ZET 220 компенсатор холодного спая. Для проведения измерений достаточно подключить к модулю

ZET 220 термопары и установить переключатель ТП на клеммной колодке в положение ON.

Для подключения термопар к модулю используется специальный кабель с термоэлектрической компенсацией. Термопара подключается одним проводом к общему входу (GND) и вторым концом к входному каналу АЦП.

#### 19.4 Настройка сервисных программ

После подключения термопар и компенсатора холодного спая к входным каналам необходимо в программе **Настройка параметров АЦП и ЦАП** включить эти каналы либо убедиться, что они включены (программа **Настройка параметров АЦП и ЦАП** описана в пункте 4 настоящего **Руководства оператора**). При использовании в измерениях модуля ZET 220 со специальной клеммной колодкой в качестве канала компенсатора холодного спая используется 15-й канал

Для измерения температуры необходимо в программе **Редактирование файлов параметров** настроить параметры каналов, к которым подключена термопара и компенсатор холодного спая (программа **Редактирование файлов параметров** описана в пункте 5 настоящего **Руководства оператора**). Параметры измерительных каналов должны быть настроены относительно измерения напряжения, как показано на рисунке 19.4:

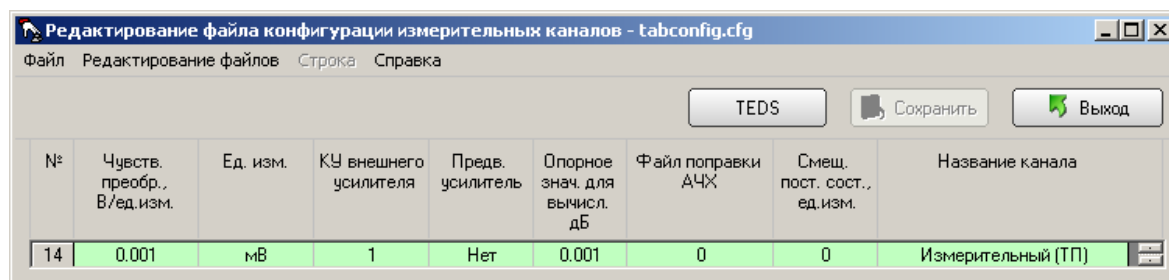


Рисунок 19.4

Для повышения точности измерений необходимо правильно установить в канале смещение постоянной составляющей. Для этого необходимо коротким проводом соединить выбранный вход с общим входом (GND). Затем, включить программу **Вольтметр постоянного тока** и выбрать измерительный канал. В программе **Редактирование файлов параметров** занести показания вольтметра в графу **Смещ. пост. сост., ед. изм.** измерительного канала и нажать на кнопку **Сохранить**. Показания вольтметра должны быть близки к нулю. Корректировкой величины смещения постоянной составляющей необходимо добиться, чтобы показания вольтметра были близкими к нулю. Затем, убрав короткий провод, необходимо подсоединить термопару.

Компенсатор холодного спая КХС-9 по заказу может поставляться с аппаратурой производимой ЗАО «Электронные технологии и метрологические системы». КХС-9 имеет чувствительность 0,028 В/°С и смещение 9°С. Выход компенсатора холодного спая необходимо подключить к одному из входных каналов и настроить

этот канал с помощью программы **Редактирование файлов параметров** как показано на рисунке 19.5:

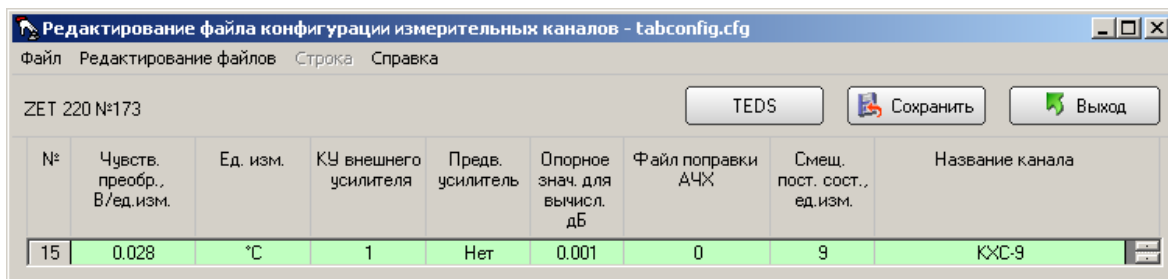


Рисунок 19.5

При использовании компенсатора холодного спая другого типа, необходимо подключать его к модулю в соответствии с документацией на компенсатор ХС. Данные для программы **Редактирование файлов параметров** необходимо брать из паспорта на компенсатор. Программа **Вольтметр постоянного тока**, настроенная на канал компенсатора должна показывать температуру окружающего воздуха, в противном случае необходимо корректировать величину смещения в графе **Смещ. пост. сост., ед. изм.** в программе **Редактирование файлов параметров**.

При подключении термопар к модулю ZET 220 со специальной клеммной колодкой, измерительные каналы настраиваются также, а канал компенсатора холодного спая должен иметь следующие параметры: чувствительность 0,01 В/ед. изм., единицы измерения °C, смещение постоянной составляющей 50°C. Остальные параметры должны быть установлены по умолчанию (рисунок 19.6).

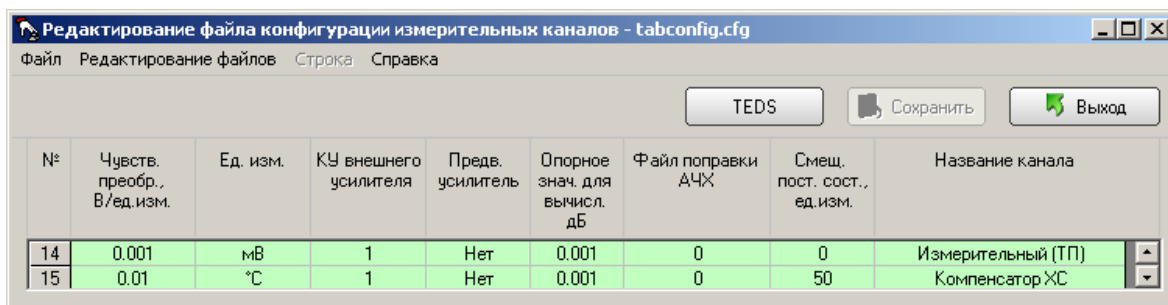


Рисунок 19.6

## 19.5 Проведение измерений

При запуске программы **Термометр термопары** появляется окно программы (рисунок 19.7). В поле списка измерительного канала выбрать входной канал, к которому подключена термопара. В поле списка выбора типа термопары выбрать один из 10 типов термопар, используемых при измерении температуры программой **Термометр термопары**. При использовании в измерениях компенсатора холодного спая устанавливается флажок **Компенсатор ХС**, и в поле списка выбора канала компенсатора



сатора холодного спая выбирается входной канал, к которому подключен компенсатор холодного спая.

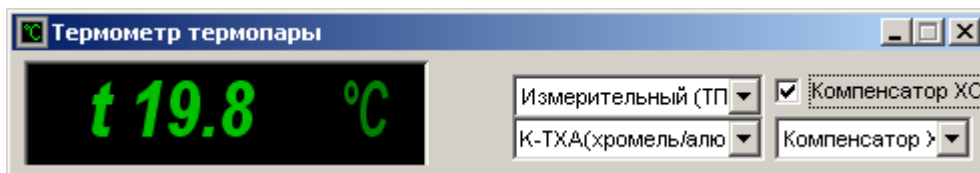


Рисунок 19.7

Программа **Термометр термопары** порождает виртуальный канал температуры. Этот канал доступен всем программам из состава **ZETLab** для дальнейшей обработки, например, программам **Многоканальный самописец**, **Многоканальный осциллограф**, **Регулятор**, **Арифмометр** и т.д. Значение температуры вычисляется на интервале 0,1 секунды и в выходном виртуальном канале формируется сигнал каждые 0,1 секунды. И таким образом программа сглаживает быстрые изменения температуры.

На рисунке 19.8 представлено окно программы **Многоканальный осциллограф** с выбранными каналами: *Измерительный*, *Компенсатор ХС* и виртуальным каналом, созданным программой **Термометр ТП**.

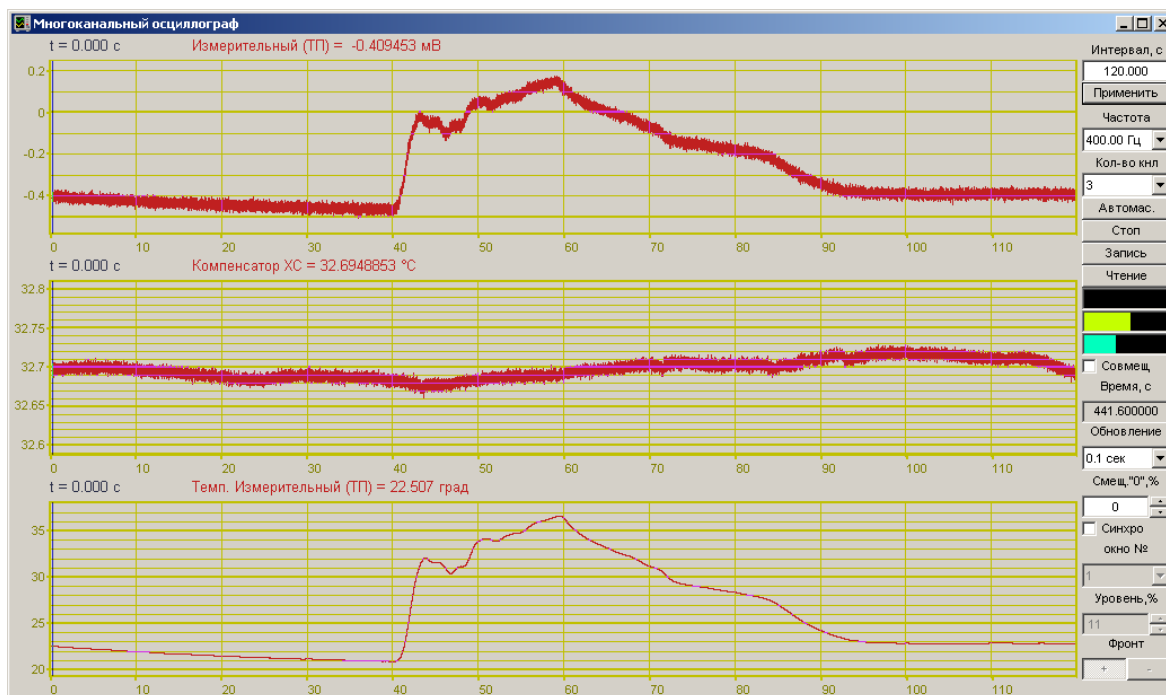


Рисунок 19.8



## 20 Программа ТЕНЗОДАТЧИК

### 20.1 Назначение программы

Программа **Тензодатчик** предназначена для измерения усилия с помощью тензорезисторов и тензодатчиков. Программа работает как в реальном времени, так и по записям оцифрованных сигналов.

#### 20.1.1 Применение тензорезисторов для измерения физических величин

Требуемые физические величины могут быть определены посредством измерения деформаций рабочего тела, вызванных силой, давлением, перемещением и др.

Измерение силы: тензорезистор, наклеенный на рабочее тело датчика, являющегося опорой для груза или прикладываемого усилия, может измерить силу, направленную на эту опору, или вес, лежащего на ней груза (рисунок 20.1).



Рисунок 20.1

Измерение вибрации/ускорения: тензорезистор, наклеенный на тонкую упругую пластину, позволяет измерять частоту, а также амплитуду вибрации и ускорения, воздействующих на эту пластину (рисунок 20.2).



Рисунок 20.2

Измерение перемещения: тензорезистор, наклеенный на упругий элемент, позволяет определить изгибающие усилие на этот упругий элемент, таким образом давая возможность измерить перемещение, вызвавшее это изгибающие усилие (рисунок 20.3).



Рисунок 20.3

Измерение крутящего момента: тензорезистор, наклеенный на карданный вал автомобильного двигателя, или торсионный вал бурильной машины, позволяет измерить силу трансмиссии, иными словами крутящий момент данного вала (рисунок 20.4).

Измерение давления: тензорезистор, наклеенный на диафрагму (мембрану), позволяет определить давление воздуха или жидкости на эту диафрагму. Как правило, тензорезистор приклеивают на заднюю поверхность диафрагмы, чтобы избежать его повреждения за счет непосредственного давления воздуха или жидкости (рисунок 20.5).

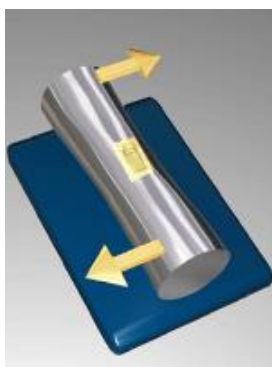


Рисунок 20.4

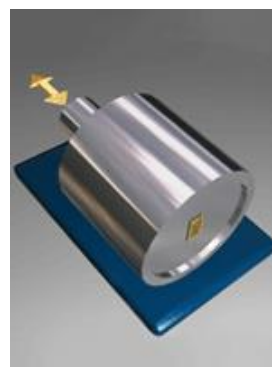


Рисунок 20.5

### 20.1.2 Основы тензометрии

Тензометрия (от лат. *tensus* - напряжённый, натянутый и греч. *metréō* - измерю) – экспериментальное определение напряжённого состояния конструкций, основанное на измерении местных деформаций. При механической деформации материала его электрическое сопротивление изменяется. Этот эффект называется тензоре-

20-2

зистивным эффектом. На основе этого эффекта реализованы тензодатчики, реагирующие на механическое напряжение  $\sigma$ :

$$\sigma = \frac{F}{a} = E \frac{dl}{l},$$

где  $E$  – модуль Юнга материала,  $F$  – приложенная сила,  $dl/l=e$  – относительная деформация материала.

Рассмотрим цилиндрический проводник (провод), который растягивается с силой  $F$ . Объем провода  $v$  остается постоянным, при этом сечение уменьшается и длина увеличивается. Сопротивление проводника можно записать в виде:

$$R = \rho \frac{l^2}{v},$$

где  $\rho$  – удельное сопротивление материала.

После дифференцирования получим выражение для определения чувствительности сопротивления к удлинению провода:

$$\frac{dR}{dl} = 2 \frac{\rho}{v} l$$

Чувствительность повышается при увеличении длины провода и его удельного сопротивления и уменьшается при увеличении сечения провода. Относительное изменение сопротивления провода в зависимости от относительной деформации  $e$  можно записать в виде:

$$\frac{dR}{R} = S_k e,$$

где  $S_k$  – коэффициент тензочувствительности. Для металлических проводов он лежит в пределах 2-6, а для полупроводников – 20-200.

Например, рассмотрим тензосопротивление со следующими характеристиками представленными в таблице 20.1.

Таблица 20.1

|                                                 |                                                                        |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>Чувствительность (<math>S_k</math>) :</b>    | <b>2.0</b>                                                             |
| Материал подложки                               | Полиамид                                                               |
| Измерительная решетка                           | Константовая фольга                                                    |
| База (длина измерительной решетки), мм :        | 20; 50; 100; 150                                                       |
| Температурный коэффициент чувствительности, 1/К | $115 \cdot 10^{-6}$                                                    |
| Поперечная чувствительность, %                  | 0.1                                                                    |
| Температурный диапазон эксплуатации, °C :       | -70...+200 статические измерения<br>-200...+200 динамические измерения |
| Номинальное сопротивление, Ом                   | 120; 350; 700; 1000                                                    |

На рисунке 20.6 представлены некоторые формы измерительных решеток тензорезисторов фирмы “Месстехник-НВМ”.

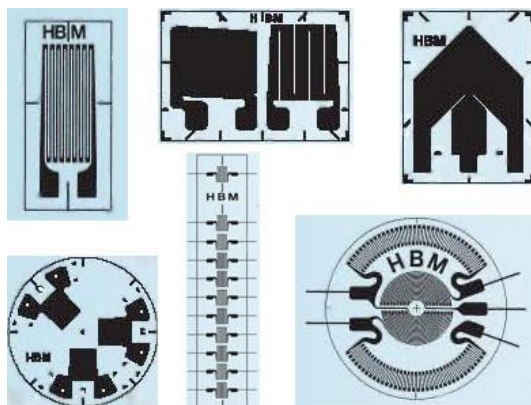
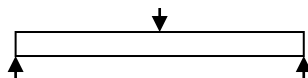


Рисунок 20.6

Рассмотрим тензометрические весы, основанные на измерении стрелы прогиба центра балки лежащей на двух опорах.



Стрела прогиба  $\lambda$  равна:

$$\lambda = Fl^3 / (48EI),$$

где  $F$  – приложенная сила в середине балки,  $l$  – длина балки,  $I$  – момент инерции поперечного сечения балки. Если поперечное сечение балки имеет форму прямоугольника с шириной  $a$  и высотой  $b$ , то

$$I = 1/12ab^3$$

Для кругового поперечного сечения радиуса  $r$ :

$$I = 1/4\pi r^4$$

Радиус изгиба балки составит:

$$R = \frac{4EI}{Fl}$$

Если на нижнюю сторону балки прямоугольного сечения наклеить тензорезистор, то относительная деформация резистора будет:

$$e = \frac{3Fl}{2Eab^2}$$

Пусть стальная балка имеет сечение  $a=b=1\text{ см}=10^{-2}\text{ м}$  и длину  $l=10\text{ см}=10^{-1}\text{ м}$ , тогда стреле прогиба  $\lambda = 1\text{ мм}$  будет соответствовать усилие  $F=8\,000\text{ Н}$ , что соответствует весу массы  $800\text{ кг}$ . Относительная деформация тензорезистора наклеенного на нижнюю сторону балки будет составлять  $0,006$  и относительное изменение сопротивления  $0,012$ . Для создания весов имеющих разрешающую способность  $1\text{ кг}$ , необходимо регистрировать относительное изменение сопротивления до  $10^{-5}$ .

В таблице 20.2 приведены модуль Юнга и пределы прочности для некоторых материалов.

Таблица 20.2

| Материал | Модуль Юнга, $10^9 \text{ Н/м}^2$ | Предел прочности, $10^7 \text{ Н/м}^2$ |
|----------|-----------------------------------|----------------------------------------|
| Сталь    | 196                               | 127                                    |
| Железо   | 186                               | 33                                     |
| Медь     | 120                               | 24                                     |
| Латунь   | 102                               | 35                                     |
| Алюминий | 68                                | 7,8                                    |
| Свинец   | 1,7                               | 1,5                                    |

При измерении сопротивления тензорезистора используют мостовую (рисунок 20.7) или полумостовую (делитель напряжения) схему подключения (рисунки 20.8 и 20.9). В качестве сопротивлений  $R_1 - R_3$  обычно используются такие же тензорезисторы, как и измерительный, только наклеенные на балку в поперечном направлении, нечувствительном к деформации. Это связано в первую очередь с высоким температурным коэффициентом сопротивления тензорезистора. В данном примере при изменении температуры на  $1^\circ$  относительное сопротивление изменится на  $10^{-4}$ , что соответствует ошибке в измерении веса  $10 \text{ кг}$ . При использовании в качестве  $R_1-R_3$  таких же тензорезисторов, находящихся в тех же условиях, что и измерительный тензорезистор, существенно упрощается термокомпенсация мостовой схемы. Для этого необходимо использовать 6-проводную схему измерения. Одна пара проводов служит для питания моста, другая пара проводов служит для измерения подаваемого напряжения, третья пара – для измерения разности потенциалов в мостовой схеме.

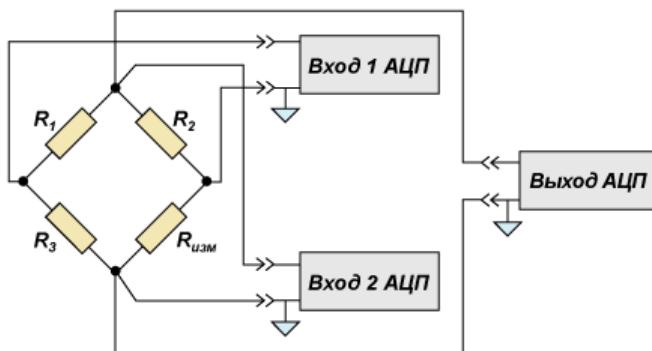


Рисунок 20.7

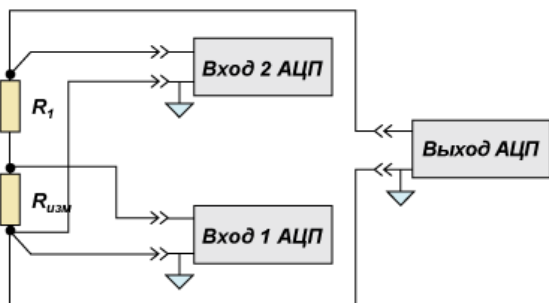


Рисунок 20.8

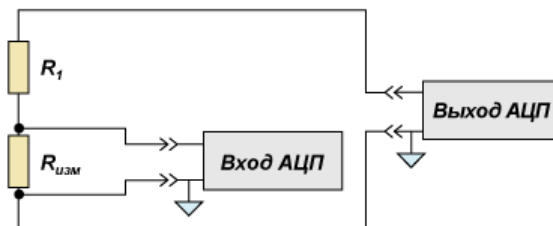


Рисунок 20.9

Рассмотрим мостовую схему с датчиками  $120 \text{ Ом}$ . При питании схемы напряжением  $1,2 \text{ В}$ , ток проходящий по каждому резистору будет составлять  $5 \text{ мА}$ . При нулевой нагрузке разность потенциалов в мостовой схеме  $V_{\text{изм}}$  будет равна нулю, при максимальной нагрузке  $800 \text{ кг} - 3 \text{ мВ}$ . В полумостовой схеме измерения при нулевой нагрузке разность потенциалов будет равна  $600 \text{ мВ}$ , при максимальной нагрузке –  $603 \text{ мВ}$ . Изменению веса на  $1 \text{ кг}$  соответствует изменение напряжения на  $10 \text{ мкВ}$ . При проведении измерений разности потенциалов с помощью АЦП в мостовой схеме необходимо использовать  $14-16$  разрядный АЦП. В полумостовой схеме –  $18-20$  разрядный АЦП.

На основе тензорезистивного эффекта также изготавливаются датчики давления со встроенной мостовой схемой. На рисунке 20.10 представлен тензорезистивный датчик давления фирмы “Месстехник-НВМ”.

Фоторезистивные датчики – это датчики, сопротивление которых изменяется в зависимости от освещенности датчика. В темноте такой датчик обладает высоким сопротивлением, а при падении света сопротивление уменьшается. Такой датчик обладает нелинейной характеристикой.

Также существует большое количество потенциометрических датчиков – датчиков положения, угла поворота. Принцип измерения сопротивления таких датчиков аналогичен измерению сопротивления терморезистора.

Сходным по функционированию являются емкостные и индукционные датчики. Например, индукционный датчик линейного перемещения построен по полумостовой схеме с входным сопротивлением  $350 \text{ Ом}$ . Для питания датчика необходима несущая частота  $5 \text{ кГц}$ . Датчик состоит из двух трансформаторных обмоток. На одну обмотку трансформатора подается переменное напряжение, с другой обмотки снимается выходной сигнал. Выдвижной щуп выполнен из ферромагнетика. В зависимости от положения щупа меняется коэффициент трансформации между обмотками и соответственно меняется амплитуда выходного сигнала. По амплитуде выходного сигнала определяется перемещение щупа. Линейность такого рода датчиков не превышает  $1-2\%$ . На рисунке 20.11 представлен датчик положения фирмы “Месстехник-НВМ”.

Также производятся акселерометры на основе пьезорезистивного эффекта.



Рисунок 20.10



Рисунок 20.11

20.1.3 Схемы подключения

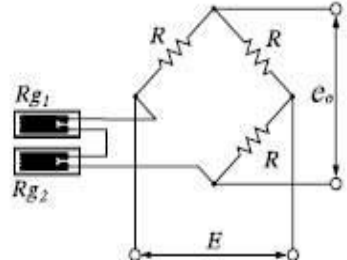
Тензорезисторы предназначены для измерения напряжений возникающих на поверхности различных деталей. С помощью тензорезисторов можно измерять степень сжатия и растяжения, скручивания, изгиба. При известном модуле Юнга и профиле изделия можно рассчитать прикладываемые к изделию силы.

В таблице 20.3 приведены различные схемы подключения тензорезисторов. Имеется возможность исключения различных влияющих факторов на измерения, например, влияние температуры.

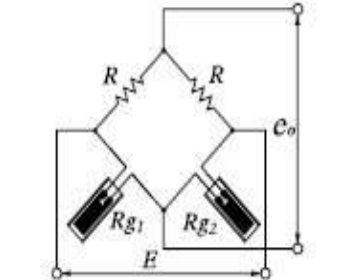
Таблица 20.3

| Наименование                                                                                                                                                         | Пример                                        | Схема | Выход                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Один активный тензорезистор, двухпроводная схема подключения. При малых изменениях температуры. Без термокомпенсации. x1 выход. Изгиб также влияет на измерения.     |                                               |       |                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 1 активный ТР<br>2-х проводная<br><br>Число тензорезисторов (ТР): 1                                                                                                  | <br>Одноосевая деформация (сжатие/растяжение) |       | $U_o = \frac{E}{4} K_s \cdot \epsilon_o$ <p><math>K_s</math>: К-фактор<br/><math>\epsilon_o</math>: деформация<br/><math>E</math>: питание моста<br/><math>U_o</math>: выходное напряж.<br/><math>R_g</math>: сопротивление ТР<br/><math>R</math>: постоянное сопрот.</p> |
| Один активный тензорезистор, трехпроводная схема подключения. Без термокомпенсации. Температурная погрешность кабеля исключена. x1 выход. Изгиб влияет на измерения. |                                               |       |                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 1 активный ТР<br>3-х проводная<br><br>Число ТР: 1                                                                                                                    | <br>Одноосевая деформация (сжатие/растяжение) |       | $U_o = \frac{E}{4} K_s \cdot \epsilon_o$                                                                                                                                                                                                                                  |

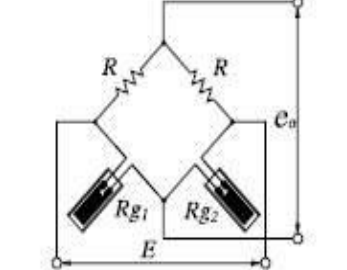
Два активных тензорезистора, двухпроводная схема включения. Исклучена деформация изгиба. Без термокомпенсации. Деформация изгиба исклучена. x1 выход.

|                                                                                                                  |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Двойная<br/>1 активный ТР<br/>2-х проводная<br/>(для исклучения<br/>деформации изгиба)</p> <p>Число ТР: 2</p> |  |  | $U_o = \frac{E}{4} K_s \cdot \epsilon_o$ <p><math>R_{g1}</math>: деформация: <math>\epsilon_1</math><br/> <math>R_{g2}</math>: деформация: <math>\epsilon_2</math><br/> <math>\epsilon_o = \frac{\epsilon_1 + \epsilon_2}{2}</math></p> <p><math>R</math>: пост. сопротивление<br/> <math>R = R_{g1} + R_{g2}</math></p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

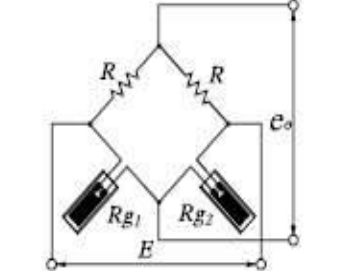
Два активных тензорезистора, двухпроводная схема включения. Исклучена деформация изгиба. Исклучено температурное изменение сопротивление кабеля. Без термокомпенсации. Деформация изгиба исклучена. Температурная погрешность кабеля исклучена. x1 выход.

|                                                                            |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Активный +<br/>компенсационный<br/>2 активных ТР</p> <p>Число ТР: 2</p> |  |  | $U_o = \frac{E}{4} K_s \cdot \epsilon_o$ <p><math>K_s</math>: К-фактор<br/> <math>\epsilon_o</math>: деформация<br/> <math>E</math>: питание моста<br/> <math>U_o</math>: вых. напряжение<br/> <math>R_{g1}</math>: деформация: <math>\epsilon_o</math><br/> <math>R</math>: пост. сопротивл.<br/> <math>R_{g2}</math>: деформация: 0</p> |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Термокомпенсирована. Температурная погрешность кабеля исклучена. x1 выход.

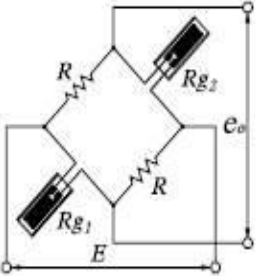
|                                                           |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Ортогональная<br/>2 активных ТР</p> <p>Число ТР: 2</p> |  |  | $U_o = \frac{(1 + \nu) E}{4} K_s \cdot \epsilon_o$ <p><math>\nu</math>: коеф. Пуассона<br/> <math>R_{g1}, R_{g2}</math><br/>         Сопротивление ТР<br/> <math>R_{g1}</math>: деформация: <math>\epsilon_o</math><br/> <math>R_{g2}</math>: деформация: <math>-\nu \epsilon_o</math><br/> <math>R</math>: пост. сопротивление</p> |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Термокомпенсирована. Температурная погрешность кабеля исклучена. x(1+ $\nu$ ) выход.

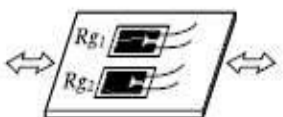
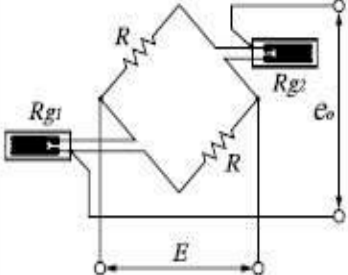
|                                                                         |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>2 активных ТР<br/>(для деформации<br/>изгиба)</p> <p>Число ТР: 2</p> |  |  | $U_o = \frac{E}{2} K_s \cdot \epsilon_o$ <p><math>R_{g1}</math>: деформация: <math>\epsilon_o</math><br/> <math>R_{g2}</math>: деформация: <math>-\epsilon_o</math><br/> <math>R</math>: пост. сопротивление</p> |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



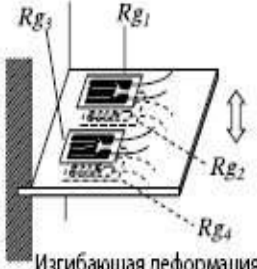
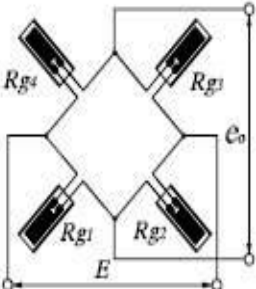
Термокомпенсирована. Температурная погрешность кабеля исключена. Деформация сжатия / растяжения исключена. x2 выход.

|                                                                          |                                                                                                                                        |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Оппозитная<br/>2 активных ТР<br/>2-х проводная</p> <p>Число ТР: 2</p> |  <p>Одноосевая деформация<br/>(сжатие/растяжение)</p> |  | $E_o = \frac{E}{2} K_s \cdot \epsilon_o$ <p><math>R_{g1}</math>, деформация: <math>\epsilon_o</math><br/> <math>R_{g2}</math>, деформация: <math>\epsilon_o</math><br/> <math>R</math>: постоянное сопрот.</p> |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

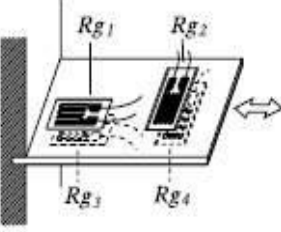
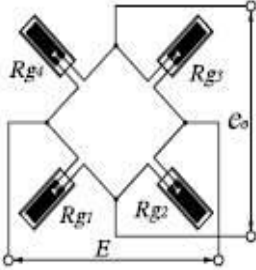
Без термокомпенсации. Деформация изгиба исключена подключением в противоположных направлениях. x2 выход.

|                                                                          |                                                                                                                             |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Оппозитная<br/>2 активных ТР<br/>3-х проводная</p> <p>Число ТР: 2</p> |  <p>Одноосевая<br/>(сжатие/растяжение)</p> |  | $E_o = \frac{E}{2} K_s \cdot \epsilon_o$ <p><math>R_{g1}</math>, деформация: <math>\epsilon_o</math><br/> <math>R_{g2}</math>, деформация: <math>\epsilon_o</math><br/> <math>R</math>: постоян. сопротивл.</p> |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Термокомпенсация. Температурная погрешность кабеля исключена. Деформация сжатия/растяжения исключена. x4 выход.

|                                                                                       |                                                                                                                  |                                                                                      |                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>4 активных ТР<br/>(для измерений<br/>деформации<br/>изгиба)</p> <p>Число ТР: 4</p> |  <p>Изгибающая деформация</p> |  | $E_o = K_s \cdot \epsilon_o \cdot E$ <p><math>R_{g1}, R_{g3}</math>, деформация изгиба: <math>\epsilon_o</math><br/> <math>R_{g2}, R_{g4}</math>, деформация изгиба: <math>-\epsilon_o</math></p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Термокомпенсация. Температурная погрешность кабеля исключена. x2(1+v) выход.

|                                                           |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Ортогональная<br/>4 активных ТР</p> <p>Число ТР: 4</p> |  |  | $E_o = \frac{(1 + \nu) E}{2} K_s \cdot \epsilon_o$ <p><math>\nu</math>: коэф. Пуассона<br/> <math>R_{g1}, R_{g3}</math>, деформация: <math>\epsilon_o</math><br/> <math>R_{g2}, R_{g4}</math>, деформация: <math>-\nu \epsilon_o</math></p> |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                      |  |  |                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Термокомпенсация. Температурная погрешность кабеля исключена. Деформация изгиба исключена. x2 выход. |  |  |                                                                                                                                                                                                      |
| Активные + компенсационные<br>Схема 4/4<br><br>Число ТР: 4                                           |  |  | $C_0 = \frac{E}{2} K_s \cdot \epsilon_0$ $R_{g1}, R_{g2}, R_{g3}, R_{g4} \dots$ деформация: $\epsilon_0$<br>деформация: 0                                                                            |
| Термокомпенсация. Температурная погрешность кабеля исключена. Деформация изгиба. x2 выход.           |  |  |                                                                                                                                                                                                      |
| 2 активных<br>(для измерений изгибающих деформаций)<br><br>Число ТР: 2                               |  |  | $C_0 = \frac{E}{2} K_s \cdot \epsilon_0$ $R_{g1} \dots$ деформация изгиба: $\epsilon_0$<br>$R_{g2} \dots$ деформация изгиба: $-\epsilon_0$<br>$R$ : пост. сопротивл.                                 |
| Термокомпенсация. Температурная погрешность кабеля исключена. Деформация изгиба. x4 выход.           |  |  |                                                                                                                                                                                                      |
| 4 активных ТР (4/4)<br>(для измерений изгибающих деформаций)<br><br>Число ТР: 4                      |  |  | $C_0 = K_s \cdot \epsilon_0 \cdot E$ $R_{g1}, R_{g2}, R_{g3}, R_{g4} \dots$ деформация изгиба: $\epsilon_0$<br>$R_{g2}, R_{g4} \dots$ деформация изгиба: $-\epsilon_0$                               |
| Без термокомпенсации. Общая деформация. x1 выход.                                                    |  |  |                                                                                                                                                                                                      |
| 4 активных-1 ТР<br>(для измерения суммарной деформации)<br><br>Число ТР: 4                           |  |  | $C_0 = \frac{E}{2} K_s \cdot \epsilon_0$ $\epsilon_0 = \frac{\epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3 + \epsilon_4}{4}$ $R$ : постоян. сопротив.<br>$R_g = R$<br>$R = R_{g1} = R_{g2} = R_{g3} = R_{g4}$ |

## 20.2 Описание программы

Для запуска программы **Тензодатчик** необходимо из меню **Измерение** (рисунок 20.12) панели **ZETLab** выбрать команду **Тензометр**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Тензодатчик** (рисунок 20.13). В заголовке окна программы будет отображаться название программы.

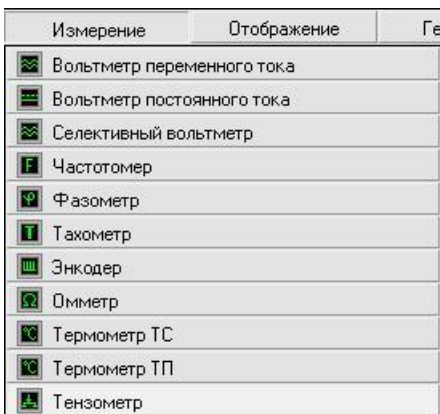


Рисунок 20.12



Рисунок 20.13

**Примечание:** программу можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLab** (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: TenzoMeter.exe.

В левой части рабочего окна программы **Тензодатчик** расположен графический индикатор, в котором отображается измеренное значение усилия. Усилие измеряется в ньютонах (Н) или килограмм-сила (кгс). Дополнительно могут измеряться различные величины, которые используются при измерениях с применением тензорезистивных датчиков.

В поле списка (со стрелкой) , расположенном сверху в середине рабочего окна программы, необходимо выбрать название включенного физического канала, к которому подключен тензодатчик. В качестве канала также можно выбрать виртуальный канал, например, после фильтрации сигналов. Выбрать необходимый канал можно двумя способами:

- нажать на стрелку поля и «мышью» выбрать из раскрывшегося списка канал;
- нажать левой кнопкой «мыши» на поле и при помощи ролика «мыши», либо кнопок клавиатуры со стрелками <↑> и <↓> выбрать канал.

Под полем списка выбора измерительного канала располагается поле списка выбора опорного канала для относительных измерений. Поле списка выбора опорного канала будет доступно для выбора канала только при установленном флажке **относительные** в окне настроек программы **Тензодатчик** (окно настроек параметров описывается ниже).

В поле справа от кнопки **Сброс в** выставляется значение балансировки в указанных единицах измерения. Если произошла разбалансировка прибора и при отсут-

ствии прикладываемого усилия прибор показывает некоторое значение, то в поле необходимо выставить значение 0 и нажать на кнопку **Сброс в**, при этом дальнейшие измерения будут производиться с учетом балансировки.

Кнопка **Параметры** служит для вызова окна **Настройка параметров измерителя** (настройка параметров программы **Тензодатчик**).

Для выхода из программы необходимо нажать кнопку **Выход** или кнопку , расположенную в правом верхнем углу окна.

### 20.2.1 Настройка параметров измерителя

При нажатии левой кнопкой «мыши» кнопки **Параметры**, расположенной в правой части рабочего окна программы **Тензодатчик**, открывается окно **Настройка параметров измерителя** (рисунки 20.14 и 20.15).

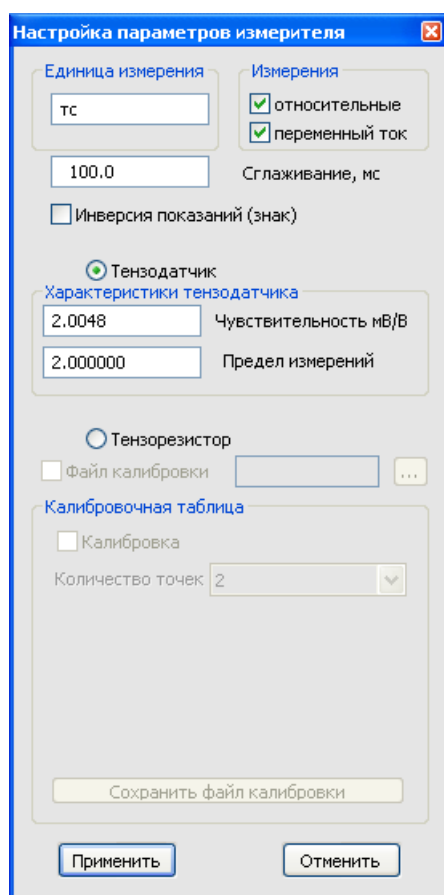
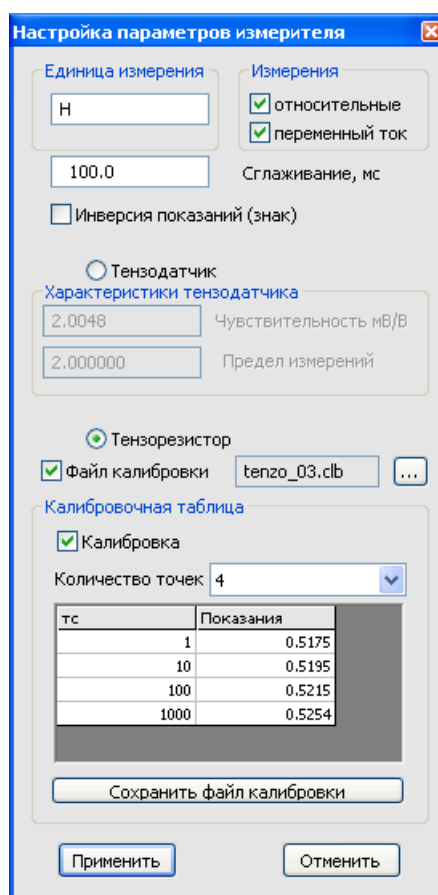


Рисунок 20.14



| тс   | Показания |
|------|-----------|
| 1    | 0.5175    |
| 10   | 0.5195    |
| 100  | 0.5215    |
| 1000 | 0.5254    |

Рисунок 20.15

Проводить настройку параметров необходимо для того, чтобы программа **Тензодатчик** правильно отображала измеренные величины относительно калибровочной таблицы и в тех единицах измерения, которые будут указаны в окне **Настройка параметров измерителя**. В противном случае, при отсутствии калибровочной таб-

лицы, программа будет показывать отношение уровней сигнала измерительного и опорного каналов.

В поле ввода рамки **Единица измерения** вводятся единицы измерения (например Н, кгс, кг, раз и т.д.), относительно которых будут производиться измерения.

В рамке **Измерения** располагаются флажки **относительные** и **переменный ток**.

При установленном флажке **относительные** будут проводиться относительные измерения (рассчитывается отношение уровня сигнала измерительного канала к уровню сигнала опорного канала). При снятом флажке **относительные** будут проводиться абсолютные измерения (выдается значение уровня сигнала измерительного канала), при этом, выбор опорного канала в программе **Тензодатчик** будет не доступен.

При установленном флажке **переменный ток** расчет значений будет проводиться по алгоритму селективного вольтметра, и, соответственно, измерительная схема (первичный преобразователь) должна быть запитана переменным током. При снятом флажке **переменный ток** расчет значений будет проводиться по алгоритму вольтметра постоянного тока, и, соответственно, измерительная схема (первичный преобразователь) должна быть запитана постоянным током.

Флажки **Тензодатчик** и **Тензорезистор** служат для указания используемого первичного преобразователя. В случае использования датчика силы (тензодатчика) достаточно указать его чувствительность и предел измерений (рисунок 20.14), указанные в паспорте датчика. При использовании тензорезистивных датчиков, необходимо заполнить калибровочную таблицу (рисунок 20.15).

В поле **Файл калибровки** вводится путь к файлу с сохраненными ранее настройками и калибровочной таблицы. При нажатии кнопки , расположенной справа от поля ввода пути, открывается стандартное окно открытия файла. В этом окне указать путь и имя файла калибровки. Директория, где хранятся файлы калибровки, по умолчанию – C:\ZETLab\config\. Файлы калибровки имеют расширение \*.clb.

В рамке **Калибровочная таблица** располагаются элементы для создания, редактирования и сохранения калибровок.

Флажок **Калибровка** служит для выбора режима отображения. При снятом флажке программа **Тензодатчик** будет отображать прямое отношение уровней сигнала измерительного и опорного каналов без единиц измерения и без учета калибровочной таблицы. При установленном флажке – в выбранных единицах измерения и в соответствии с калибровочной таблицей.

В списке , находящемся справа от надписи **Количество точек**, выбирается необходимое количество точек для калибровки первичного преобразователя. Минимальное количество точек – 2, максимальное – 15. Для выбора необходимого количества точек необходимо нажать левой кнопкой «мыши» на кнопку  списка, и, в раскрывшемся списке, выбрать нужное количество точек.

После выбора количества точек для калибровки в таблице, расположенной под списком количества точек, отобразится столько строк, сколько было выбрано количество точек. В левом столбце таблицы калибровки в ячейках задаются количе-

ственные выражения в установленных единицах измерения, в правом указываются численные значения отношения уровней сигнала соответствующие количественному выражению. Численные значения берутся из показаний программы **Тензодатчик**.

Кнопка **Сохранить файл калибровки** служит для сохранения параметров калибровки в файл. После нажатия кнопки открывается стандартное диалоговое окно для сохранения файла. В этом окне необходимо указать путь и имя файла. Директория, куда предлагается сохранить файл калибровки, по умолчанию – C:\ZETLab\config\. Файлы калибровки имеют расширение \*.clb.

Для вступления в силу введенных настроек параметров измерителя нажать кнопку **Применить**, после чего окно **Настройка параметров измерителя** закроется, а программа **Тензодатчик** будет отображать измеренные значения с учетом введенных настроек параметров измерителя.

Для выхода из окна настроек без применения настроек нажать кнопку **Отмена** или кнопку , расположенную в верхнем правом углу окна настроек.

## 20.3 Подключение тензорезистивных датчиков

При использовании в измерениях тензорезистивных датчиков необходимо подключить используемые тензорезистивные датчики к входным и выходным каналам, настроить сервисные и измерительные программы.

В рамках пункта **20.3 Подключение тензорезистивных датчиков**, в качестве примера, будет рассматриваться подключение двух тензодатчиков к модулю «ZET 2XX», использующих шестипроводные мостовые схемы. Тензодатчики будут подключаться к входным каналам в дифференциальном включении. Запитка тензодатчиков будет осуществляться с выхода генератора модуля «ZET 2XX».

### 20.3.1 Подключение тензорезистивных датчиков к модулю «ZET 2XX»

Для подключения тензодатчиков, настройки сервисных и измерительных программ и измерения необходимо проделать следующие шаги:

Подключить тензодатчики к модулю «ZET 2XX» согласно схеме, показанной на рисунке 20.16.

Для включения по мостовой 6-проводной схеме необходимо в нижние точки мостов (тензодатчиков) подать линии **«общий»** (pin 13 разъема DB-25 модуля «ZET 2XX») и **Вход 2** (pin 14 разъема DB-25 модуля «ZET 2XX»). В верхние точки мостов подать линии **Выход 1** генератора (pin 12 разъема DB-25 модуля «ZET 2XX») и **Вход 1** (pin 1 разъема DB-25 модуля «ZET 2XX»). **Вход 1** и **Вход 2** будут образовывать **Дифференциальный Вход 1 (Вход 1 «+», Вход 2 «-»)**. **Дифференциальный Вход 1** будет служить в качестве опорного канала для подключенных тензодатчиков. В диагональ первого моста (Тензодатчик 1) подать линии **Вход 3** (pin 3 разъема DB-25 модуля «ZET 2XX») и **Вход 4** (pin 15 разъема DB-25 модуля «ZET 2XX»). **Вход 3** и **Вход 4** будут образовывать **Дифференциальный Вход 2 (Вход 3 «+», Вход 4 «-»)**. **Дифференциальный Вход 2** будет служить в качестве измерительного канала для тензодатчика 1. В диагональ второго моста (Тензодатчик 2) подать линии **Вход 5** (pin 4 разъема DB-25 модуля «ZET 2XX») и **Вход 6** (pin 16 разъема DB-25 модуля «ZET 2XX»). **Вход 5** и **Вход 6** будут образовывать **Дифференциальный Вход 3**

(Вход 5 «+», Вход 6 «-»). Дифференциальный Вход 3 будет служить в качестве измерительного канала для тензодатчика 2.

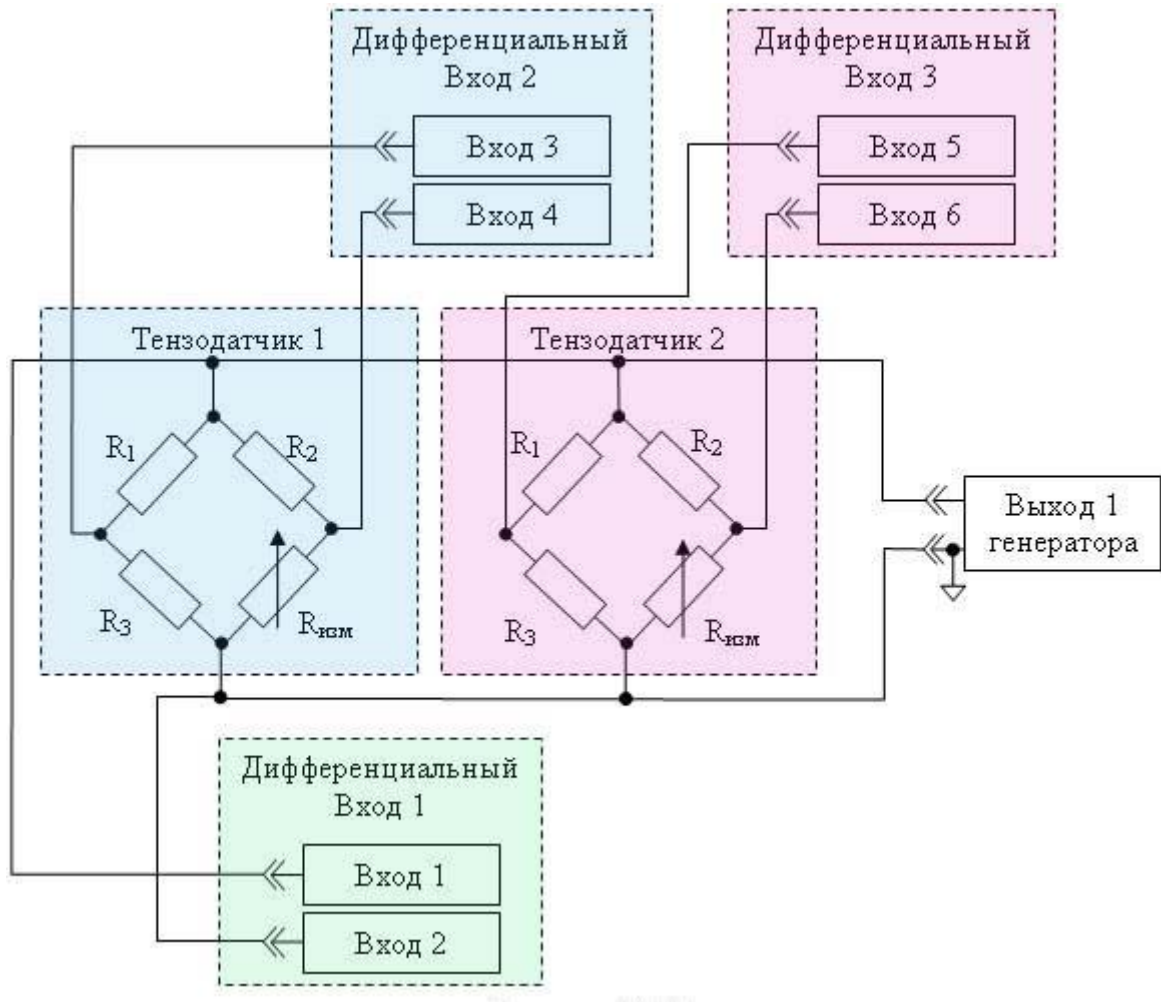


Рисунок 20.16

Эффективное значение измерения изменения напряжения при подключении таких измерительных схем к модулю «ZET 2XX» составляет  $10^{-4}$ . Для усиления сигнала в таких измерительных схемах необходимо применять дифференциальный усилитель, например, предварительный усилитель TDA, разрабатываемый ЗАО «Электронные технологии и метрологические системы». Эффективное значение измерения изменения напряжения при подключении таких измерительных схем к модулю «ZET 2XX» с усилением сигнала предварительным усилителем TDA составляет  $10^{-7}$ .

### 20.3.2 Настройка параметров АЦП и ЦАП для тензоизмерений

После подключения схемы необходимо настроить входы и выход модуля «ZET 2XX». Для этого из меню **Сервисные** панели **ZETLab** выбрать команду



**Настройка параметров АЦП и ЦАП**, после чего откроется рабочее окно программы **Настройка параметров АЦП и ЦАП** (рисунок 20.17). Программа **Настройка параметров АЦП и ЦАП** описана в пункте 4 настоящего **Руководства оператора**.

В настройках АЦП в рамке **Каналы** установить флажок канала 1 (**Вход 1**). В списке выбора **Номер канала** выбрать **1**, а списке выбора **Тип канала** выбрать **Дифф.**, при этом поле установки флажка второго канала (**Вход 2**) заблокируется и станет темного цвета. После этой операции физические каналы 1 и 2 модуля «ZET 2XX» образуют дифференциальный канал 1 (**Дифференциальный Вход 1**). Первый канал при этом будет плюсом дифференциального канала 1, второй минусом. Аналогичным образом настраиваются **Дифференциальный Вход 2** и **Дифференциальный Вход 3**. Для **Дифференциального Входа 1** используются пара входных каналов 3 и 4, для **Дифференциального Входа 2** – 5 и 6.

Если частота дискретизации в списке выбора **Частота дискретизации** после включения всех нужных для измерения каналов оказалась не целым числом, то можно для установки кратной частоты дискретизации включить любой из оставшихся физических каналов. В данном случае выбран седьмой входной канал.

Частоту дискретизации в настройках АЦП установить 25 кГц, частоту дискретизации ЦАП – 100 кГц.

После настройки всех параметров вид программы **Настройка параметров АЦП и ЦАП** будет, как показано на рисунке 20.17.

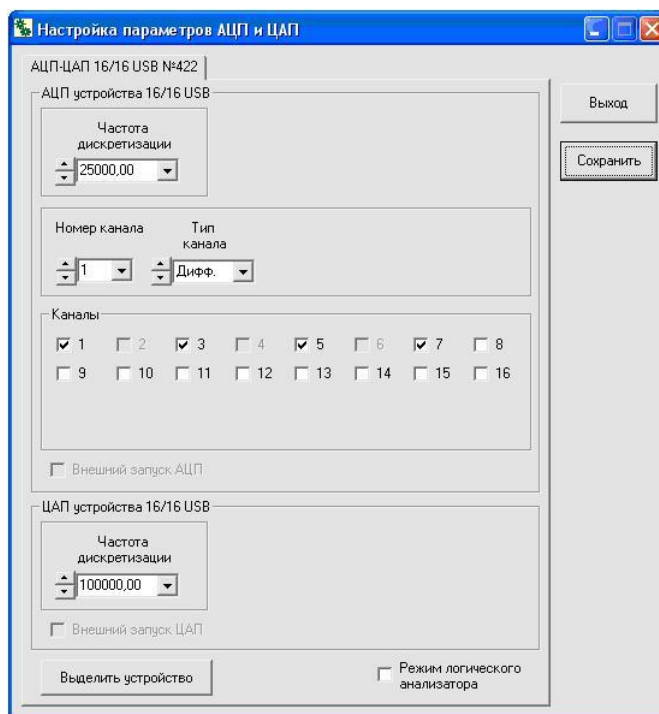


Рисунок 20.17



Настроив все параметры необходимо кнопку **Сохранить**. Эти параметры будут теперь устанавливаться каждый раз при загрузке сигнального процессора и при панели **ZETLab**, если устройство было включено в компьютер. Для выхода из программы **Настройка параметров АЦП и ЦАП** нажать кнопку **Выход**.

### 20.3.3 Настройка измерительных трактов

Далее необходимо настроить измерительные тракты входных каналов, которые задействованы в измерениях. Для этого в меню **Сервисные панели ZETLab** выбрать команду **Редактирование файлов параметров**, после чего откроется рабочее окно программы **Редактирование файлов параметров** (рисунок 20.18). Программа **Редактирование файлов параметров** описана в пункте 5 настоящего **Руководства оператора**.

После настройки параметров АЦП и ЦАП (пункт 20.3.2 настоящего **Руководства оператора**) таблица программа **Редактирование файлов параметров** должна выглядеть примерно, таким образом, как показано на рисунке 20.18. В данном случае в строке №1 таблицы отображаются настройки тракта **Дифференциального Входа 1** (в данном примере назван **Опорный**). Тоже самое касается **Дифференциальный Вход 2** (строка №3) и **Дифференциальный Вход 3** (строка №5) (в данном примере названы **Тензодатчик 1** и **Тензодатчик 2**, соответственно). Седьмой канал был включен как дополнительный для установки целого числа частоты дискретизации. Параметры измерительных каналов должны быть настроены относительно измерения напряжения, как показано в таблице рисунка 20.18. Название каналов пользователь вводит по своему усмотрению.

| №  | Чувств. преобр., В/ед. изм. | Ед. изм. | КУ внешнего усилителя | Опорное знач. для вычисл. дБ | Смещ. пост. сост., ед. изм. | Название канала |
|----|-----------------------------|----------|-----------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------|
| 1  | 0.001                       | мВ       | 1                     | 0.001                        | 0                           | Опорный         |
| 2  | 0.001                       | мВ       | 1                     | 0.001                        | 0                           | Сигнал2         |
| 3  | 0.001                       | мВ       | 1                     | 0.001                        | 0                           | Тензодатчик 1   |
| 4  | 0.001                       | мВ       | 1                     | 0.001                        | 0                           | Сигнал4         |
| 5  | 0.001                       | мВ       | 1                     | 0.001                        | 0                           | Тензодатчик 2   |
| 6  | 0.001                       | мВ       | 1                     | 0.001                        | 0                           | Сигнал6         |
| 7  | 0.001                       | мВ       | 1                     | 0.001                        | 0                           | Дополнительный  |
| 8  | 0.001                       | мВ       | 1                     | 0.001                        | 0                           | Сигнал8         |
| 9  | 0.001                       | мВ       | 1                     | 0.001                        | 0                           | Сигнал9         |
| 10 | 0.001                       | мВ       | 1                     | 0.001                        | 0                           | Сигнал10        |
| 11 | 0.001                       | мВ       | 1                     | 0.001                        | 0                           | Сигнал11        |
| 12 | 0.001                       | мВ       | 1                     | 0.001                        | 0                           | Сигнал12        |
| 13 | 0.001                       | мВ       | 1                     | 0.001                        | 0                           | Сигнал13        |
| 14 | 0.001                       | мВ       | 1                     | 0.001                        | 0                           | Сигнал14        |
| 15 | 0.001                       | мВ       | 1                     | 0.001                        | 0                           | Сигнал15        |

Рисунок 20.18

После настройки измерительных трактов в программе **Редактирование файлов параметров** для сохранения информации нажать кнопку **Сохранить**. Для выхода из программы **Редактирование файлов параметров** нажать кнопку **Выход**.

### 20.3.4 Проверка функционирования измерительной схемы

Для проверки функционирования измерительной схемы необходимо из меню **Генераторы** панели **ZETLab** запустить программу **Генератор сигналов** (рисунок 20.19) и из меню **Отображение** запустить программу **Многоканальный осциллограф** (рисунок 20.20).

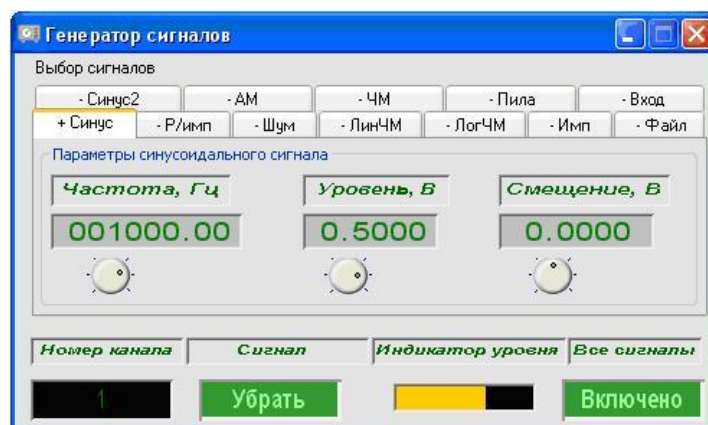


Рисунок 20.19

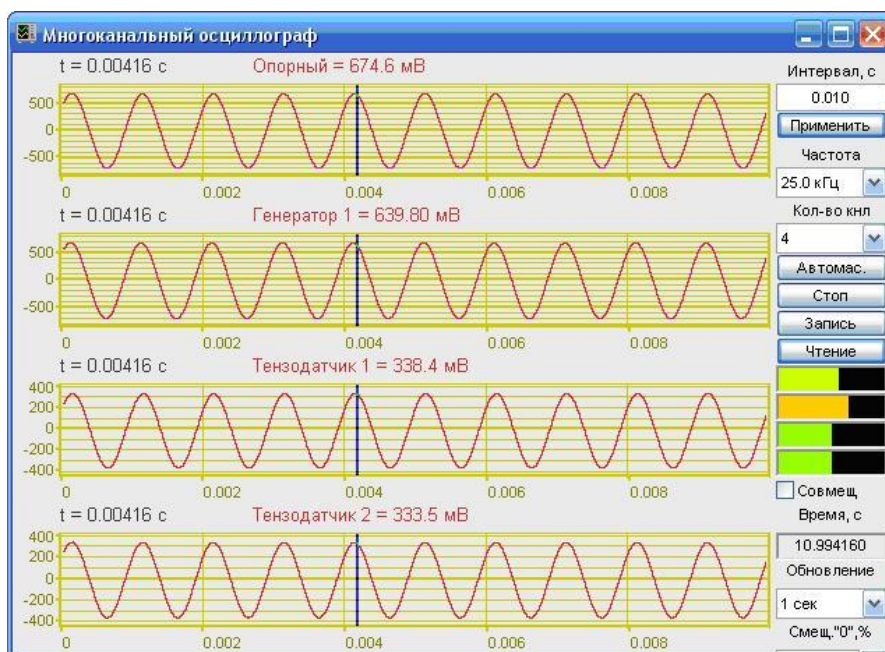


Рисунок 20.20

В программе **Многоканальный осциллограф** в списке **Кол-во кнл** выбрать четыре канала (четыре осциллограммы). В списке **Частота** выбрать частотный диапазон отображения сигналов 25 кГц. В верхней осциллограмме выбрать **Дифференциальный вход 1** (в данном случае он назван **Опорный**), во второй – виртуальный канал Генератор 1 (порожден программой **Генератор сигналов**), в третьей – **Дифференциальный Вход 2** (в данном случае он назван **Тензодатчик 1**), в нижней – **Дифференциальный Вход 3** (в данном случае он назван **Тензодатчик 2**).

В программе **Многоканальный осциллограф** должны отображаться синусоиды на всех осциллограммах. Уровни на **Опорном** и виртуальном канале **Генератор 1** должны быть близкими, сигнал на всех каналах не должен быть искаженным.

После проверки функционирования измерительной схемы выйти из программ **Многоканальный осциллограф** и **Генератор сигналов**.

### 20.3.5 Настройка параметров программы Тензодатчик

Для проведения измерений по двум тензодатчикам необходимо из меню **Измерения** панели **ZETLab** запустить две программы **Тензодатчик** (рисунок 20.21). Для запитки измерительной схемы из меню **Генераторы** панели **ZETLab** запустить программу **Генератор сигналов** (рисунок 20.22).

В первой программе **Тензодатчик** в списке измерительного канала выбрать **Дифференциальный Вход 2** (в данном примере он назван **Тензодатчик 1**), в списке опорного канала выбрать **Дифференциальный Вход 1** (в данном случае он назван **Опорный**).

Во второй программе **Тензодатчик** в списке измерительного канала выбирать **Дифференциальный Вход 3** (в данном примере он назван **Тензодатчик 2**), в списке опорного канала выбирать **Дифференциальный Вход 1** (в данном случае он назван **Опорный**).

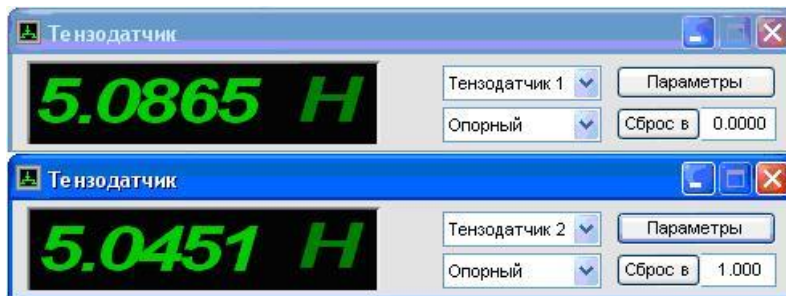


Рисунок 20.21

В программе **Генератор сигналов**, для запитки тензодатчиков переменным напряжением, установить частоту 5000 Гц, уровень сигнала 0,5 В, смещение нуля 0 В и нажать кнопку **Включить**. Если необходимо запитывать измерительную схему постоянным напряжением, то в программе **Генератор сигналов** установить уровень 0 В и смещение нуля, например, 1 В. В данном примере рассматривается запитка переменным напряжением.

В первой программе **Тензодатчик**, настроенной на измерения показаний с **Тензодатчика 1**, необходимо провести калибровку. Для этого нажать кнопку **Параметры** и в открывшемся окне **Настройка параметров измерителя** (рисунок 20.23) установить необходимые параметры измерения и параметры калибровки.

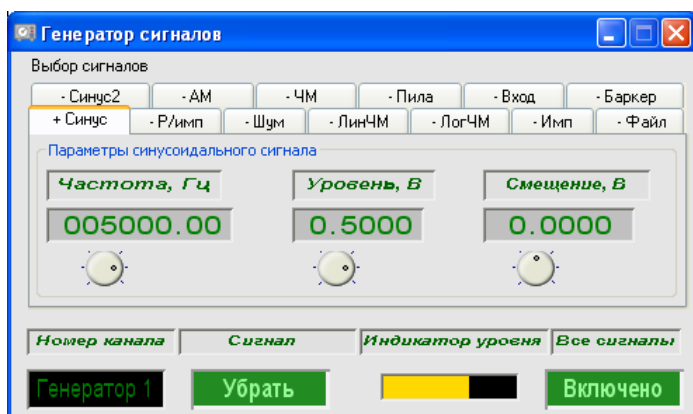


Рисунок 20.22

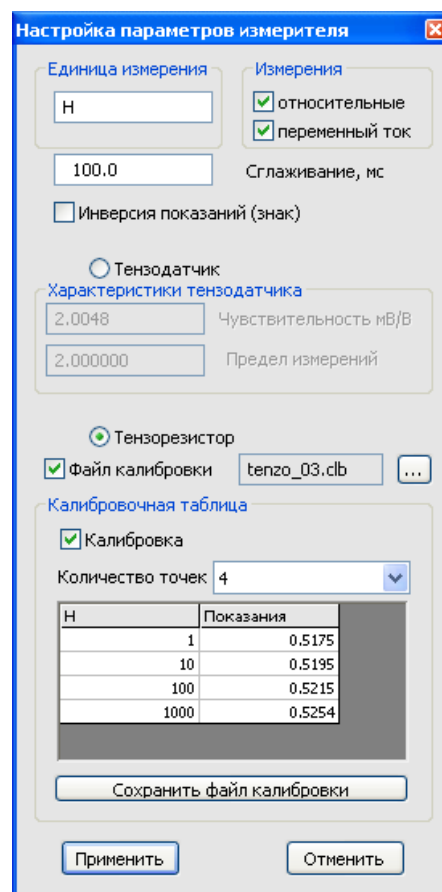


Рисунок 20.23

Для данного примера это будут следующие параметры:

1. В рамке **Единица измерения** установить единицу измерения – ньютоны (Н). В данном примере рассматривается измерение усилия, с которым прогибается балка. Это усилие будет измеряться в ньютонах;

2. В рамке **Измерения** установить флажки **относительные** и **переменный ток**. Флажок **относительные**, в данном примере, устанавливается для расчета отношения уровней сигналов измерительного канала (**Тензодатчик 1**) к опорному каналу (**Опорный**). Флажок **переменный ток** необходимо установить, так как в данном примере запитка тензодатчика осуществляется по переменному току;

3. В рамке **Калибровочная таблица** для проведения калибровки тензодатчика необходимо провести следующие действия:

- нажать кнопку **Калибровка**, при этом на графическом индикаторе первой программы **Тензодатчик** станут отображаться данные прямых расчетов отношения сигналов без внесения в них калибровочных данных;

- в списке **Количество точек** указать необходимое количество точек для калибровки первого тензодатчика. В данном примере указать четыре точки, после чего в калибровочной таблице отобразятся четыре строки для ввода калибровочных данных;

- в левом столбце единиц измерения (в данном случае название столбца будет Н) для каждой точки калибровки (одной точке принадлежит одна строка) ввести количественное значение единиц измерения. Для первой точки в столбце единиц измерения указать 1 (1 Н), для второй – 10 (10 Н), для третьей – 100 (100 Н), для четвертой – 1000 (1000 Н). Первая калибровочная точка будет соответствовать усилию в 1 Н, последняя – 1000 Н, это значит, что измерения будут проводиться в диапазоне от 1 Н до 1000 Н;

- приложить усилие (нагрузку) к балке (усилие прилагать в направлении действия измеряемого усилия) в 1 Н. Занести показания программы **Тензодатчик** в столбец **Показания** калибровочной таблицы в ту же строку с установленной единицей измерения 1 Н;

- приложить усилие к балке в 10 Н. Занести показания программы **Тензодатчик** в столбец **Показания** калибровочной таблицы в ту же строку с установленной единицей измерения 10 Н;

- для усилий 100 Н и 1000 Н проделать такие же операции как и для усилий 1 Н и 10 Н;

- после заполнения таблицы нажать кнопку **Сохранить файл калибровки**, которая служит для сохранения параметров калибровки в файл. После нажатия кнопки открывается стандартное диалоговое окно для сохранения файла. В этом окне необходимо указать путь и имя файла. Директория, куда предлагается сохранить файл калибровки, по умолчанию – C:\ZETLab\config\ . В данном примере имя файла было задано – Тензо1.clb;

4. далее необходимо открыть этот калибровочный файл. Для этого нажать кнопку **Файл калибровки** , после чего откроется стандартное окно открытия файла. В этом окне указать имя файла калибровки (В данном примере Тензо1.clb);

5. для ввода калибровочных данных в программу Тензодатчик нажать кнопку **Применить**. После нажатия кнопки **Применить** окно **Настройка параметров измерителя** закроется, а первая программа Тензодатчик, настроенная на измерение усилия с первого тензодатчика, будет измерять приложенное усилие к балке в установленных единицах измерения – ньютонах.

Во второй программе **Тензодатчик**, настроенной на измерения показаний с **Тензодатчика 2**, провести настройку и калибровку аналогичным образом, как и для первой программы. Если второй тензодатчик расположен в другом месте (на другой балке), то соответственно усилие прилагать в месте расположения этого тензодатчика.

После калибровки второй программы **Тензодатчик** можно приступать непосредственно к измерениям.



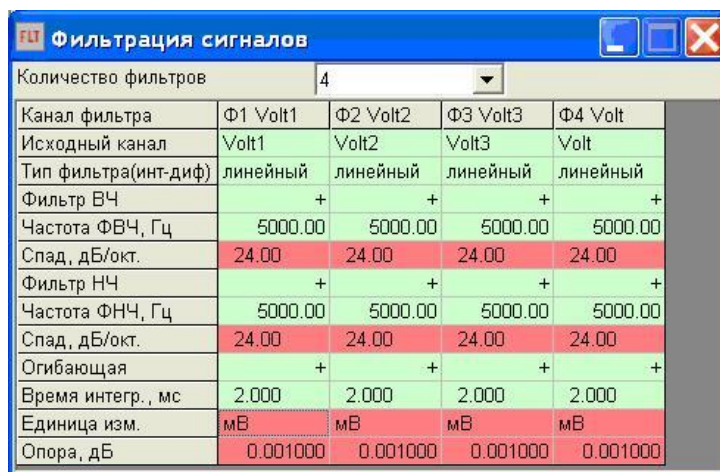
Каждая программа **Тензодатчик** порождает свой виртуальный канал, который можно анализировать и регистрировать любой программой из состава **ZETLab**.

Программа **Тензодатчик** не проводит экстраполяции данных, а только интерполяцию. Т.е. интервал отображаемых величин задается в калибровочной таблице в виде максимальных и минимальных значений. В приведенном примере диапазон отображаемых усилий (нагрузок) будет от 1 Н до 1000 Н.

Время расчета каждого значения тензодатчика составляет 0,1 секунды. При использовании большого количества тензодатчиков для измерения опорного значения используется один канал АЦП, а все остальные как измерительные каналы.

## 20.4 Регистрация быстропротекающих процессов

В случае, когда необходимо зарегистрировать быстропротекающие процессы необходимо использовать следующую измерительную схему. При запитывании тензодатчика переменным напряжением необходимо из меню **Генераторы** панели **ZETLab** запустить программу **Генератор сигналов**, выбрать вкладку **Синус** установить частоту, например, 5000 Гц, уровень 0,5 В и последовательно нажать кнопки **Добавить** и **Включить**. Затем из меню **Автоматизация** панели **ZETLab** запустить программу **Фильтрация сигналов** (рисунок 20.24). Программа **Фильтрация сигналов** описывается в пункте 26 настоящего **Руководства оператора**.



| Канал фильтра        | Ф1 Volt1 | Ф2 Volt2 | Ф3 Volt3 | Ф4 Volt  |
|----------------------|----------|----------|----------|----------|
| Исходный канал       | Volt1    | Volt2    | Volt3    | Volt     |
| Тип фильтра(инт-диф) | линейный | линейный | линейный | линейный |
| Фильтр ВЧ            | +        | +        | +        | +        |
| Частота ФВЧ, Гц      | 5000.00  | 5000.00  | 5000.00  | 5000.00  |
| Спад, дБ/окт.        | 24.00    | 24.00    | 24.00    | 24.00    |
| Фильтр НЧ            | +        | +        | +        | +        |
| Частота ФНЧ, Гц      | 5000.00  | 5000.00  | 5000.00  | 5000.00  |
| Спад, дБ/окт.        | 24.00    | 24.00    | 24.00    | 24.00    |
| Огибающая            | +        | +        | +        | +        |
| Время интегр., мс    | 2.000    | 2.000    | 2.000    | 2.000    |
| Единица изм.         | мВ       | мВ       | мВ       | мВ       |
| Опора, дБ            | 0.001000 | 0.001000 | 0.001000 | 0.001000 |

Рисунок 20.24

В программе **Фильтрация сигналов** устанавливается количество фильтров равное количеству тензодатчиков. В каждом фильтре задается номер измерительного канала, фильтры верхних и нижних частот. ФНЧ и ФВЧ устанавливаются на 5000 Гц (частота запитки переменного тока), время интегрирования огибающей устанавливается 2 мс. В результате работы программы **Фильтрация сигналов** порождаются виртуальные каналы отфильтрованных входных каналов. Виртуальные каналы можно анализировать и регистрировать любой программой из состава **ZETLab**.

## 21 Программа МУЛЬТИМЕТР

### 21.1 Назначение программы

Программа предназначена для отображения результатов измерений мультиметра Agilent.

Измерения могут проводиться в следующих режимах:

- вольтметр постоянного тока,
- вольтметр переменного тока
- амперметр постоянного тока;
- амперметр переменного тока
- частотомер.

**Примечание:** Программа **Мультиметр** поставляется бесплатно при приобретении мультиметра Agilent34401A.

### 21.2 Описание программы

Для запуска программы **Мультиметр** (рисунок 21.1) необходимо из меню **Измерение** панели **ZETLab** выбрать команду **Мультиметр Agilent**.

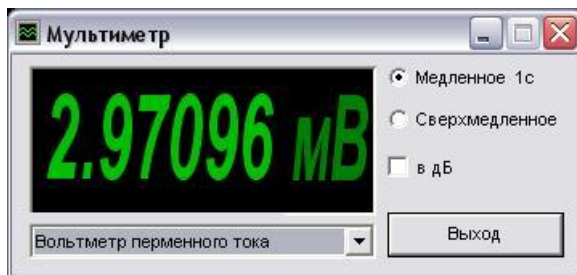


Рисунок 21.1

В левой части рабочего окна программы **Мультиметр** расположен графический индикатор, в котором отображается результат измерений мультиметра в установленных единицах измерения или в децибелах (при установленном флажке **в дБ**).

Для установки времени усреднения необходимо нажать на переключатель времени усреднения левой клавишей «мыши». Переключатель  **Медленное 1с** устанавливает время усреднения 1 секунду, переключатель  **Сверхмедленное** устанавливает время усреднения 10 секунд.

Для выбора параметра измерения (ток, напряжение, частота), необходимо в поле списка (со стрелкой) выбрать название режима работы мультиметра (вольтметр, амперметр, частотомер). Выбрать необходимый режим можно двумя способами:

- нажать на стрелку поля и «мышью» выбрать из раскрывшегося списка режим;
- нажать левой кнопкой «мыши» на поле и при помощи ролика «мыши», либо кнопок клавиатуры со стрелками  $\uparrow$  и  $\downarrow$  выбрать режим.





## 22 Программа ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ PPE-3323

### 22.1 Назначение программы

Программа **Источник питания PPE 3323** предназначена для управления подключенным к компьютеру источником питания PPE 3323.

**Примечание:** Программа **Источник питания PPE 3323** поставляется бесплатно при приобретении источника питания PPE 3323.

### 22.2 Описание программы

Для запуска программы **Источник питания PPE 3323** необходимо из меню **Измерение** (рисунок 22.1) панели **ZETLab** выбрать команду **Блок питания PPE3323**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Источник питания PPE 3323** (рисунок 22.2).

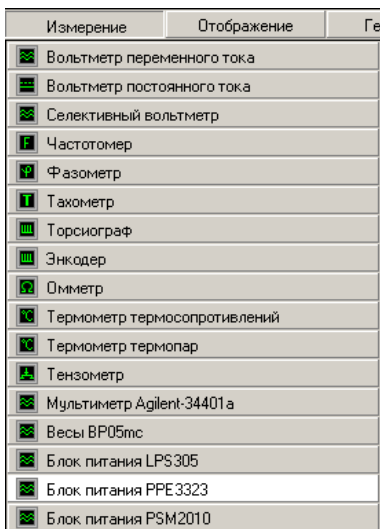


Рисунок 22.1

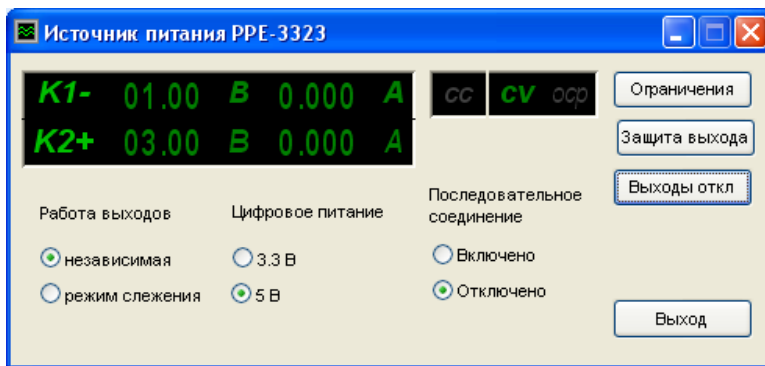


Рисунок 22.2

В левой верхней части рабочего окна программы **Источник питания PPE 3323** расположен графический индикатор, в котором отображаются установленные параметры сигнала (напряжение и максимально допустимый ток), подаваемого с выхода источника питания.

Ниже располагаются переключатели режимов работы источника питания.

Для выбора режима работы выходов источника питания необходимо нажать на переключатель работы выходов левой клавишей «мыши». Переключатель *независимая* устанавливает независимую работу выходов, переключатель *режим слежения* устанавливает синхронную работу выходов источника питания (см. табл. 22.2, рисунки 22.4, 22.5, 22.6).

Для выбора режима работы дополнительного выхода необходимо нажать на переключатель *цифрового питания* левой клавишей «мыши». Параметры сигнала, подаваемого с дополнительного выхода источника в зависимости от выбранного режима, даны в таблице 22.1.

Таблица 22.1

| Переключатель | Параметры питания |                            |               |
|---------------|-------------------|----------------------------|---------------|
|               | Напряжение        | Максимально допустимый ток | Защита выхода |
| 3,3 В         | 3,3 В             | 3 А                        | 3 А           |
| 5 В           | 5 В               | 3 А                        | 3 А           |

Переключатели *последовательного соединения* позволяют включать/отключать последовательное соединение основных выходов. При включенном последовательном соединении возможна только независимая работа выходов и оператором задается суммарное напряжение. При выключенном последовательном соединении возможна как независимая работа выходов, так и работа в режиме слежения. В первом случае напряжение для каждого выхода задается отдельно, во втором – на ведомом выходе напряжение изменяется синхронно с напряжением на ведущем выходе (см. табл. 22.2, рисунки 22.4, 22.5, 22.6).

Таблица 22.2

| Работа выходов | Последовательное соединение              |                                                                |
|----------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|                | Включено                                 | Выключено                                                      |
| Независимая    | $U_1=U_2=U_{уст}/2$<br>$I_1=I_2=I_{уст}$ | $U_1=U_{уст1}$ $U_2=U_{уст2}$<br>$I_1=I_{уст1}$ $I_2=I_{уст2}$ |
| Режим слежения | —                                        | $U_1=U_2=U_{уст}$<br>$I_1=I_2=I_{уст}$                         |

При нажатии на кнопку **Ограничения** окно программы меняет свой вид: изменение положений переключателей блокируется, поля значений на индикаторе, соответствующие устанавливаемым параметрам, становятся активными для изменения, и подсвечиваются оранжевым цветом, а название кнопки меняется на **Установить** (рисунок 22.3). После установки параметров питания и нажатия кнопки **Установить** внесенные изменения вступят в силу и окно программы примет обычный вид.

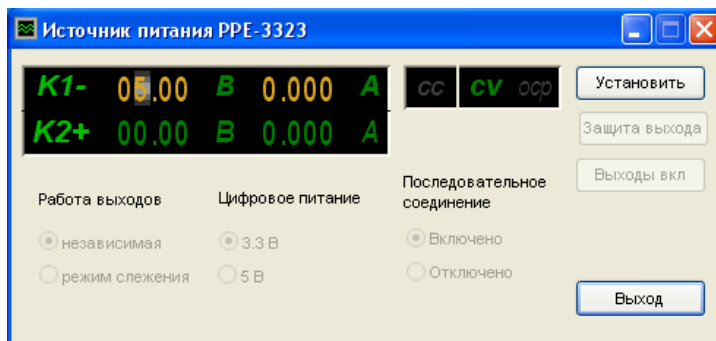


Рисунок 22.3

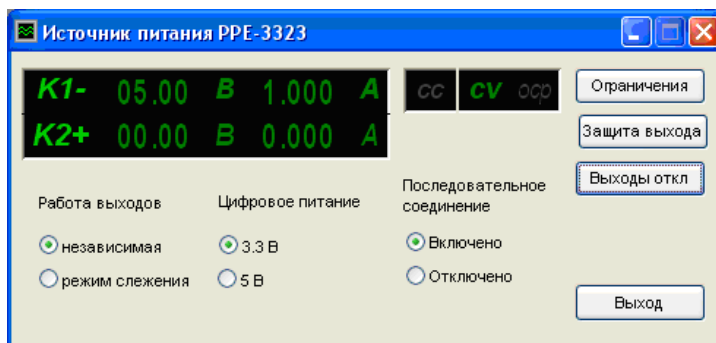


Рисунок 22.4

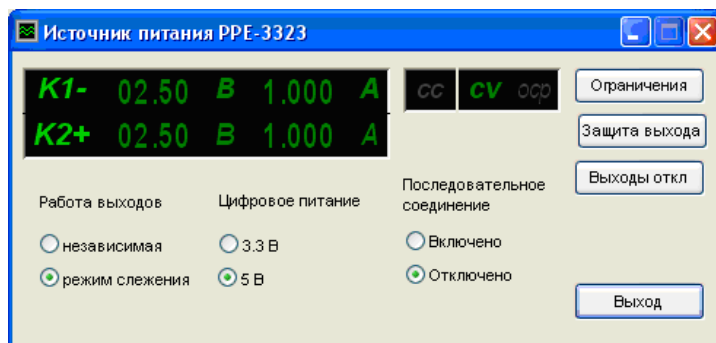


Рисунок 22.5

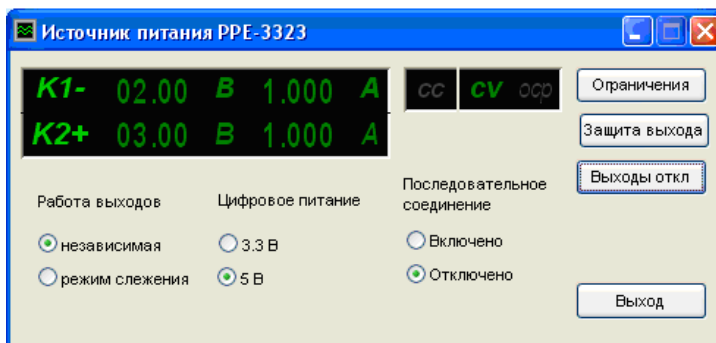


Рисунок 22.6

Источник питания PPE-3323 обеспечивает защиту нагрузки от превышения выходным напряжением заданного уровня. В зависимости от режима работы, напряжение защиты задается для каждого выхода отдельно или устанавливается общее значение. Чтобы задать значение напряжения срабатывания защиты, необходимо нажать на кнопку **Защита выходов**. При этом на индикаторе оранжевым цветом отобразятся текущие установленные значения. После установки параметров защиты и нажатия кнопки **Установить** внесенные изменения вступят в силу и окно программы примет обычный вид.

Для подачи питания с основных выходов источника питания PPE-3323 не обязательно нажать на кнопку **Выходы вкл.** При этом название кнопки изменится на **Выходы откл.** При нажатии на кнопку **Выходы откл.** подача питания с основных выходов прекратится. Дополнительный выход, управляемый переключателем *Цифровое питание*, включается/отключается при включении/выключении источника питания.

### 22.2.1 Управление полями ввода

Для того чтобы изменить значение напряжения или тока необходимо нажать левую кнопку «мыши» на поле значений и установить указатель «мыши» на разряд, в котором будет изменяться значение, при этом фон выбранного разряда подсветится **05.00**. Каждый разряд имеет изменяемое численное значение от 0 до 9. Далее для изменения значения в разряде, удерживая положение курсора «мыши» на этом разряде, необходимо ввести значение с клавиатуры или прокруткой ролика «мыши» изменить значение. При вводе значения с клавиатуры, после ввода значения в выбранном разряде, подсветка перейдет в следующий младший разряд, в котором можно будет продолжать ввод, и так далее до самого младшего разряда. Установив курсор «мыши» на самый младший разряд можно кнопкой клавиатуры <Backspace> («забой») обнулить все значение либо часть его в поле ввода и заново ввести. При увеличении численного значения в разряде прокруткой ролика «мыши» (курсор «мыши» должен быть установлен на изменяемом разряде) значение в этом разряде будет увеличиваться, и с каждым новым оборотом значений в этом разряде будут увеличиваться значения старших разрядов. При уменьшении численного значения в разряде прокруткой ролика «мыши» значение в этом разряде будет уменьшаться, и с каждым новым оборотом значений в этом разряде будут уменьшаться значения старших разрядов.

Установка численных значений параметров в полях ввода и установки также возможна и в текстовом поле (рисунок 22.7), которое появляется после быстрого двойного нажатия левой кнопкой «мыши» по конкретному полю ввода и установки. В этом текстовом поле значение того или иного параметра вводится с цифровых клавиш клавиатуры и устанавливается нажатием клавиши <Enter>.



Рисунок 22.7

## 23 Программа ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ PSM-2010

### 23.1 Назначение программы

Программа **Источник питания PSM-2010** предназначена для управления подключенным к компьютеру источником питания PSM-2010.

**Примечание:** Программа **Источник питания PSM-2010** поставляется бесплатно при приобретении источника питания PSM-2010.

### 23.2 Описание программы

Для запуска программы **Источник питания PSM-2010** (рисунок 22.2) необходимо из меню **Измерение** панели **ZETLab** выбрать команду **Источник питания PSM-2010**.

Основную часть рабочего окна программы **Источник питания PSM-2010** занимает графический индикатор, в котором отображаются установленные параметры сигнала (значения напряжения и тока), подаваемого с выхода источника питания. В нижней части индикатора указываются установленные ограничения на напряжение и ток.

В правой части рабочего окна программы расположен переключатель подачи сигнала. При установке переключателя в положение *Вкл* с выхода источника питания будет подан сигнал с заданными параметрами. При установке переключателя в положение *Откл* подача питания с источника прекратится.

При нажатии на кнопку **Settings** откроется окно настройки параметров (рисунок 22.3), в котором задаются значения напряжения и тока сигнала, подаваемого с источника питания, а также ограничения на ток и напряжение.

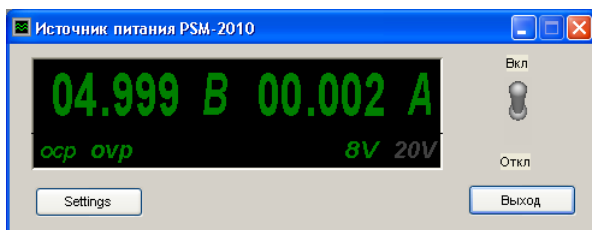


Рисунок 23.1



Рисунок 23.2

### 23.3 Окно настроек

В верхней части окна **PSM-2010 Settings** расположены поля ввода значений напряжения и тока сигнала, подаваемого с выхода источника питания.

В рамке **Range** располагается переключатель режима работы источника питания PSM-2010. При установленном переключателе **8 V, 20 A** с источника питания может быть подан сигнал напряжением до 8 В, при этом максимально возможное значение тока – 20 А. При установленном переключателе **20 V, 10 A** с источника питания может быть подан сигнал напряжением до 20 В, при этом максимально возможное значение тока – 10 А.

Установка флажка *Enable* в рамке **OCP** включает ограничение на ток, в рамке **OVP** – на напряжение. Под флажками располагаются поля ввода значений ограничений на ток (рамка **OCP**) и напряжение (рамка **OVP**). Кнопки *Clear*, расположенные под полями ввода значений ограничений предназначены для сброса значений этих полей в 0.

#### 23.3.1 Управление полями ввода

Для того чтобы изменить значение напряжения или тока необходимо нажать левую кнопку «мыши» на поле значений и установить указатель «мыши» на разряд, в котором будет изменяться значение, при этом фон выбранного разряда подсветится **05.00**. Каждый разряд имеет изменяемое численное значение от 0 до 9. Далее для изменения значения в разряде, удерживая положение курсора «мыши» на этом разряде, необходимо ввести значение с клавиатуры или прокруткой ролика «мыши» изменить значение. При вводе значения с клавиатуры, после ввода значения в выбранном разряде, подсветка перейдет в следующий младший разряд, в котором можно будет продолжать ввод, и так далее до самого младшего разряда. Установив курсор «мыши» на самый младший разряд можно кнопкой клавиатуры <Backspace> («забой») обнулить все значение либо часть его в поле ввода и заново ввести. При увеличении численного значения в разряде прокруткой ролика «мыши» (курсор «мыши» должен быть установлен на изменяемом разряде) значение в этом разряде будет увеличиваться, и с каждым новым оборотом значений в этом разряде будут увеличиваться значения старших разрядов. При уменьшении численного значения в разряде прокруткой ролика «мыши» значение в этом разряде будет уменьшаться, и с каждым новым оборотом значений в этом разряде будут уменьшаться значения старших разрядов.

Установка численных значений параметров в полях ввода и установки также возможна и в текстовом поле, которое появляется после быстрого двойного нажатия левой кнопкой «мыши» по конкретному полю ввода и установки. В этом текстовом поле значение того или иного параметра вводится с цифровых клавиш клавиатуры и устанавливается нажатием клавиши <Enter>.

## 24 Программа МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ОСЦИЛЛОГРАФ

### 24.1 Назначение программы

Программа **Многоканальный осциллограф** предназначена для оценки формы сигнала и измерения мгновенных значений. Синхронно могут отображаться несколько сигналов, взятых в один промежуток времени, каждый в своих единицах измерения. Для сравнения сигналов их осциллограммы можно отобразить в одних осях координат. Простая и удобная система управления курсором и масштабирование графиков позволяет изучить изменения процесса в целом и детально.

#### 24.1.1 Основные функции программы

Основными функциональными назначениями программы являются:

- ✓ отображение формы и амплитуды сигналов, поступающих с входных каналов;
- ✓ задание временного интервала отображения сигналов;
- ✓ выбор частотного диапазона отображаемых сигналов;
- ✓ гибкое изменение количества отображаемых каналов;
- ✓ автоматическое масштабирование как нескольких одновременно, так и по отдельности осциллограмм;
- ✓ синхронизация по выбранному каналу;
- ✓ включение/выключение режима остановки кадров;
- ✓ динамическое отображение интегральных уровней сигналов, определение перегрузки по каждому каналу и запоминание состояния перегрузки;
- ✓ отображение абсолютного времени с момента последнего запуска АЦП или с момента начала воспроизведения сигналов из файла;
- ✓ синхронное позиционирование курсора на осциллограммах позволяет оценить амплитуду всех сигналов в один момент времени;
- ✓ сохранение графической и численной информации отображенной в окне программы в буфер обмена для вставки в текстовый редактор.

### 24.2 Описание программы

Для запуска программы **Многоканальный осциллограф** необходимо в меню **Отображение** (рисунок 24.1) панели **ZETLab** выбрать команду **Осциллограф**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Многоканальный осциллограф** (рисунок 8.1). В заголовке окна программы будет отображаться название программы. Ниже располагаются осциллограммы (временные реализации) сигналов выбранных каналов. Сверху каждой осциллограммы указывается название канала и измеряемые величины (время в секундах и амплитуда в единицах измерения) относительно положения курсора графика.



Рисунок 24.1



Рисунок 24.2

**Примечание:** программу можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLab** (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: OscGraph.exe.

### 24.2.1 Управление курсором и масштабирование графиков

Перемещение курсора графика на нужное время осуществляется несколькими способами:

- подвести указатель «мыши» на нужное время, нажать, и удерживая нажатой левую кнопку «мыши», дождаться пока курсор графика (вертикальная линия) не сравняется с установленным указателем «мыши». При нажатой и удерживаемой ле-



вой клавише «мышь» курсор графика будет следовать за перемещением указателя «мышь» по графику осциллограммы;

- при активном окне программы **Многоканальный осциллограф** нажать левой кнопкой «мышь» на поле графика, и, при помощи ролика «мышь», перемещать курсор графика;

- при активном окне программы **Многоканальный осциллограф** перемещение курсора влево осуществляется нажатием и удерживанием кнопки клавиатуры <A> (в латинской раскладке), вправо – <D>.

Масштабирование числовых осей для каждой осциллограммы осуществляется при помощи манипулятора «мышь». При перемещении указателя «мышь» вдоль числовых значений осей указатель «мышь» будет принимать внешний вид в соответствии с предполагаемым действием масштабирования графика. После установки указателя нажать левой кнопкой «мышь», либо прокрутить ролик. Растяжение или сжатие графика происходит при помощи указателей принявших вид:  $\longleftrightarrow$ ,  $\rightarrow\leftarrow$  – для

горизонтальной оси и  $\updownarrow$ ,  $\uparrow\downarrow$  – для вертикальной оси. Сдвинуть график вправо/влево или вверх/вниз можно при помощи указателей принявших вид:  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$  – для горизонтальной оси и  $\uparrow$ ,  $\downarrow$  – для вертикальной оси. Если поставить указатель «мышь» на пересечение числовых осей, то он примет вид  $\boxtimes$ . При нажатии левой клавиши «мышь» при указателе такого вида происходит автомасштабирование по оси уровня сигнала.

#### ***24.2.2 Перенос графической и численной информации в текстовые редакторы***

Для копирования графика отдельно взятой осциллограммы (если их несколько) программы **Многоканальный осциллограф** нажать левой кнопкой «мышь» на поле графика этой осциллограммы и нажать комбинацию «горячих клавиш» клавиатуры <Ctrl> + <C>. График запишется в буфер Clipboard в формате \*.bmp. Вставить график в любой открытый документ Microsoft Word или Excel можно нажатием «горячих клавиш» клавиатуры <Ctrl> + <V>, или нажатием на правую кнопку «мышь» и выбором в появившемся меню команды **Вставить**.

Для копирования сопроводительной информации отдельно взятой осциллограммы (если их несколько) нажать левой кнопкой «мышь» на поле графика этой осциллограммы и нажать на кнопку клавиатуры <T> (в латинской раскладке клавиатуры). Вставить эту информацию в любой открытый текстовый документ можно нажатием «горячих клавиш» клавиатуры <Ctrl> + <V>, или нажатием на правую кнопку «мышь» и выбором в появившемся меню команды **Вставить**.

Сопроводительная информация имеет следующую структуру: в первой строке пишется заголовок окна, в данном случае название программы **Многоканальный осциллограф**; во второй строке – значение временной оси, соответствующее положению курсора графика; в третьей – название канала и значение измеряемой величины (амплитуды сигнала), соответствующее положению курсора графика.

Для копирования численных значений времени и уровня видимой части графика отдельно взятой осциллограммы (если их несколько) нажать левой кнопкой «мыши» на поле графика этой осциллограммы и нажать на кнопку клавиатуры <N> (в латинской раскладке клавиатуры). Вставить эту информацию в любой открытый текстовый документ можно нажатием «горячих клавиш» клавиатуры <Ctrl>+<V>, или нажатием на правую кнопку «мыши» и выбором в появившемся меню команды **Вставить**. Вставленная информация в текстовый документ будет иметь следующую структуру: сначала идет сопроводительная информация, в следующих строках будут располагаться отсчеты времени и соответствующие уровни на этих отсчетах. При копировании и вставки численных значений времени и уровня в документы Excel, то возможно обработка этой информации и построение графиков.

### 24.2.3 Управление программой Многоканальный осциллограф

Кнопки и элементы управления располагаются в правой части окна программы.

Поле, находящееся под надписью **Интервал, с**, служит для ввода временного интервала отображения сигнала (горизонтальная развертка). Максимальное и минимальное значения интервала зависят от выбранного частотного диапазона отображаемых сигналов. Чем больше частотный диапазон, тем больше объем обрабатываемых данных и меньше временной интервал для отображения сигнала, соответственно, чем меньше частотный диапазон, тем меньше объем обрабатываемых данных и больше интервал для отображения сигнала. Значения интервала вводятся с клавиатуры, предварительно установив курсор в поле ввода интервала. Для установки введенного временного интервала необходимо нажать кнопку **Применить**, расположенную под полем ввода интервала, или клавишу <Enter> клавиатуры.

Кнопка **Применить**, служит для установки введенного временного интервала, а также возвращает в исходный масштаб данные по оси времени.

В списке , под надписью **Частота, Гц**, выбирается частотный диапазон отображаемых сигналов. Для выбора необходимого частотного диапазона необходимо нажать левой кнопкой «мыши» на кнопку  списка, и, в раскрывшемся списке, выбрать нужный частотный диапазон. Частотный диапазон зависит от установленной частоты дискретизации, выставленной в программе **Настройка параметров АЦП и ЦАП** (пункт 4 настоящего **Руководства оператора**).

В списке , под надписью **Кол-во кнл**, выбирается необходимое количество осциллограмм для отображения в окне программы **Многоканальный осциллограф**. Максимальное количество осциллограмм в одной запущенной программе **Многоканальный осциллограф** может быть восемь. Для выбора необходимого количества осциллограмм необходимо нажать левой кнопкой «мыши» на кнопку  списка, и, в раскрывшемся списке, выбрать нужное количество.

Каждой из включенных осциллограмм для отображения сигнала может быть присвоен любой включенный физический канал, либо любой виртуальный канал. Виртуальные каналы порождаются соответствующими программами (программы фильтрации, генерации сигналов, тензометрии и термометрии, и др.). Для присвоения осциллограмме выбранного для отображения канала необходимо нажать правой

клавишей «мыши» на графическом поле этой осциллограммы и, из раскрывшегося списка каналов, выбрать необходимый канал. Присвоенный этой осциллограмме канал в списке выбора каналов будет отмечен флажком. После присвоения канала осциллограмме над ее графическим полем изменится название канала, с того которое было до выбора, на то которое выбрано.

Кнопка **Автомас.** служит для автоматического масштабирования (приведение масштаба графика к уровню сигнала) всех одновременно осциллограмм по оси уровня.

Если необходимо произвести автоматическое масштабирование отдельно взятой осциллограммы, то необходимо поместить курсор «мыши» в левый нижний угол шкалы графика и при принявшем графический вид  курсоре нажать левую клавишу «мыши».

Кнопка **Старт** запускает процесс непрерывного отображения сигнала, при этом обнуляются накопленные данные, а название кнопки меняется на **Стоп**.

Кнопка **Стоп** (пауза) останавливает процесс непрерывного отображения сигнала, при этом название кнопки меняется на **Старт**.

Кнопка **Запись** позволяет записать накопленные данные одновременно по всем осциллограммам одной программы **Многоканальный осциллограф** за установленный интервал в текстовый файл с расширением \*.dtn. Нажатие на кнопку открывает стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла, и имя этого файла. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\resspect\. Структура файла представлена в таблице 24.1.

Таблица 24.1

| Номер строки             | Строки                                                                                                                                                  | Описание                                                 |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 1                        | Временная реализация сигнала                                                                                                                            | Наименование записи                                      |
| 2                        | Сигнал 3                                                                                                                                                | Название канала ввода сигнала                            |
| 3                        |                                                                                                                                                         | Пустая строка                                            |
| 4                        | Частотный диапазон – от 0Гц до 25000.000000Гц                                                                                                           | Установленный частотный диапазон для отображения сигнала |
| 5                        | Дата: 10-08-2005                                                                                                                                        | Дата записи файла                                        |
| 6                        | Время: 20:02:47                                                                                                                                         | Время начала записи файла                                |
| 7                        | Время Сигнал1 Сигнал2 Сигнал1                                                                                                                           | Заголовки столбцов данных                                |
| 8                        | с мВ мВ мВ                                                                                                                                              | Единицы измерения (по столбцам)                          |
| 9-я и последующие строки | Располагаются численные значения данных, представленные в формате с плавающей запятой. В качестве разделителя целой и дробной части используется точка. |                                                          |

Кнопка **Чтение** позволяет просмотреть записанные ранее файлы осциллограмм с расширением \*.dtn. Нажатие кнопки **Чтение** открывает стандартное диалоговое окно открытия файла для чтения. После выбора необходимого файла сохраненные данные из этого файла со всеми настройками по каналам отобразятся на графическом поле программы **Многоканальный осциллограф**. На рисунке 24.3 показана программа **Многоканальный осциллограф** с прочтенными данными из записанно-

го файла. Для перехода в обычный режим (режим реального времени) работы программы необходимо повторно нажать кнопку **Чтение**.

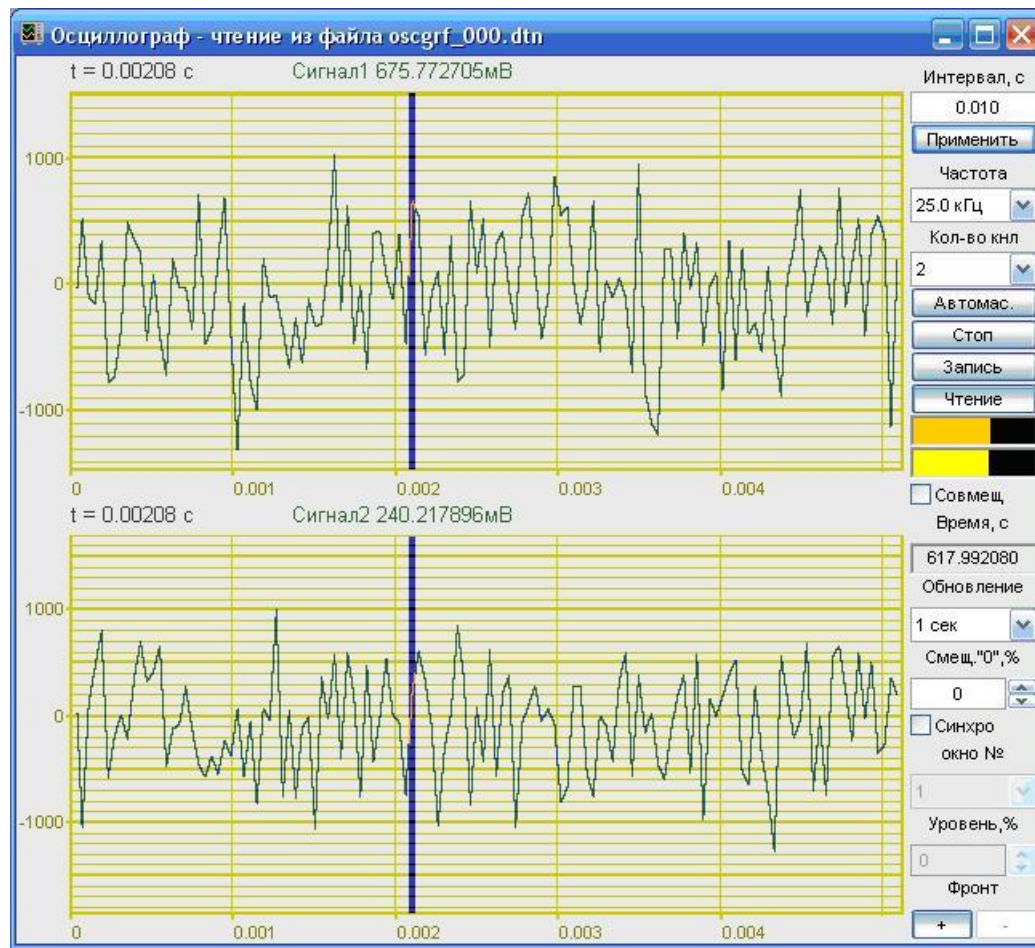


Рисунок 24.3

Масштабирование и копирование численной информации осциллограмм осуществляется так же, как и при работе программы с сигналами в реальном масштабе времени.

Для выхода из режима чтения необходимо отжать кнопку **Чтение** нажатием левой клавиши «мыши», при этом программа **Многоканальный осциллограф** перестроится на работу с сигналами в реальном масштабе времени.

Индикатор **Интегральный уровень**  показывает интегральный уровень сигнала и, при превышении максимально допустимого уровня, перегрузку соответствующего канала. Две третьих части поля индикатора отведены для уровня сигнала, не превышающего максимально допустимый уровень. Чем выше уровень, тем больше заполняется индикатор. При превышении максимально допустимого уровня индикатор заполняется полностью красным цветом. Правый край индикатора останется красным до тех пор, пока перегрузка по каналу не будет снята и пользова-

тель не нажмет на индикатор левой кнопкой «мыши». Количество индикаторов будет соответствовать количеству открытых осциллограмм.

При установке флажка **Совмещ** сигналы всех включенных осциллограмм отобразятся в одной координатной сетке на одной осциллограмме (рисунок 24.4). Эта опция удобна при сравнении однотипных сигналов.

Для выхода из режима совмещения необходимо снять флажок **Совмещ**. При этом, сигналы отображенные на совмещенной осциллограмме, распределятся по отдельным осциллограммам. Осциллограмм будет отображено столько, сколько в списке **Кол-во кнл** будет выбрано каналов для отображения.

**Примечание!** При установленном флажке **Совмещ**, нельзя выбирать отображаемые каналы.

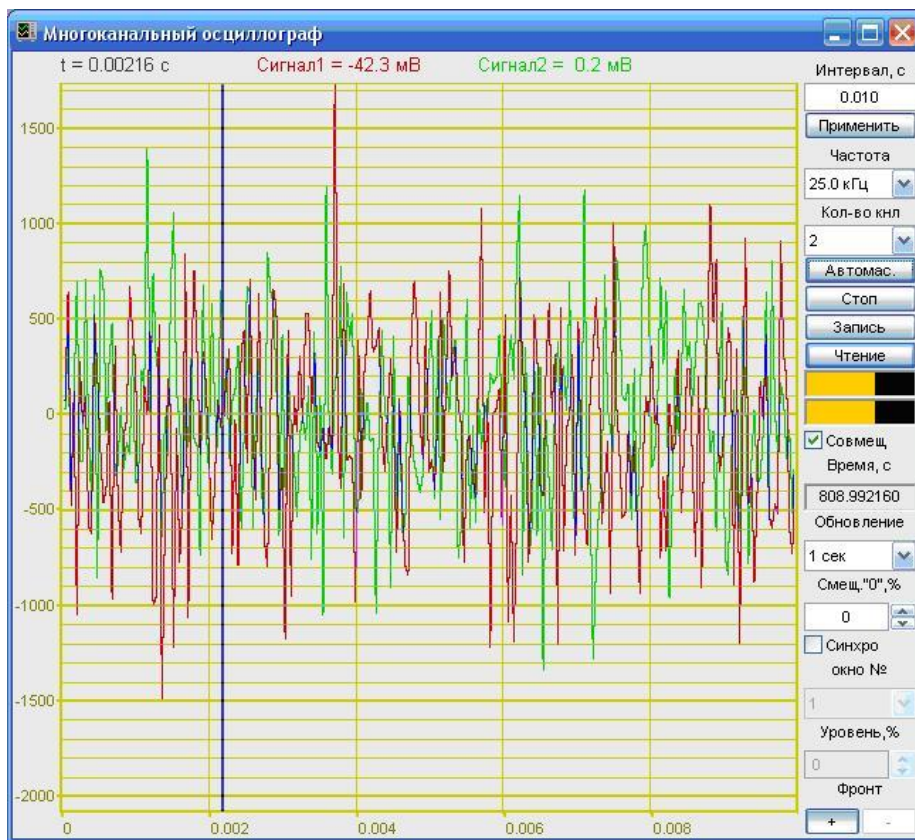


Рисунок 24.4

Поле под надписью **Время, с**, отображается время в секундах, отсчитываемое от момента последнего запуска АЦП или с момента начала воспроизведения сигналов из файла.

В списке , под надписью **Обновление** можно выбрать частоту обновления осциллограмм: медленно – один раз в секунду; быстро – один раз в 0,1 секунды. Для выбора необходимой частоты обновления необходимо нажать левой



кнопкой «мыши» на кнопку  списка, и, в раскрывшемся списке выбрать частоту обновления.

В списке , под надписью **Смещ. "0", %** задается горизонтальное (вдоль временной оси) смещение сигнала. Горизонтальное смещение задается в процентах. Увеличивая или уменьшая смещение можно установить просматриваемый сигнал в удобное положение на осциллограмме. Устанавливается необходимое смещение нажатием левой кнопки «мыши» по кнопкам  списка смещения, либо, нажав левой кнопкой «мыши» по полю списка смещения, прокрутив ролик «мыши», либо, нажав левой кнопкой «мыши» по полю списка смещения, ввести значение с клавиатуры и нажать клавишу <Enter>.

Установка флажка **Синхро** позволяет включить режим синхронизации. Режим синхронизации позволяет получить устойчивое изображение сигнала на осциллограмме. Синхронизация осуществляется по установленным пороговому уровню и фронту одного из выбранных для отображения каналов программы **Многоканальный осциллограф**. Положение отображаемых сигналов относительно точки синхронизации задается в поле **Смещ. "0", %**. При снятии флажка **Синхро** режим синхронизации отключается.

В списке , под надписью **Окно №**, выбирается осциллограмма, относительно сигнала, которой будет производиться синхронизация. Нумерация осциллограмм (окон) – сверху вниз. При снятом флажке **Синхро** этот список заблокирован. Для выбора необходимой осциллограммы, относительно сигнала, которой будет производиться синхронизация, необходимо нажать левой кнопкой «мыши» на кнопку  списка, и, в раскрывшемся списке выбрать номер осциллограмму.

В списке , под надписью **Уровень, %** задается пороговый уровень синхронизации. Пороговый уровень задается в процентах от отображаемого диапазона уровня сигнала. Пороговый уровень синхронизации отображается в виде горизонтальной темно-зеленой линии. При снятом флажке **Синхро** этот список заблокирован. Устанавливается необходимый пороговый уровень нажатием левой кнопки «мыши» по кнопкам  списка порогового уровня, либо, нажав левой кнопкой «мыши» по полю списка порогового уровня, прокрутив ролик «мыши», либо, нажав левой кнопкой «мыши» по полю списка порогового уровня, ввести значение с клавиатуры и нажать клавишу <Enter>.

Кнопки под надписью **Фронт** задают режим синхронизации по нарастающему (нажата кнопка ) или убывающему (нажата кнопка ) фронту сигнала. При снятом флажке **Синхро** эти кнопки заблокированы.

Для выхода из программы необходимо нажать кнопку , расположенную в правом верхнем углу окна.

## 25 Программа XYZ-ОСЦИЛЛОГРАФ

### 25.1 Назначение программы

Программа **XYZ-Осциллограф** предназначена для оценки формы сигнала, измерения мгновенных значений и отображения параметрической зависимости сигналов.

Имеются три последовательности, зависящие от времени:  $X(t)$ ,  $Y(t)$  и  $Z(t)$ . Относительно для этих последовательностей пользователь может построить:

- ✓ временную реализацию в плоскости  $(x,t)$  или  $(y,t)$ ;
- ✓ параметрическую кривую  $(x,y)$ , где  $x=X(t)$ ,  $y=Y(t)$ ,  $T < t < T + \Delta T$  на плоскости XY;
- ✓ параметрическую кривую  $(x,y,t)$ , где  $x=X(t)$ ,  $y=Y(t)$ ,  $T < t < T + \Delta T$  в трехмерном виде в пространстве XYT.
- ✓ параметрическую кривую  $(x, y, z)$ , где  $x=X(t)$ ,  $y=Y(t)$ ,  $z=Z(t)$ ,  $T < t < T + \Delta T$  в трехмерном виде в пространстве XYZ.

### 25.2 Описание программы

Для запуска программы **XYZ-Осциллограф** необходимо из меню **Отображение** (рисунок 25.2) панели **ZETLab** выбрать команду **XYZ-осциллограф**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **XYZ-Осциллограф** (рисунок 25.2). В заголовке окна программы будет отображаться название программы и наименование обрабатываемого канала (каналов).



Рисунок 25.1

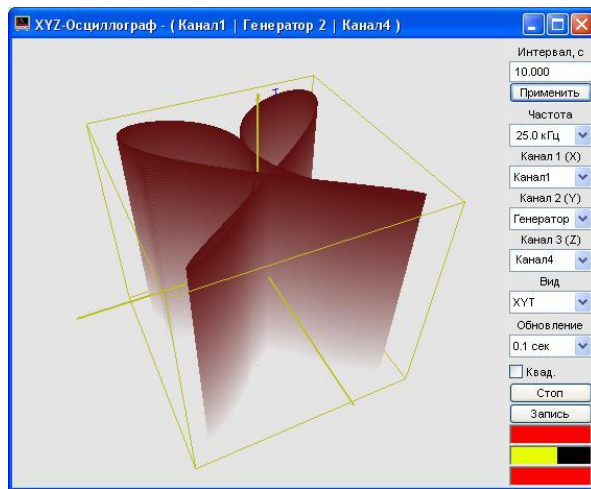


Рисунок 25.2

**Примечание:** программу можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLab** (по умолчанию: `c:\ZETLab\`). Имя запускаемого файла: `XYOscGraph.exe`.

### 25.2.1 Управление курсором и масштабирование графиков

Перемещение курсора графика на нужное время для плоскостей ХТ и УТ осуществляется следующими способами:

- подвести указатель «мыши» на нужное время, нажать, и удерживая нажатой левую кнопку «мыши», дождаться пока курсор графика (вертикальная линия) не сравняется с установленным указателем «мыши». При нажатой и удерживаемой левой клавише «мыши» курсор графика будет следовать за перемещением указателя «мыши» по графику;
- при активном окне программы **XYZ-Осциллограф** нажать левой кнопкой «мыши» на поле графика, и, при помощи ролика «мыши», перемещать курсор графика;

Перемещение курсора графика на нужное значение для плоскости ХУ осуществляется следующим способом подвести указатель «мыши» на нужное значение, нажать, и удерживая нажатой левую кнопку «мыши», дождаться пока курсор графика (перекрещенные горизонтальная и вертикальная линии) не сравняется с установленным указателем «мыши». При нажатой и удерживаемой левой клавише «мыши» курсор графика будет следовать за перемещением указателя «мыши» по графику.

Масштабирование числовых осей для плоскостей ХТ, УТ и ХУ осуществляется при помощи манипулятора «мышь». При перемещении указателя «мыши» вдоль числовых значений осей указатель «мыши» будет принимать внешний вид в соответствии с предполагаемым действием масштабирования графика. После установки указателя нажать левой кнопкой «мыши», либо прокрутить ролик. Растяжение или сжатие графика происходит при помощи указателей принявших вид:  $\longleftrightarrow$ ,  $\rightleftarrows$  – для горизонтальной оси и  $\updownarrow$ ,  $\updownarrow$  – для вертикальной оси. Сдвинуть график вправо/влево или вверх/вниз можно при помощи указателей принявших вид:  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$  – для горизонтальной оси и  $\uparrow$ ,  $\downarrow$  – для вертикальной оси. Если поставить указатель «мыши» на пересечение числовых осей, то он примет вид  $\boxtimes$ . При нажатии левой клавиши «мыши» при указателе такого вида происходит автомасштабирование по оси уровня сигнала.

В трех мерном виде (ХУТ и ХУЗ) сигнал (отношение сигналов) можно визуально рассматривать с любой стороны, вращая его вокруг трех взаимоперпендикулярных осей. Вращение вокруг трех взаимоперпендикулярных осей осуществляется следующим образом – нажимая и удерживая левую кнопку «мыши», перемещая ее по полю графика ХУТ и ХУЗ вращать график вокруг любой из осей.

Увеличение или уменьшение вида ХУТ и ХУЗ осуществляется вращением ролика «мыши».

Двойное нажатие левой кнопки «мыши» по графическому полю вида ХУТ и ХУЗ возвращает график в исходное положение по отношению к осям и масштабу.



### 25.2.1.1 Перенос графической информации в текстовые редакторы

Для копирования графиков любого из видов (ХТ, УТ, ХУ или ХУТ, ХУZ) программы **XYZ-Осциллограф** нажать левой кнопкой «мыши» на поле графика и нажать комбинацию «горячих клавиш» клавиатуры <Ctrl> + <C>. График запишется в буфер Clipboard в формате \*.bmp. Вставить график в любой открытый документ Microsoft Word или Excel можно нажатием «горячих клавиш» клавиатуры <Ctrl> + <V>, или нажатием на правую кнопку «мыши» и выбором в появившемся меню команды **Вставить**.

### 25.2.2 Управление программой ХУ- осциллограф

Кнопки и элементы управления располагаются в правой части окна программы.

Поле, находящееся под надписью **Интервал, с**, служит для ввода временного интервала отображения отношений сигналов (горизонтальная развертка). Максимальное и минимальное значения интервала зависят от выбранного частотного диапазона отображаемых отношений сигналов. Чем больше частотный диапазон, тем больше объем обрабатываемых данных и меньше временной интервал для отображения отношения сигналов, соответственно, чем меньше частотный диапазон, тем меньше объем обрабатываемых данных и больше интервал для отображения отношения сигналов. Значения интервала вводятся с клавиатуры, предварительно установив курсор в поле ввода интервала. Для установки введенного временного интервала необходимо нажать кнопку **Применить**, расположенную под полем ввода интервала, или клавишу <Enter> клавиатуры.

Кнопка **Применить**, служит для установки введенного временного интервала, а также возвращает в исходный масштаб данные по оси времени.

В списке , под надписью **Частота, Гц**, выбирается частотный диапазон отображаемых отношений сигналов. Для выбора необходимого частотного диапазона необходимо нажать левой кнопкой «мыши» на кнопку  списка, и, в раскрывшемся списке, выбрать нужный частотный диапазон. Частотный диапазон зависит от установленной частоты дискретизации, выставленной в программе **Настройка параметров АЦП и ЦАП** (пункт 4 настоящего **Руководства оператора**).

В списке , под надписью **Канал 1 (X)**, выбирается канал для отображения на графиках видов в плоскости X. Для выбора канала необходимо нажать левой кнопкой «мыши» на кнопку  списка, и, в раскрывшемся списке, выбрать нужное количество.

В списке , под надписью **Канал 2 (Y)**, выбирается канал для отображения на графиках видов в плоскости Y. Для выбора канала необходимо нажать левой кнопкой «мыши» на кнопку  списка, и, в раскрывшемся списке, выбрать нужное количество.

В списке , под надписью **Канал 3 (Z)**, выбирается канал для отображения на графиках видов в плоскости Z. Для выбора канала необходимо нажать

левой кнопкой «мыши» на кнопку  списка, и, в раскрывшемся списке, выбрать нужное количество.

В списке , под надписью **Вид**, выбирается вид отображения (ХТ, УТ, ХУ или ХУТ). Для выбора необходимого вида необходимо нажать левой кнопкой «мыши» на кнопку  списка, и, в раскрывшемся списке, выбрать нужный вид.

Графики видов ХТ и УТ - временные реализации (осциллограммы) канала 1 и канала 2 соответственно.

График вида ХУ – параметрическая кривая, где  $x = X(t)$  и  $y = Y(t)$ ,  $T < t < T + \Delta T$  на плоскости ХУ – фигура Лиссажу (рисунок 25.3).

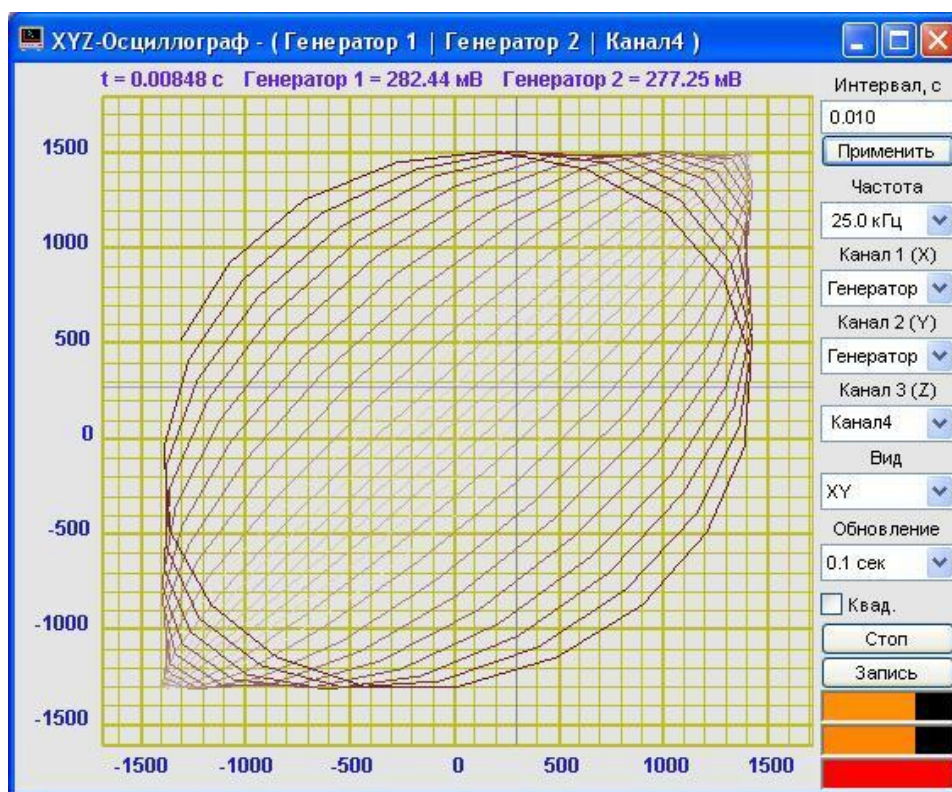


Рисунок 25.3

График вида ХУТ – параметрическая кривая, где  $x = X(t)$ ,  $y = Y(t)$ ,  $T < t < T + \Delta T$  в трехмерном виде в пространстве ХУТ – трехмерная фигура Лиссажу (рисунок 25.4).

График вида XYZ – параметрическая кривая, где  $x = X(t)$ ,  $y = Y(t)$ ,  $z = Z(t)$ ,  $T < t < T + \Delta T$  в трехмерном виде в пространстве XYZ – фигура Лиссажу в динамике (рисунок 25.5).

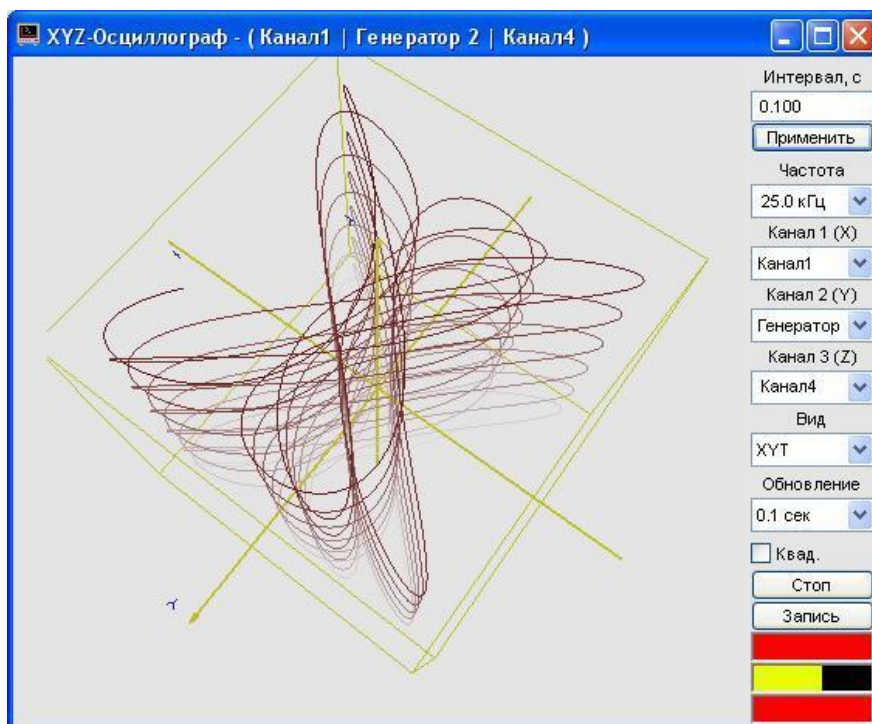


Рисунок 25.4

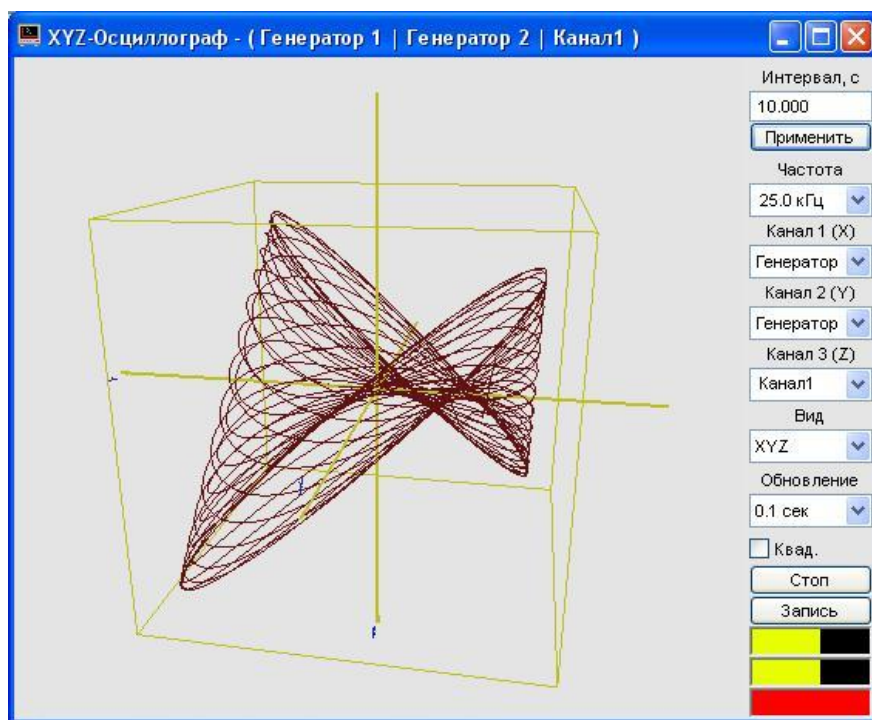


Рисунок 25.5

Флажок **Квад.** служит для выравнивания масштаба по оси X и Y. Нажатая кнопка – происходит выравнивание, отжатая – нет.

Кнопка **Старт** запускает процесс непрерывного отображения сигнала, при этом обнуляются накопленные данные, а название кнопки меняется на **Стоп**.

Кнопка **Стоп** (пауза) останавливает процесс непрерывного отображения сигнала, при этом название кнопки меняется на **Старт**.

Кнопка **Запись** позволяет записать накопленные данные за установленный интервал в текстовый файл с расширением \*.dtn. Нажатие на кнопку открывает стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла, и имя этого файла. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\respect\. Структура файла представлена в таблице 25.1.

Индикатор **Интегральный уровень**  показывает интегральный уровень сигнала по каждому каналу и, при превышении максимально допустимого уровня, перегрузку соответствующего канала. Две третьих части поля индикатора отведены для уровня сигнала, не превышающего максимально допустимый уровень. Чем выше уровень, тем больше заполняется индикатор. При превышении максимально допустимого уровня индикатор заполняется полностью красным цветом. Правый край индикатора останется красным до тех пор, пока перегрузка по каналу не будет снята и пользователь не нажмет на индикатор левой кнопкой «мыши». Количество индикаторов будет соответствовать количеству открытых осциллограмм.

Таблица 25.1

| № строки                 | Строки                                                                                                                                                  | Описание                                                 |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 1                        | Временная реализация сигнала                                                                                                                            | Наименование записи                                      |
| 2                        | Сигнал1+Сигнал2                                                                                                                                         | Название каналов ввода сигнала                           |
| 3                        |                                                                                                                                                         | Пустая строка                                            |
| 4                        | Частотный диапазон - от 0Гц до 25000.000000Гц                                                                                                           | Установленный частотный диапазон для отображения сигнала |
| 5                        | Дата: 10-08-2005                                                                                                                                        | Дата записи файла                                        |
| 6                        | Время: 20:02:47                                                                                                                                         | Время начала записи файла                                |
| 7                        | Время Сигнал1 Сигнал2                                                                                                                                   | Заголовки столбцов данных                                |
| 8                        | с мВ мВ                                                                                                                                                 | Единицы измерения (по столбцам)                          |
| 9-я и последующие строки | Располагаются численные значения данных, представленные в формате с плавающей запятой. В качестве разделителя целой и дробной части используется точка. |                                                          |

Для выхода из программы необходимо нажать кнопку **Выход** или кнопку , расположенную в правом верхнем углу окна.



## 26 Программа XY-ПЛОТТЕР

### 26.1 Назначение программы

Программа предназначена для визуализации (оценки формы) взаимных характеристик двух измеряемых величин. В качестве приборов для визуализации могут быть вольтметры переменного и постоянного тока, селективный вольтметр переменного тока, частотомер и фазометр.

Отображение характеристик в программе XY-плоттер осуществляется в трех плоскостях (XY, XT, YT), а также в трехмерном виде (XYT).

### 26.2 Описание программы

Для запуска программы **XY-Плоттер** необходимо из меню **Отображение** (рисунок 26.1) панели **ZETLab** выбрать команду **XY-плоттер**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **XY-Плоттер** (рисунок 26.2). В заголовке окна программы будет отображаться название программы.



Рисунок 26.1

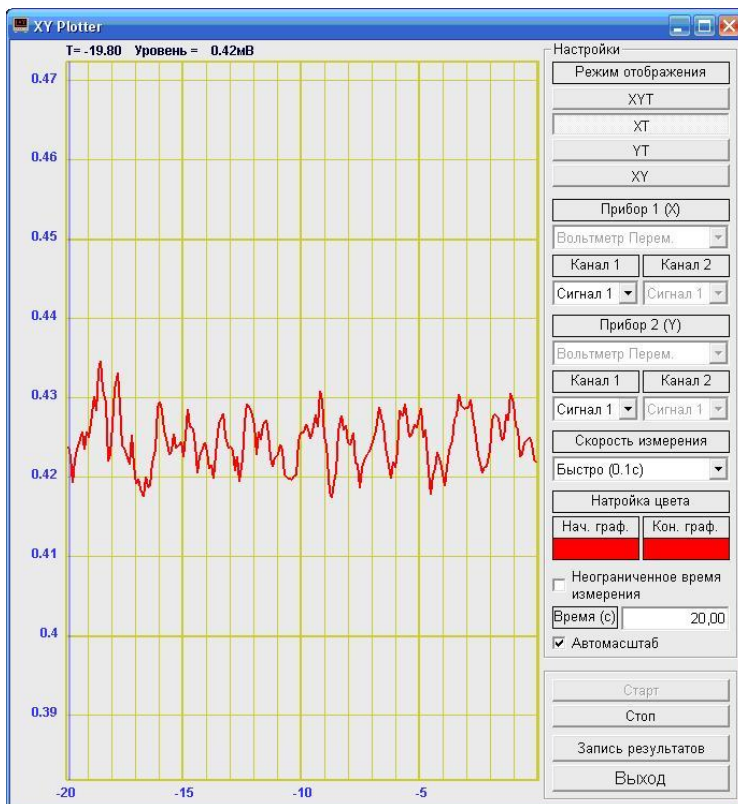


Рисунок 26.2

**Примечание:** программу можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLab** (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: XYPlotter.exe.

### 26.2.1 Управление курсором и масштабирование графика

Перемещение курсора графика на нужное время для плоскостей ХТ и УТ осуществляется следующими способами:

- подвести указатель «мыши» на нужное время, нажать, и удерживая нажатой левую кнопку «мыши», дождаться пока курсор графика (вертикальная линия) не сравняется с установленным указателем «мыши». При нажатой и удерживаемой левой клавише «мыши» курсор графика будет следовать за перемещением указателя «мыши» по графику;
- при активном окне программы **ХУ-Плоттер** нажать левой кнопкой «мыши» на поле графика, и, при помощи ролика «мыши», перемещать курсор графика;
- при активном окне программы **ХУ-Плоттер** перемещение курсора влево осуществляется нажатием и удерживанием кнопки клавиатуры <A> (в латинской раскладке), вправо – <D>.

Перемещение курсора графика на нужное значение для плоскости ХУ осуществляется следующим способом: подвести указатель «мыши» на нужное значение, нажать, и удерживая нажатой левую кнопку «мыши», дождаться пока курсор графика (перекрещенные горизонтальная и вертикальная линии) не сравняется с установленным указателем «мыши». При нажатой и удерживаемой левой клавише «мыши» курсор графика будет следовать за перемещением указателя «мыши» по графику.

Масштабирование числовых осей для плоскостей ХТ, УТ и ХУ осуществляется при помощи манипулятора «мышь». При перемещении указателя «мыши» вдоль числовых значений осей указатель «мыши» будет принимать внешний вид в соответствии с предполагаемым действием масштабирования графика. После установки указателя нажать левой кнопкой «мыши», либо прокрутить ролик. Растяжение или сжатие графика происходит при помощи указателей принявших вид: ,  – для горизонтальной оси и ,  – для вертикальной оси. Сдвинуть график вправо/влево или вверх/вниз можно при помощи указателей принявших вид: ,  – для горизонтальной оси и ,  – для вертикальной оси. Если поставить указатель «мыши» на пересечение числовых осей, то он примет вид . При нажатии левой клавиши «мыши» при указателе такого вида происходит автомасштабирование по оси уровня сигнала.

В трех мерном виде (ХУТ) сигнал (отношение сигналов) можно визуально рассматривать с любой стороны, вращая его вокруг трех взаимоперпендикулярных осей. Вращение вокруг трех взаимоперпендикулярных осей осуществляется следующим образом – нажимая и удерживая левую кнопку «мыши», перемещая ее по полю графика ХУТ вращать график вокруг любой из осей.

Увеличение или уменьшение вида ХУТ осуществляется вращением ролика «мыши».

Двойное нажатие левой кнопки «мыши» по графическому полю вида ХУТ/ХУZ возвращает график в исходное положение по отношению к осям и масштабу.

### 26.2.2 Перенос графической информации в текстовые редакторы

Для копирования графиков любого из видов (ХТ, УТ, ХУ или ХУТ) программы **ХУ-Плоттер** нажать левой кнопкой «мыши» на поле графика и нажать комбинацию «горячих клавиш» клавиатуры <Ctrl> + <C>. График запишется в буфер Clipboard в формате \*.bmp. Вставить график в любой открытый документ Microsoft Word или Excel можно нажатием «горячих клавиш» клавиатуры <Ctrl> + <V>, или нажатием на правую кнопку «мыши» и выбором в появившемся меню команды **Вставить**.

### 26.2.3 Управление программой ХУ-Плоттер

Кнопки и элементы управления располагаются в правой части окна программы.

Под надписью **Режим отображения** располагаются кнопки переключения между режимами отображения. Кнопка **ХУТ** включает отображение взаимных характеристик двух измеряемых величин в трехмерном пространстве. Кнопка **ХТ** включает отображение характеристики измеряемой величины во времени первого прибора (рамка **Прибор 1 (Х)**). Кнопка **УТ** включает отображение характеристики измеряемой величины во времени второго прибора (рамка **Прибор 2 (У)**). Кнопка **ХУ** включает отображение взаимных характеристик двух измеряемых величин в двухмерной плоскости.

Выбор приборов для отображения взаимных характеристик производится в полях списков , расположенных соответственно, для первого прибора под надписью **Прибор 1 (Х)**, для второго прибора под надписью **Прибор 2 (У)**. Для выбора прибора необходимо нажать левой кнопкой «мыши» на кнопку  списка, и, в раскрывшемся списке, выбрать нужный прибор (вольтметры переменного и постоянного тока, селективный вольтметр переменного тока, частотомер или фазометр).

Выбор измерительных каналов осуществляется в полях списков , расположенных соответственно, для первого прибора под полем списка первого прибора, для второго прибора под полем списка второго прибора. Для выбора измерительного канала необходимо нажать левой кнопкой «мыши» на кнопку  списка, и, в раскрывшемся списке, выбрать нужный канал. При выборе в качестве прибора фазометра будет доступно два поля списка выбора измерительных каналов. Это обусловлено тем, что программа **Фазометр** определяет фазу между двумя сигналами.

В поле списке , под надписью **Скорость измерения**, выбирается частота обновления графиков: медленно – один раз в секунду; быстро – один раз в 0,1 секунды. Для выбора необходимой частоты обновления необходимо нажать левой кнопкой «мыши» на кнопку  списка, и, в раскрывшемся списке выбрать необходимую частоту обновления.

Под надписью **Настройка цвета** располагаются настраиваемый параметр выбора цвета графика. График может быть двухцветным, если начало графика задать одним цветом, конец другим. При этом будет плавный переход цвета от начала графика к его концу. Выбор цвета (цветов) графика осуществляется нажатием левой кнопкой «мыши» на поле выбора цвета расположенное для начала графика под

надписью **Нач. граф.**, для конца под надписью **Кон. граф.** При нажатии на поле выбора цвета открывается стандартное диалоговое окно выбора цвета, в котором надо указать наиболее приятный для восприятия цвет.

Флажок, расположенный слева от надписи **Неограниченное время отображения**, служит для непрерывного накопления данных на графиках. Установленный флажок – данные будут накапливаться, снятый – нет.

Поле ввода, расположенное справа от надписи **Время (с)**, предназначено для ввода временного интервала отображения данных (горизонтальная развертка). Если установлен флажок **Неограниченное время отображения**, то поле ввода временного интервала будет не доступно.

Флажок **Автомасштаб** служит для автоматического масштабирования (приведение масштаба графика к отображаемым данным). Установленный флажок – графики будут автоматически масштабироваться относительно отображаемых на них данных, снятый – нет.

Кнопка **Старт** запускает процесс непрерывного отображения данных, при этом накопленные данные обнуляются.

Кнопка **Стоп** (пауза) останавливает процесс непрерывного отображения. Дальнейшее продолжение процесса осуществляется нажатием кнопки **Старт**.

Кнопка **Запись результатов** позволяет записать накопленные данные за установленный интервал в текстовый файл с расширением \*.dtn. Нажатие на кнопку открывает стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла, и имя этого файла. Структура файла представлена в таблице 26.1.

Таблица 26.1

| Номер строки             | Строки                                                                                                                                                  | Описание                                      |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1                        | XY - Плоттер                                                                                                                                            | Название программы                            |
| 2                        | X=Вольтметр Пост.<br>Y=Вольтметр Пост.                                                                                                                  | Название приборов задействованных в программе |
| 3                        |                                                                                                                                                         | Пустая строка                                 |
| 4                        | Кол-во секунд измерения: 20                                                                                                                             | Установленный интервал отображения            |
| 5                        | Дата: 10-08-2005                                                                                                                                        | Дата записи файла                             |
| 6                        | Время: 20:02:47                                                                                                                                         | Время начала записи файла                     |
| 7                        | Время Сигнал1 Сигнал2                                                                                                                                   | Заголовки столбцов данных                     |
| 8                        | с мВ мВ                                                                                                                                                 | Единицы измерения (по столбцам)               |
| 9-я и последующие строки | Располагаются численные значения данных, представленные в формате с плавающей запятой. В качестве разделителя целой и дробной части используется точка. |                                               |

Для выхода из программы необходимо нажать кнопку **Выход** или кнопку , расположенную в правом верхнем углу окна.



## 27 Программа ПРОСМОТР И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

### 27.1 Назначение программы

Программа предназначена для просмотра и обработки результатов, полученных с помощью программ ZETLab.

#### 27.1.1 Основные возможности программы

Программа просмотра и обработки результатов позволяет:

- ✓ загружать одновременно несколько файлов данных, полученных с помощью программ ZETLab;
- ✓ копировать и вставлять данные из программ ZETLab выполняющихся в реальном времени;
- ✓ просматривать данные в графическом виде;
- ✓ редактировать данные в табличном виде;
- ✓ объединять графики с пересчетом масштабов по частоте и времени;
- ✓ проводить различные операции со столбцами данных - суммировать, вычитать, сглаживать, выполнять различные математические операции, рассчитывать различные параметры;

### 27.2 Описание программы

Для запуска программы **Просмотр результатов** необходимо в меню **Отображение** (рисунок 27.1) панели **ZETLab** выбрать команду **Просмотр результатов**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Просмотр результатов** (рисунок 27.2). В заголовке окна программы будет отображаться название программы.

**Примечание:** программу можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLab** (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: ResultViewer.exe.



Рисунок 27.1

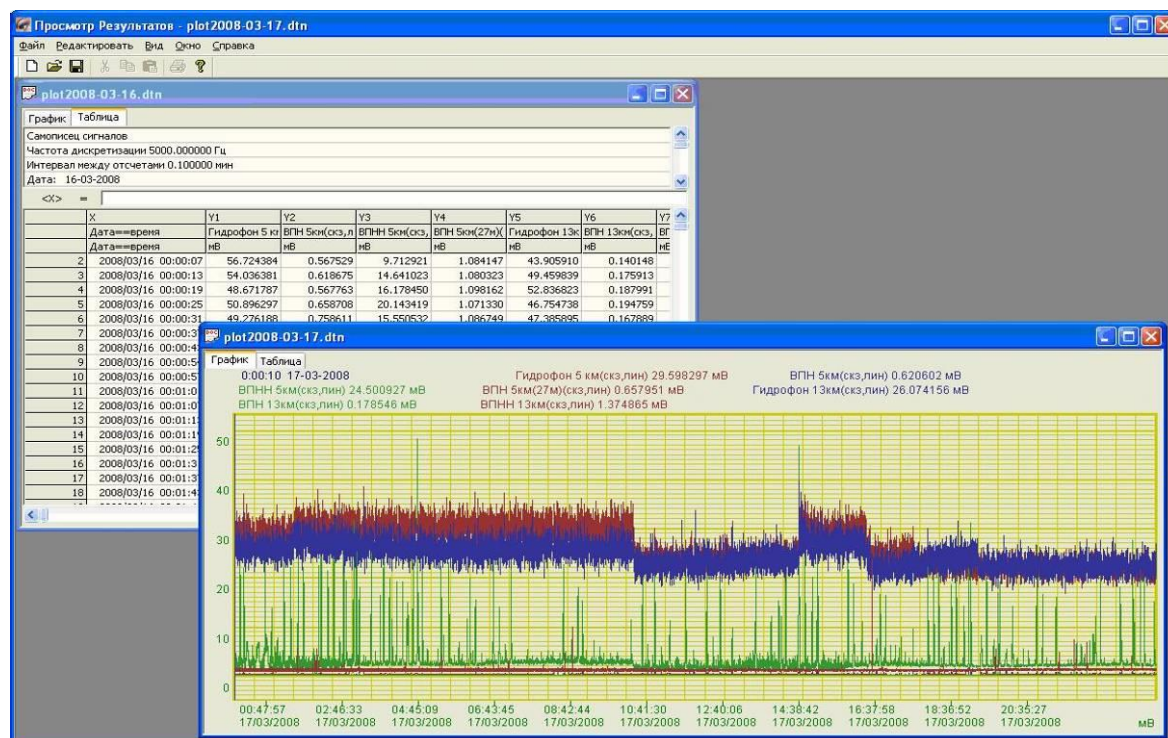


Рисунок 27.2

### 27.2.1 Структура меню

Строка меню расположена в верхней части главного окна программы. В ней отображаются названия всех разделов меню команд.

Для выполнения какой-либо команды нужно нажать левой кнопкой «мыши» на название соответствующего раздела меню, из развернувшегося списка команд этого раздела выбрать нужную команду и нажать на нее левой кнопкой «мыши». Также можно перемещаться по командам меню с помощью клавиш клавиатуры со стрелками и выбирать нужную команду нажатием клавиши <Enter>. Некоторые из команд меню могут иметь клавиши быстрого запуска, в этом случае напротив названия этой команды будет отображено сочетание клавиш клавиатуры для быстрого запуска команды. Знак «+» в комбинации клавиш означает, что для выполнения команды необходимо нажать сначала 1-ю клавишу, а затем, удерживая ее, нажать 2-ю. Например, для выхода сохранения текущего файла конфигурации необходимо, удерживая клавишу <Ctrl>, нажать на клавишу <S> (в латинской раскладке клавиатуры).

#### 27.2.1.1 Меню Файл

Меню **Файл** содержит следующие команды:

- Создать;
- Открыть;
- Заккрыть;
- Сохранить;

- Сохранить Как;
- Выход.

#### 27.2.1.1.1 Команда Создать

Позволяет создать новый файл с расширением \*.dtn. Создать новый файл также можно нажатием на клавиатуре комбинации «горячих клавиш» <Ctrl> + <N>, либо нажатием кнопки  на панели инструментов. При этом открытые файлы не закрываются.

#### 27.2.1.1.2 Команда Открыть

При нажатии команды **Открыть** в меню **Файл** появляется окно выбора файла. Просматриваемые файлы должны иметь расширение \*.dtn или \*.grn. Создать новый файл также можно нажатием на клавиатуре комбинации «горячих клавиш» <Ctrl> + <O>, либо нажатием кнопки  на панели инструментов. При этом открытые файлы не закрываются.

#### 27.2.1.1.3 Команда Заккрыть

Закрывает активное окно (файл). Заккрытие одного файла также осуществляется нажатием кнопки , расположенной в правом верхнем углу окна.

#### 27.2.1.1.4 Команда Сохранить

Позволяет сохранить внесенные изменения в выбранном файле. Сохранить изменения также можно нажатием на клавиатуре комбинации «горячих клавиш» <Ctrl> + <S>, либо нажатием кнопки  на панели инструментов.

#### 27.2.1.1.5 Команда Сохранить Как

Позволяет сохранить внесенные изменения в выбранном файле и вызывает стандартное окно сохранения файла.

#### 27.2.1.1.6 Команда Выход

Позволяет выйти из программы **Просмотр результатов**. Выход из программы осуществляется нажатием кнопки , расположенной в правом верхнем углу окна программы.

Также в меню **Файл** отображаются последние открытые файлы.

#### 27.2.1.2 Меню Редактировать

Меню **Редактировать** содержит следующие команды:

- Вырезать;
- Копировать;
- Вставить;

#### 27.2.1.2.1 Команда Вырезать

Позволяет удалить выделенный фрагмент в файле. Вырезать выделенный фрагмент в файле также можно нажатием на клавиатуре комбинации «горячих клавиш» <Ctrl> + <X>, либо нажатием кнопки  на панели инструментов.

#### 27.2.1.2.2 Команда Копировать

Позволяет копировать выделенный фрагмент в файл. Копировать выделенный фрагмент в файл также можно нажатием на клавиатуре комбинации «горячих клавиш» <Ctrl> + <C>, либо нажатием кнопки  на панели инструментов.

#### 27.2.1.2.3 Команда Вставить

Позволяет вставить скопированный фрагмент в файл. Вставить скопированный фрагмент в файл также можно нажатием на клавиатуре комбинации «горячих клавиш» <Ctrl> + <V>, либо нажатием кнопки  на панели инструментов.

#### 27.2.1.3 Меню Вид

Меню **Вид** содержит одну единственную команду: **Панель инструментов**, которая позволяет спрятать либо показать панель инструментов.

#### 27.2.1.4 Меню Окно

Меню **Окно** содержит следующие команды:

- Новое окно;
- Упорядочить окна каскадом;
- Упорядочить окна плиткой;
- Выводить иконки всех окон.

##### 27.2.1.4.1 Команда Новое окно

Позволяет создать новый файл с расширением \*.dtn. Создать новый файл также можно нажатием на клавиатуре комбинации «горячих клавиш» <Ctrl> + <N>, либо нажатием кнопки  на панели инструментов. При этом открытые файлы не закрываются.

##### 27.2.1.4.2 Команда Упорядочить окна каскадом

Упорядочивает все несвернутые окна каскадом, делая их одинакового размера.

##### 27.2.1.4.3 Команда Упорядочить окна плиткой

Упорядочивает все несвернутые окна плиткой, делая их одинакового размера и распределяя по всей рабочей области окна программы **Просмотр результатов**.

##### 27.2.1.4.4 Команда Выводить иконки всех окон

Выводит иконки всех окон.

В меню **Окно** после всех команд располагается список всех открытых файлов, среди которых выделен галочкой тот файл, в котором в данный момент просматриваются или редактируются результаты. Окно активного файла располагается поверх других окон.

### 27.2.1.5 Меню Справка

Меню **Справка** содержит команду: **О программе**.

Выбор команды открывает информативное окно **О программе...**, которое также может быть вызвано нажатием клавиши **?** на панели инструментов. Справочное окно, содержащее информацию о пользовательском интерфейсе и назначении программы вызывается по функциональной клавише – <F1>.

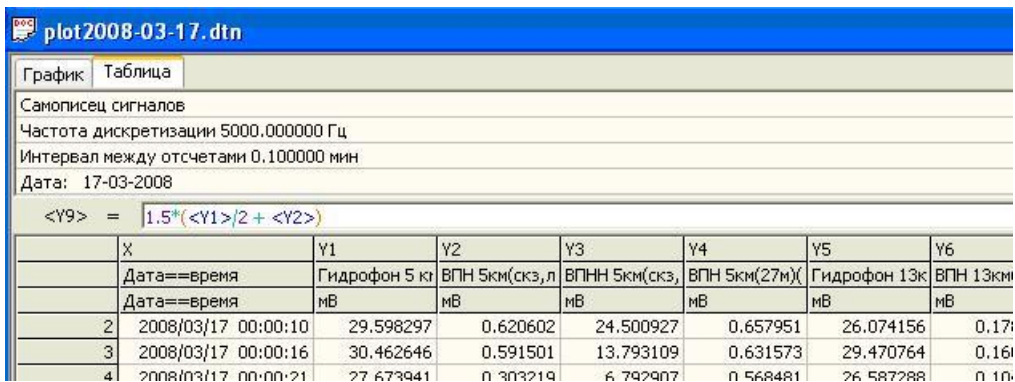
## 27.2.2 Работа с программой

### 27.2.2.1 Закладки

Каждое окно, содержащее либо новый документ, либо открытый файл, имеет две закладки. На первой закладке содержится графическое представление данных. На второй представлены те же данные, но в табличном виде, где их можно редактировать. Все изменения произведенные в табличном виде, отображаются в графическом представлении.

### 27.2.2.2 Синтаксис

В качестве сообщения об ошибке программа подсвечивает красным цветом имя столбца, выражение для которого неверно. Для правильно введенных выражений имя столбца подсвечивается синим. Ошибки в самом выражении так же выделяются красным.



|             | X                   | Y1            | Y2            | Y3            | Y4           | Y5        | Y6   |
|-------------|---------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|-----------|------|
| Дата==время | Гидрофон 5 км       | ВГН 5км(скз,л | ВГНН 5км(скз, | ВГН 5км(27м)( | Гидрофон 13к | ВГН 13км  |      |
| Дата==время | мВ                  | мВ            | мВ            | мВ            | мВ           | мВ        | мВ   |
| 2           | 2008/03/17 00:00:10 | 29.598297     | 0.620602      | 24.500927     | 0.657951     | 26.074156 | 0.17 |
| 3           | 2008/03/17 00:00:16 | 30.462646     | 0.591501      | 13.793109     | 0.631573     | 29.470764 | 0.16 |
| 4           | 2008/03/17 00:00:21 | 27.673941     | 0.303219      | 6.792907      | 0.568481     | 26.587288 | 0.10 |

Рисунок 27.3

Знаки арифметических операций выделяются голубым цветом (рисунок 27.3). Скобки подсвечиваются коричневым цветом (рисунок 27.3).





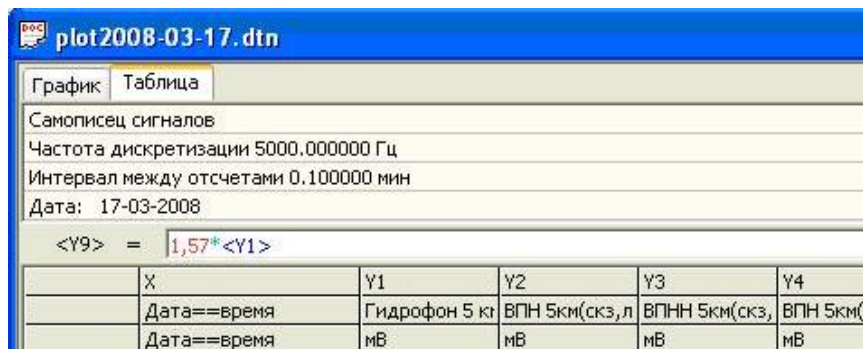


Рисунок 27.6

### 27.2.2.3 Редактирование

После открытия файла, табличные данные можно редактировать

Можно скопировать столбец, или любой другой выделенный фрагмент в одном файле (рисунок 27.7) и вставить его во втором файле (рисунок 27.8). Если разрешение по <X> первого файла не совпадает с разрешением по <X> второго файла. Можно воспользоваться вставкой с интерполяцией. Значения по Y будут пересчитаны в новом масштабе частоты или времени.

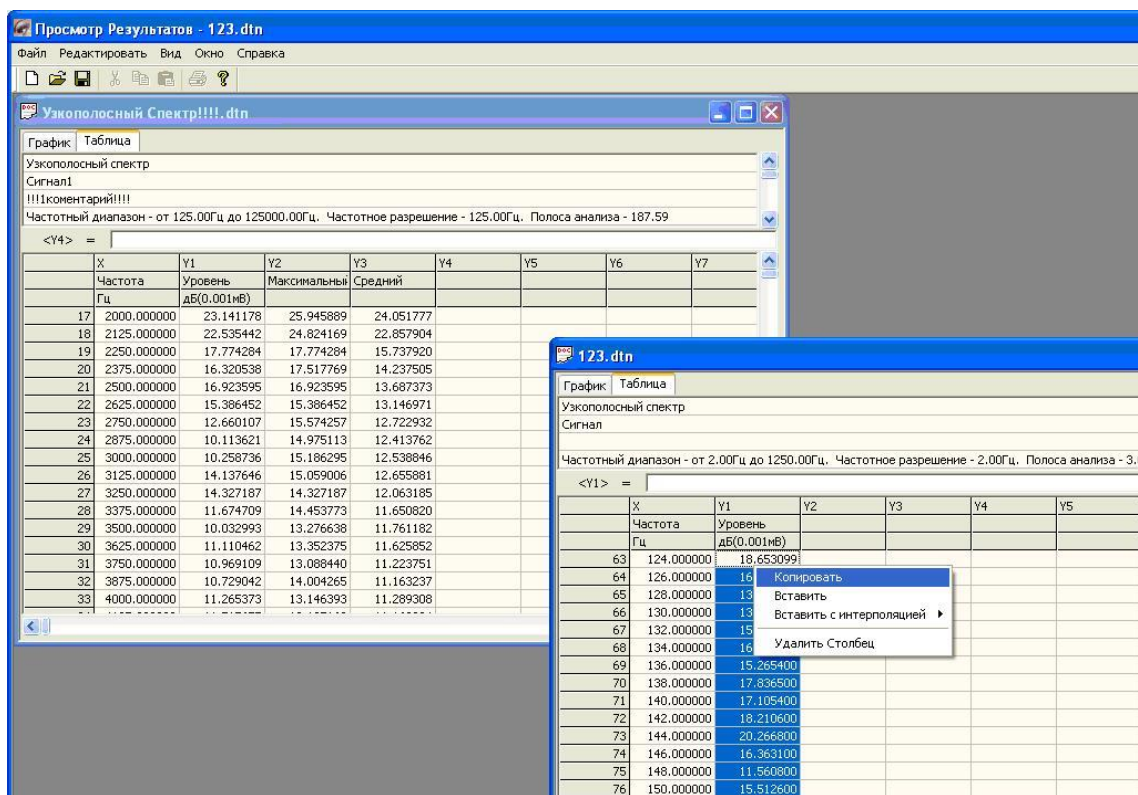


Рисунок 27.7

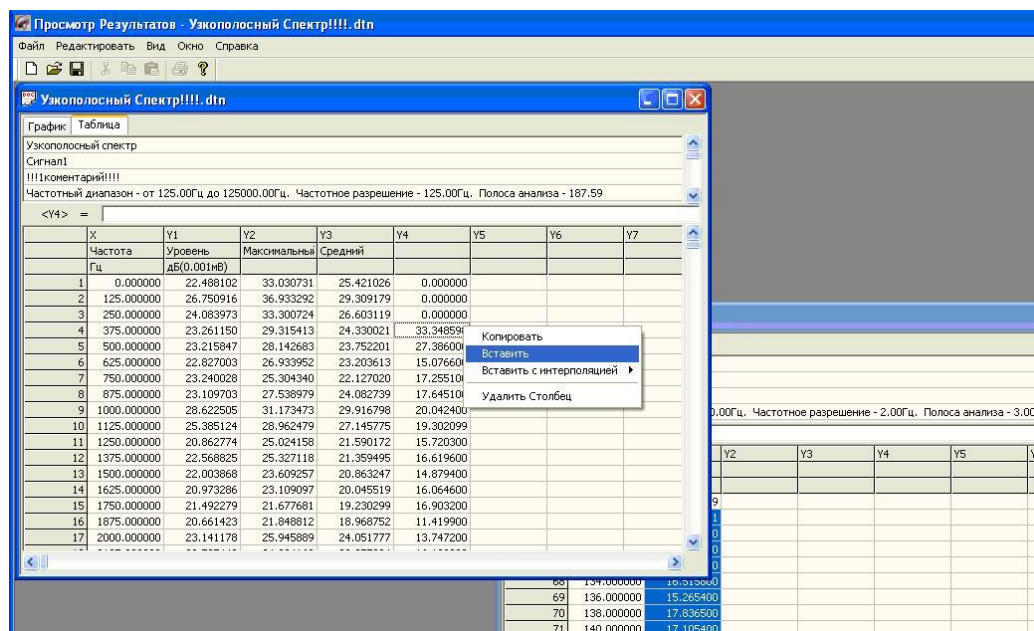


Рисунок 27.8

Имеется возможность непосредственного редактирования ячеек двойным кликом по какой либо из ячеек. Если столбец еще не существует, то он будет создан. Если выбрана не нулевая позиция в столбце, все позиции меньше выбранной будут заполнены нулями (рисунок 27.9).

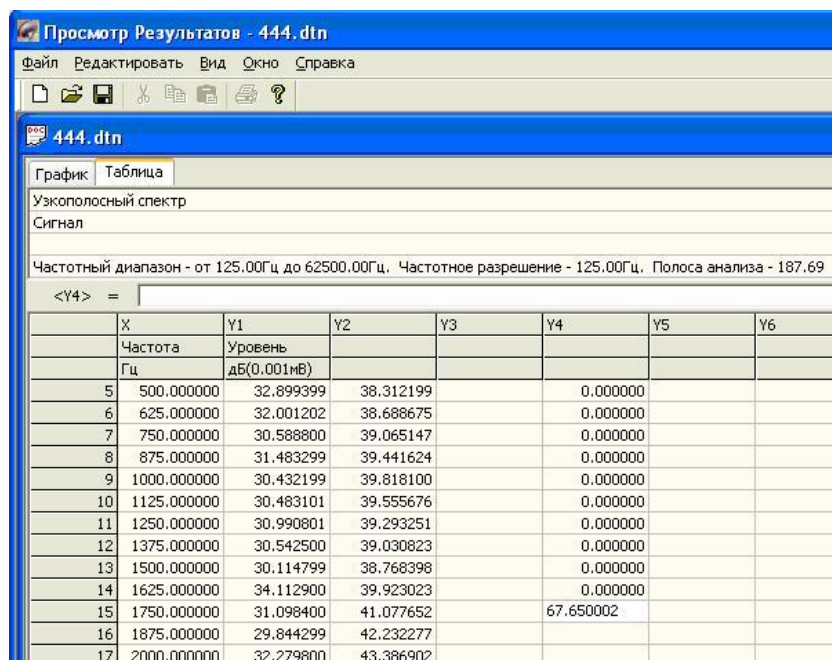


Рисунок 27.9



#### **27.2.2.4    *Операции***

**"+"** - сложение столбцов, констант, результатов вычисления выражений

**"-"** - разность столбцов, констант, результатов вычисления выражений

**"\*"** - произведение столбцов, констант, результатов вычисления выражений

**"/"** - частное столбцов, констант, результатов вычисления выражений.

#### **27.2.2.5    *Математические функции***

**Ln** (<канал 1>) - вычисление натурального логарифма значений по каналу

**Lg** (<канал 1>) - вычисление десятичного логарифма значений по каналу

**Exp** (<канал 1>) - вычисление экспоненты значений по каналу

**Sqr** (<канал 1>) - вычисление квадрата значений по каналу

**Sqrt** (<канал 1>) - вычисление квадратного корня по каналу

**Sin** (<канал 1>) - вычисление синуса значений по каналу

**Cos** (<канал 1>) - вычисление косинуса значений по каналу

#### **27.2.2.6    *Измерительные функции***

**Min** (<канал 1>) - находит минимальное значение по каналу

**Max** (<канал 1>) - находит максимальное значение по каналу



## 28 Программа ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ

### 28.1 Назначение программы

Программа **Генератор сигналов** предназначена для формирования сигналов различной формы, амплитуды и частоты на выходных каналах устройств, производимых ЗАО "Электронные технологии и метрологические системы". Функционально программа **Генератор сигналов** заменяет стационарные генераторы, используемые в лабораторных условиях.

Программа **Генератор сигналов** порождает виртуальный канал, который в списках выбора каналов в программах из состава **ZETLab** появится с названием **Генератор 1**. Данными этого виртуального канала будут данные с выхода цифро-аналогового преобразователя (выход генератора) и будут доступны для последующего анализа другим программам из состава **ZETLab**.

Программа позволяет управление одновременно несколькими выходами генератора сигналов (цифроаналоговыми преобразователями) как одного подключенного устройства, так и нескольких.

В программе **Генератор сигналов** реализована возможность получения на выходе генератора сложных сигналов путем смешивания различных типов генерируемых сигналов.

---

**Внимание!** Программа **Генератор сигналов** поставляется только с устройствами, в состав которых входит цифроаналоговый преобразователь (ЦАП).

---

#### 28.1.1 Типы генерируемого сигнала

Типы генерируемого сигнала программой **Генератор сигналов** на выходных каналах:

- ✓ синусоидальный сигнал;
- ✓ радиоимпульсный сигнал;
- ✓ белый, полосовой, розовый и детерминированный шум;
- ✓ частотно-модулированный сигнал с линейной разверткой по частоте (ЛинЧМ);
- ✓ частотно-модулированный сигнал с логарифмической разверткой по частоте (ЛогЧМ);
- ✓ импульсный сигнал;
- ✓ генерация сигнала из файла;
- ✓ амплитудно-модулированный сигнал;
- ✓ частотно-модулированный сигнал;
- ✓ пилообразный сигнал;
- ✓ коды Баркера;
- ✓ воспроизведение сигналов, поступающих на входные каналы.

## 28.2 Описание программы

Для запуска программы **Генератор сигналов** необходимо из меню **Генераторы** (рисунок 28.1) панели **ZETLab** выбрать команду **Генератор сигналов**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Генератор сигналов** (рисунок 28.2). В заголовке окна, после запуска программы, будет отображаться название программы.

Количество запускаемых программ **Генератор сигналов** определяется количеством используемых в измерительной системе устройств, производимых ЗАО "Электронные технологии и метрологические системы", с установленными в них ЦАП. Например, внешний модуль «ZET 2XX» имеет два выхода генератора, соответственно можно запустить две программы **Генератор сигналов**.

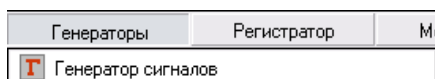


Рисунок 28.1

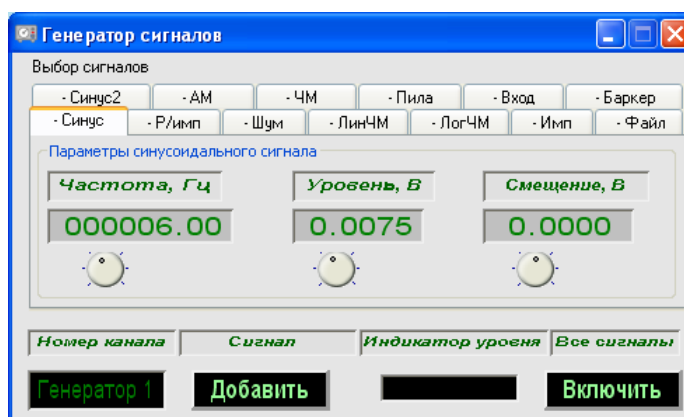


Рисунок 28.2

**Примечание:** программу можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLab** (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: DAC\_OCX.exe.

### 28.2.1 Управление программой Генератор сигналов

В верхней части программы располагаются вкладки с названиями типов генерируемого сигнала. Для выбора того или иного типа генерируемого сигнала необходимо подвести курсор «мыши» к вкладке с названием сигнала, который хотим получить на выходе генератора, и нажать левую кнопку «мыши». В выбранной вкладке, в середине рабочего окна программы **Генератор сигналов**, отобразятся элементы настройки выбранного типа сигнала.

Основными элементами настроек параметров генерируемых сигналов являются поля ввода и установки параметров **001000.00** и регуляторы больше/меньше для этих параметров . Регуляторы располагаются каждый под своим полем ввода и установки параметра.

Регулятором больше/меньше изменение значения параметра возможно двумя способами: нажав на регулятор и удерживая нажатой левую кнопку «мыши» поворо-

том регулятора по часовой стрелке увеличить параметр, против – уменьшить; нажав на регулятор левой кнопкой «мыши», при этом на самом регуляторе подсветится красным цветом метка (маленький кружок), прокруткой ролика «мыши» увеличить/уменьшить значение параметра.

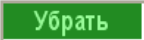
Изменение значения параметра также возможно непосредственно в самом поле ввода и установки параметра. Для этого необходимо нажать левую кнопку «мыши» на поле ввода и установить указатель «мыши» на разряд, в котором будет изменяться значение, при этом фон выбранного разряда подсветится **000313.01**. Каждый разряд имеет изменяемое численное значение от 0 до 9. Далее для изменения значения в разряде, удерживая положение курсора «мыши» на этом разряде, необходимо ввести значение с клавиатуры или прокруткой ролика «мыши» изменить значение. При вводе значения с клавиатуры, после ввода значения в выбранном разряде, подсветка перейдет в следующий младший разряд, в котором можно будет продолжать ввод, и так далее до самого младшего разряда. Установив курсор «мыши» на самый младший разряд можно кнопкой клавиатуры <Backspace> («забой») обнулить все значение либо часть его в поле ввода и заново ввести. При увеличении численного значения в разряде прокруткой ролика «мыши» (курсор «мыши» должен быть установлен на изменяемом разряде) значение в этом разряде будет увеличиваться, и с каждым новым оборотом значений в этом разряде будут увеличиваться значения старших разрядов. При уменьшении численного значения в разряде прокруткой ролика «мыши» значение в этом разряде будет уменьшаться, и с каждым новым оборотом значений в этом разряде будут уменьшаться значения старших разрядов.

Установка численных значений параметров в полях ввода и установки также возможна и в текстовом поле, которое появляется после быстрого двойного нажатия левой кнопкой «мыши» по конкретному полю ввода и установки. В этом текстовом поле значение того или иного параметра вводится с цифровых клавиш клавиатуры.

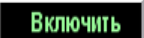
В нижней части окна программы **Генератор сигнала** располагаются элементы управления включением генерирования выбранных сигналов, выбор выходного канала и индикация выходного уровня.

Поле выбора выходного канала генератора **Генератор 1**, расположенное под надписью **Номер канала**, предназначено для выбора канала генерирования сигналов. Для выбора выходного канала необходимо нажать правой кнопкой «мыши» на это поле и в раскрывшемся списке левой кнопкой «мыши» выбрать необходимый выходной канал.

Кнопка **Добавить** **Добавить**, расположенная под надписью **Сигнал**, предназначена для предварительного включения выбранного для генерирования сигнала. Сигнал при этом, не будет подаваться на выход генератора. Сигнал на выходе генератора будет подаваться только после нажатия кнопки **Включить** (описывается ниже), расположенной под надписью **Все сигналы**. Индивидуальная кнопка **Включить** для каждого типа сигнала (вкладки) своя. Одновременно в одной программе может быть включено несколько типов сигналов, то есть будет генерироваться сигнал сложной (смешанной) формы. После нажатия кнопки она подсветится, изменится название кнопки на **Убрать**, а в названии вкладки, выбранного для генерирования сигнала, появится знак «+» (плюс), говорящий о том, что этот сигнал будет

подаваться на выход генератора. Выключение, какого-либо из выбранных для генерирования сигналов, осуществляется нажатием на подсвеченную кнопку **Убрать** , после чего этот тип сигнала перестанет подаваться на выход генератора, кнопка перестанет подсвечиваться, надпись изменится на **Добавить**, а в названии вкладки появится знак «-» (минус).

Индикатор уровня , расположенный под надписью **Индикатор уровня**, показывает суммарный интегральный уровень выходного сигнала и, при превышении максимально допустимого уровня, перегрузку выходного канала генератора. Две третьих части поля индикатора отведены для уровня выходного сигнала, не превышающего максимально допустимый уровень. Чем выше уровень, тем больше заполняется индикатор. При превышении максимально допустимого уровня, индикатор заполняется полностью красным цветом. Правый край индикатора останется красным до тех пор, пока перегрузка по выходному каналу генератора не будет снята и пользователь не нажмет на индикатор левой кнопкой «мыши».

Кнопка **Включить** , расположенная под надписью **Все сигналы**, предназначена для включения генерирования сигналов. Глобальная кнопка **Включить** запускает генератор сигналов с такими параметрами сигнала (сигнала сложной формы) какие были установлены во вкладках типов сигналов и в который были нажаты кнопки **Добавить** сигнал.

Для выхода из программы необходимо нажать кнопку , расположенную в правом верхнем углу окна. После выхода из программы будут сохранены последние настройки, и при следующем запуске все параметры будут такими же, как и до последнего выхода из программы.

### 28.2.1.1 Синусоидальный сигнал

Для генерирования синусоидального сигнала с заданной частотой, уровнем и смещением постоянной составляющей необходимо в программе **Генератор сигналов** перейти на вкладку **-Синус** или вкладку **-Синус2**. Для этого нажать левой клавишей «мыши» на вкладку с названием **-Синус** или **-Синус2**, после чего в окне программы **Генератор сигналов** отобразятся элементы задания параметров синусоидального сигнала. Амплитуда синусоидального сигнала рассчитывается по формуле:

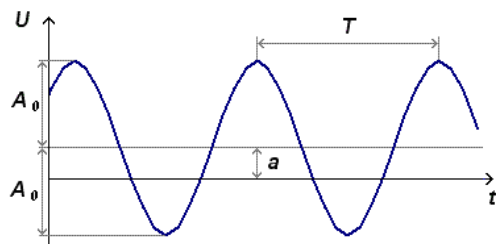


Рисунок 28.3

$$A(t) = A_0 \cdot \sin(\omega t + \varphi_0), \text{ где:}$$

$$A_0 = 2V_{rms} / \sqrt{2} - \text{начальная амплитуда сигнала,}$$

$$\omega = 2\pi f - \text{фаза сигнала } (f = 1/T),$$

$t$  – текущее время,

$\varphi_0$  – начальная фаза сигнала.

Поле ввода и установки, расположенное под надписью **Частота, Гц**, предназначено для ввода частоты генерируемого синусоидального сигнала. Частота задает-

ся в герцах (Гц). Частота сигнала связана с его периодом (« $T$ » на рисунке 28.3) соотношением  $f=1/T$ .

Поле ввода и установки, расположенное под надписью **Уровень, В**, предназначено для задания среднеквадратичного значения (СКЗ) уровня, с которым будет генерироваться сигнал. При этом амплитуда (« $A_0$ » на рисунке 28.3) сигнала (пиковое значение) будет равна  $СКЗ \cdot \sqrt{2}$ . Уровень задается в вольтах (В).

Поле ввода, расположенное под надписью **Смещение, В**, предназначено для задания смещения постоянной составляющей, с которой будет генерироваться сигнал. Смещение задается в вольтах (В). На рисунке 28.3 смещение постоянной составляющей обозначено параметром « $a$ »

После установки необходимых параметров синусоидального сигнала и начала генерирования (начало генерирования происходит после последовательного нажатия кнопки **Добавить** сигнал и кнопки **Включить** все сигналы) окно программы примет вид как показано на рисунке 28.4.

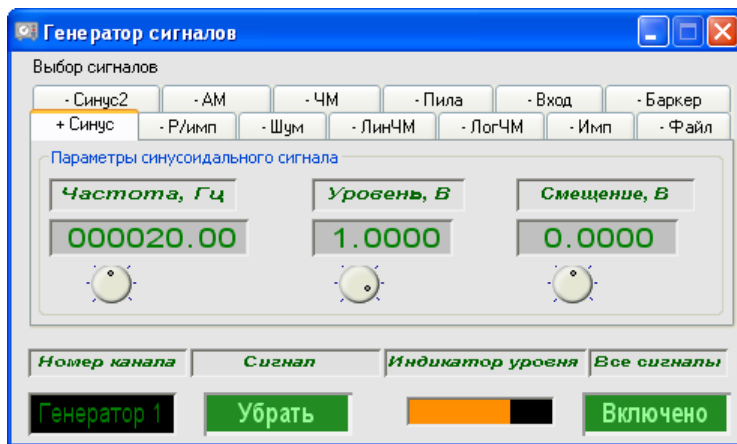


Рисунок 28.4

На рисунке 28.5 показана осциллограмма синусоидального сигнала.

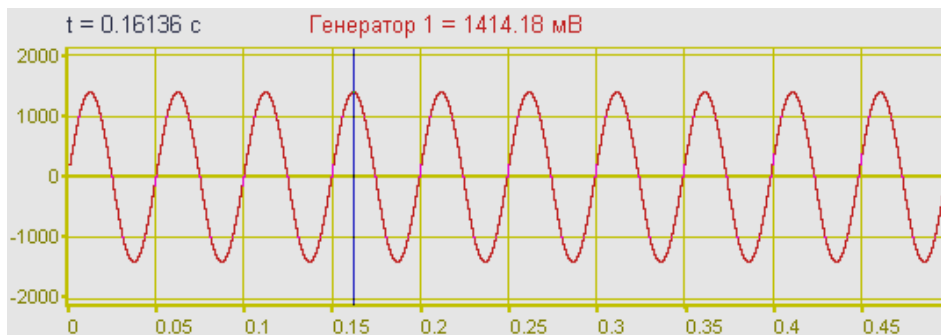


Рисунок 28.5



### 28.2.1.2 Радиоимпульс

Радиоимпульсный сигнал представляет собой сигнал с кратковременным изменением установившегося состояния, характеризующийся малым интервалом времени по сравнению с временными характеристиками установившегося процесса.

$$A = \begin{cases} A_0 \sin \omega_1 Nt, & \text{если } \omega_1 Nt < \omega t \\ 0 & \text{если } \omega_1 Nt > \omega t \end{cases}$$

где:

$A_0$  = амплитуда сигнала,

$\omega = 2\pi f$  – фаза сигнала,

$f$  - частота сигнала,

связана с его периодом  $T$  зависимостью  $f = 1/T$

$t$  – текущее время,

$N$  – коэффициент заполнения.

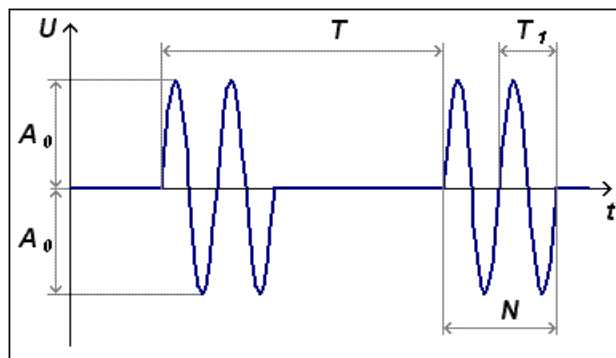


Рисунок 28.6

Для генерирования радиоимпульсного сигнала (прерывистые колебания) с заданными параметрами необходимо в программе **Генератор сигналов** перейти на вкладку **-Р/имп.** Для этого нажать левой клавишей «мыши» на вкладку с названием **-Р/имп.**, после чего в окне программы **Генератор сигналов** отобразятся элементы задания параметров радиоимпульсного сигнала.

Поле ввода, расположенное под надписью **Частота запол.**, предназначено для задания частоты заполнения (несущей частоты), с которой будут генерироваться радиоимпульсы. Частота заполнения задается в герцах (Гц). Связана с периодом  $T_1$  на рисунке 28.21 соотношением  $f_{\text{запол}} = 1/T_1$ .

Поле ввода, расположенное под надписью **Амплитуда**, предназначено для задания амплитуды (пикового значения) сигнала, с которой будут генерироваться радиоимпульсы. Амплитуда задается в вольтах (В). На рисунке 28.21 амплитуда обозначена  $A_0$

Поле ввода, расположенное под надписью **Частота след.**, предназначено для задания частоты следования (частоты модулирования), с которой будут генерироваться радиоимпульсы. Частота следования задается в герцах (Гц). Связана с периодом  $T$  на рисунке 28.21 соотношением  $f_{\text{след}} = 1/T$ .

Поле ввода, расположенное под надписью **Периоды**, предназначено для задания длительности (ширины), с которой будет генерироваться сигнал. По сути это количество импульсов  $N$  длительностью  $T_1$  в одном периоде  $T$  (рисунок 28.21).

Флажок, расположенный слева от надписи **Цикл**, служит для задания однократного, либо циклического повторения радиоимпульса. Установленный флажок – циклическое воспроизведение, снятый – одиночный радиоимпульс.

После установки необходимых параметров радиоимпульса и начала генерирования (начало генерирования происходит после последовательного нажатия индиви-

дуальной кнопки **Включить** и глобальной кнопки **Включить**) окно программы примет вид как показано на рисунке 28.7.

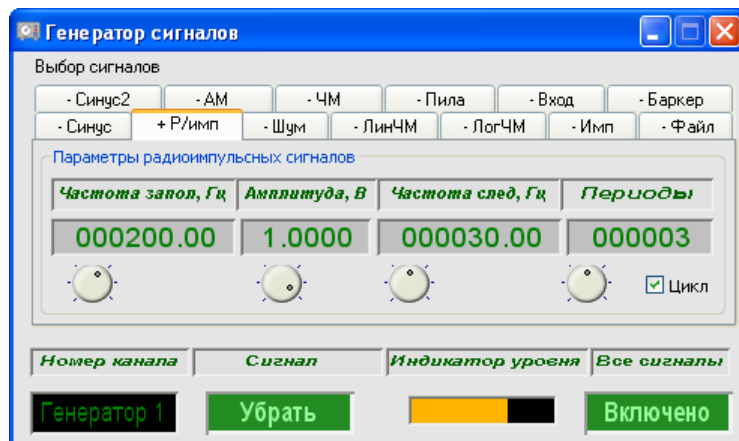


Рисунок 28.7

На рисунке 28.8 показана осциллограмма радиоимпульса.

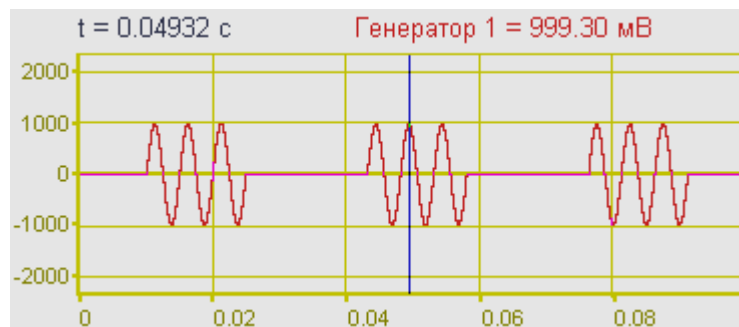


Рисунок 28.8

### 28.2.1.3 Шум

Для генерирования шумового сигнала (случайные колебания) с заданными параметрами необходимо в программе **Генератор сигналов** перейти на вкладку **-Шум**. Для этого нажать левой клавишей «мыши» на вкладку с названием **-Шум**, после чего в окне программы **Генератор сигналов** отобразятся элементы задания параметров шумового сигнала.

Программа **Генератор сигналов** может генерировать следующие шумовые сигналы:

- белый;
- полосовой;
- розовый;
- детерминированный шум.

### 28.2.1.3.1 Белый шум

Белый шум - стационарный шум, спектральные составляющие которого равномерно распределены по всему диапазону задействованных частот.

Белый шум рассчитывается по формуле:

$$A = A_0 \cdot \left( \sum_{i=1}^{12} \text{rand}() - 6 \right), \text{ где: } A_0 = \frac{2V_{rms}}{\sqrt{2}} - \text{начальная амплитуда сигнала,}$$

$\text{rand}()$  – функция вычисления случайного числа, причем  $0 < \text{rand}() < 1$ .

Для выбора белого шума и установки параметров для генерирования сигнала необходимо во вкладке **-Шум** нажать правой клавишей «мыши» по полю выбора типа шума, расположенному под надписью **Тип шума**, и в раскрывшемся списке выбрать **Белый**.

Поле ввода и установки, расположенное под надписью **Уровень, В**, предназначено для задания среднеквадратичного значения (СКЗ) уровня, с которым будут генерироваться белый шум. Уровень задается в вольтах (В).

После установки необходимых параметров белого шума и начала генерирования (начало генерирования происходит после последовательного нажатия кнопки **Добавить** сигнал и кнопки **Включить** все сигналы) окно программы примет вид как показано на рисунке 28.9. На рисунках 28.10 и 28.11 показаны узкополосный и 1/3-октавный спектры белого шума.

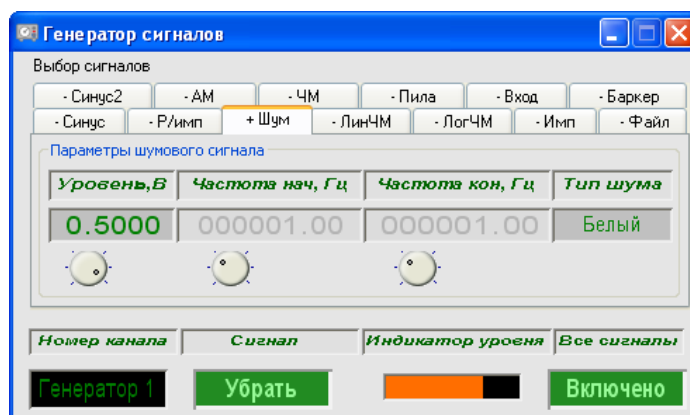


Рисунок 28.9

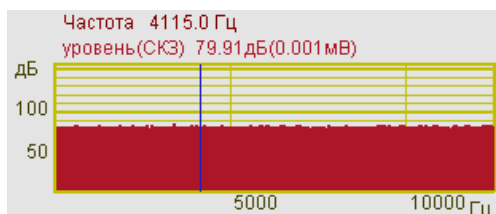


Рисунок 28.10

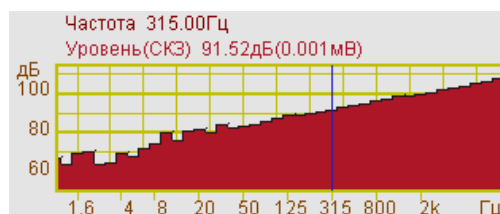


Рисунок 28.11

### 28.2.1.3.2 Полосовой шум

Полосовой шум - шумовой сигнал с ограниченным частотным интервалом.

Для выбора полосового шума и установки параметров для генерирования сигнала необходимо во вкладке **-Шум** нажать правой клавишей «мыши» по полю выбора типа шума, расположенному под надписью **Тип шума**, и в раскрывшемся списке выбрать **Полосовой**.

Поле ввода и установки, расположенное под надписью **Уровень, В**, предназначено для задания среднеквадратичного значения (СКЗ) уровня, с которым будут генерироваться полосовой шум. Уровень задается в вольтах (В).

Поле ввода и установки, расположенное под надписью **Частота нач.**, предназначено для задания начальной частоты частотного диапазона, в котором будет генерироваться полосовой шум. Начальная частота задается в герцах (Гц).

Поле ввода и установки, расположенное под надписью **Частота кон.**, предназначено для задания конечной частоты частотного диапазона, в котором будет генерироваться полосовой шум. Конечная частота задается в герцах (Гц).

После установки необходимых параметров полосового шума и начала генерирования (начало генерирования происходит после последовательного нажатия индивидуальной кнопки **Включить** и глобальной кнопки **Включить**) окно программы примет вид как показано на рисунке 28.12. На рисунках 28.13 и 28.14 показаны узкополосный и долеоктавный спектры полосового шума.

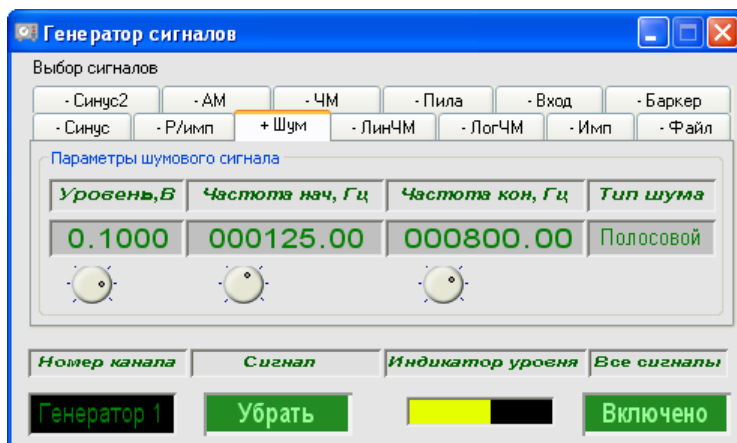


Рисунок 28.12

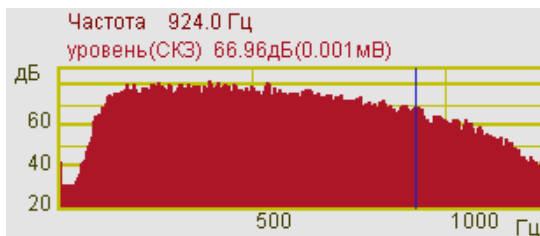


Рисунок 28.13

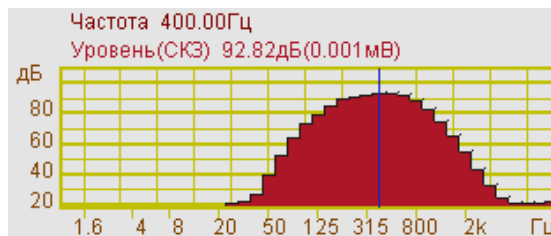


Рисунок 28.14

### 28.2.1.3.3 Розовый шум

Розовый шум - шумовой сигнал, спектральный уровень которого снижается с увеличением частоты со спадом 3 дБ на октаву.

Для выбора розового шума и установки параметров для генерирования сигнала необходимо во вкладке **-Шум** нажать правой клавишей «мыши» по полю выбора типа шума, расположенному под надписью **Тип шума**, и в раскрывшемся списке выбрать **Розовый**.

Поле ввода и установки, расположенное под надписью **Уровень, В**, предназначено для задания среднеквадратичного значения (СКЗ) уровня, с которым будут генерироваться розовый шум. Уровень задается в вольтах (В).

Поле ввода и установки, расположенное под надписью **Частота нач.**, предназначено для задания начальной частоты частотного диапазона, в котором будет генерироваться розовый шум. Начальная частота задается в герцах (Гц).

Поле ввода и установки, расположенное под надписью **Частота кон.**, предназначено для задания конечной частоты частотного диапазона, в котором будет генерироваться розовый шум. Конечная частота задается в герцах (Гц).

После установки необходимых параметров розового шума и начала генерирования окно программы примет вид как показано на рисунке 28.15. На рисунках 28.16 и 28.17 показаны узкополосный и 1/3-октавный спектры розового шума.

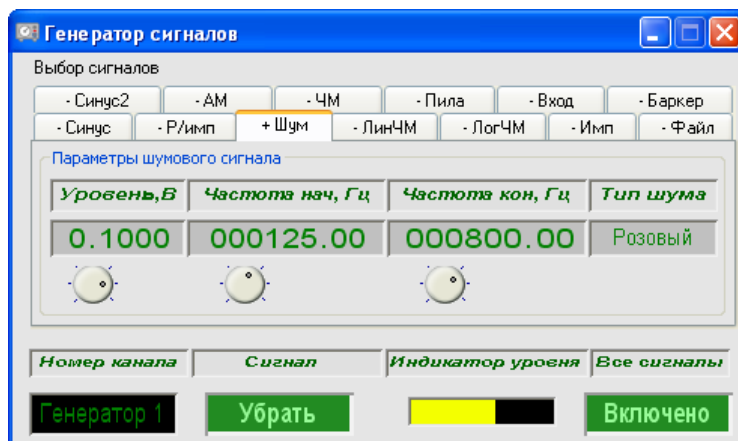


Рисунок 28.15

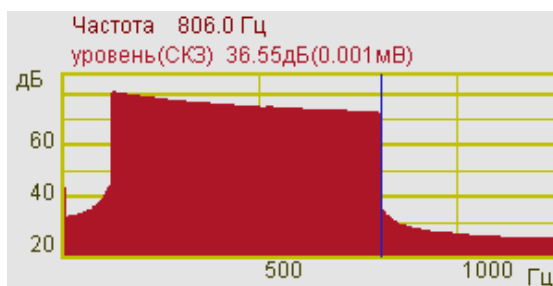


Рисунок 28.16

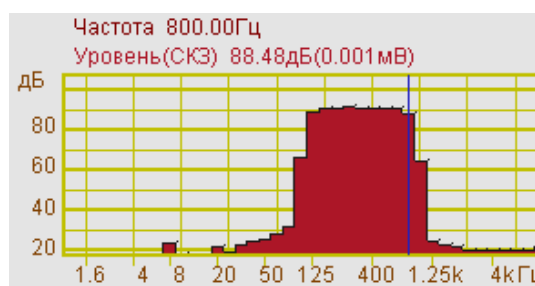


Рисунок 28.17

#### 28.2.1.3.4 Детерминированный шум

Детерминированный шум - белый шум ограниченный заданным частотным диапазоном.

Для выбора детерминированного шума и установки параметров для генерирования сигнала необходимо во вкладке **-Шум** нажать правой клавишей «мыши» по полю выбора типа шума, расположенному под надписью **Тип шума**, и в раскрывшемся списке выбрать **Детерминированный**.

Поле ввода и установки, расположенное под надписью **Уровень, В**, предназначено для задания среднеквадратичного значения (СКЗ) уровня, с которым будут генерироваться детерминированный шум. Уровень задается в вольтах (В).

Поле ввода и установки, расположенное под надписью **Частота нач.**, предназначено для задания начальной частоты частотного диапазона, в котором будет генерироваться детерминированный шум. Начальная частота задается в герцах (Гц).

Поле ввода и установки, расположенное под надписью **Частота кон.**, предназначено для задания конечной частоты частотного диапазона, в котором будет генерироваться детерминированный шум. Конечная частота задается в герцах (Гц).

После установки необходимых параметров детерминированного шума и начала генерирования (начало генерирования происходит после последовательного нажатия кнопки **Добавить** сигнал и кнопки **Включить** все сигналы) окно программы примет вид как показано на рисунке 28.18. На рисунках 28.19 и 28.20 показаны узкополосный и 1/3-октавный спектры детерминированного шума.

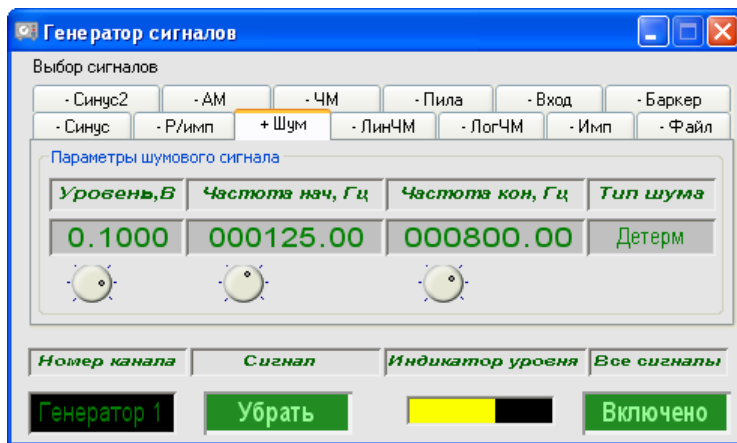


Рисунок 28.18

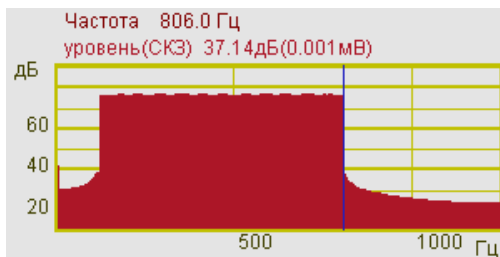


Рисунок 28.19

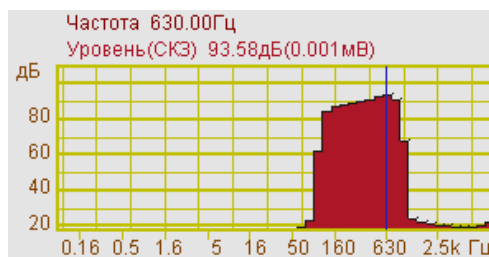


Рисунок 28.20

### 28.2.1.4 Частотно-модулированный сигнал с линейной разверткой по частоте (ЛинЧМ)

Частотно-модулированный сигнал с линейной разверткой по частоте (ЛинЧМ) представляет собой синусоиду с равномерно увеличивающейся по времени частотой.

ЛинЧМ рассчитывается по формуле:

$$A(t) = A_0 \cdot \sin\left(\omega t + \frac{\mu t^2}{2} + \varphi_0\right),$$

где:  $A_0 = 2V_{rms}/\sqrt{2}$  – начальная амплитуда сигнала,  $\omega = 2\pi f$  – фаза сигнала,

$t$  – текущее время,  $\mu = \frac{\Delta f}{T}$  – скорость изменения сигнала,  $\varphi_0$  – начальная фаза сигнала.

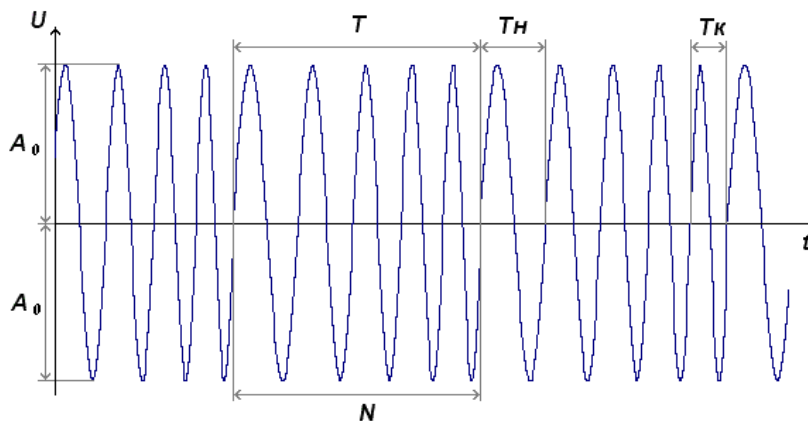


Рисунок 28.21

Для генерирования ЛинЧМ, с заданными параметрами, необходимо в программе **Генератор сигналов** перейти на вкладку **-ЛинЧМ**. Для этого нажать левой клавишей «мыши» на вкладку с названием **-ЛинЧМ**, после чего в окне программы **Генератор сигналов** отобразятся элементы задания параметров ЛинЧМ.

Поле ввода и установки, расположенное под надписью **Частота нач.**, предназначено для задания начальной частоты частотного диапазона, в котором будет генерироваться ЛинЧМ. Связана с периодом  $T_n$  на рисунке 28.21 соотношением  $f_n = 1/T_n$ . Начальная частота задается в герцах (Гц).

Поле ввода и установки, расположенное под надписью **Частота кон.**, предназначено для задания конечной частоты частотного диапазона, в котором будет генерироваться ЛинЧМ. Связана с периодом  $T_k$  на рисунке 28.21 соотношением  $f_k = 1/T_k$ . Конечная частота задается в герцах (Гц).

Поле ввода и установки, расположенное под надписью **Уровень**, предназначено для задания среднеквадратичного значения (СКЗ) уровня, с которым будут генерироваться ЛинЧМ. Пиковое значение сигнала (на рисунке 28.21 обозначено  $A_0$ ) связано с СКЗ соотношением  $A_0 = СКЗ * \sqrt{2}$ . Уровень задается в вольтах (В).

Поле ввода и установки, расположенное под надписью **Длит, с**, предназначено для задания длительности цикла, с которым будет генерироваться ЛинЧМ. На рисунке 28.21 длительность одного цикла обозначена  **$T$** . Длительность задается в секундах (с).

Поле ввода и установки, расположенное под надписью **Скорость, Гц/с**, предназначено для задания скорости изменения частоты относительно герца в секунду (Гц/с), с которой будет генерироваться ЛинЧМ. По сути это количество импульсов  $N$  в одном периоде  $T$  (рисунок 28.21).

Флажок, расположенный слева от надписи **Цикл**, служит для задания однократного либо многократного повторения цикла. Установленный флажок – циклическое воспроизведение, снятый – однократное. Флажок может устанавливаться как до начала генерирования, так и во время.

После установки необходимых параметров ЛинЧМ и начала генерирования (начало генерирования происходит после последовательного нажатия кнопки **Добавить** сигнал и кнопки **Включить** все сигналы) окно программы примет вид как показано на рисунке 28.22.

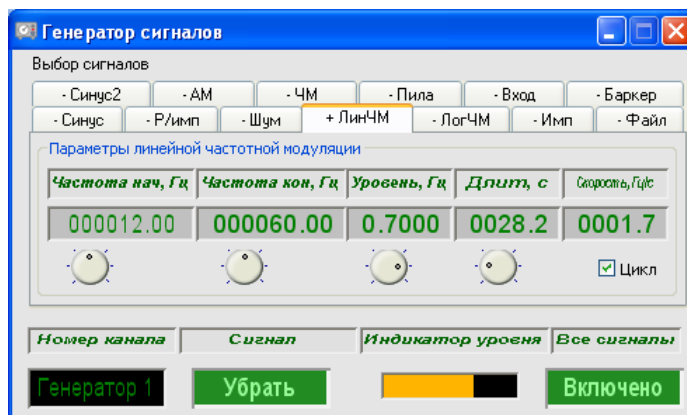


Рисунок 28.22

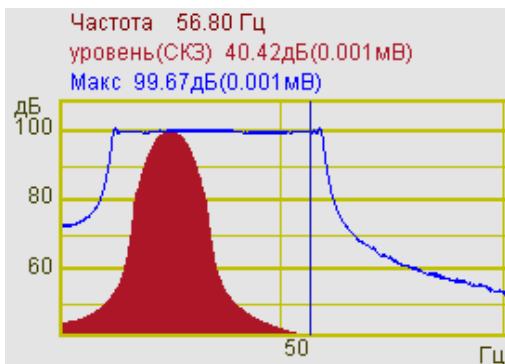


Рисунок 28.23

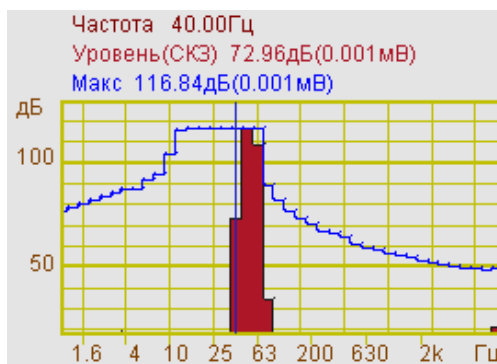


Рисунок 28.24



На рисунках 28.23 и 28.24 показаны узкополосный и 1/3-октавный спектры с их накопленными максимальными значениями в установленном диапазоне частот ЛинЧМ.

На рисунке 28.25 представлено окно программы **Генератор сигналов** с настроенными параметрами генерирования частотно-модулированного сигнала с линейной развёрткой по частоте, а на рисунке 28.26 -соответствующая осциллограмма сигнала.

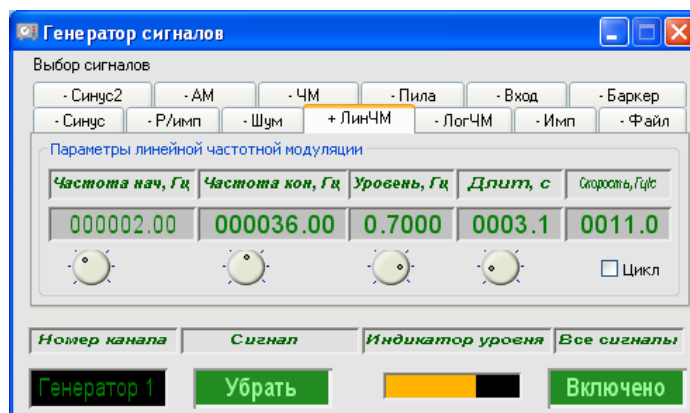


Рисунок 28.25

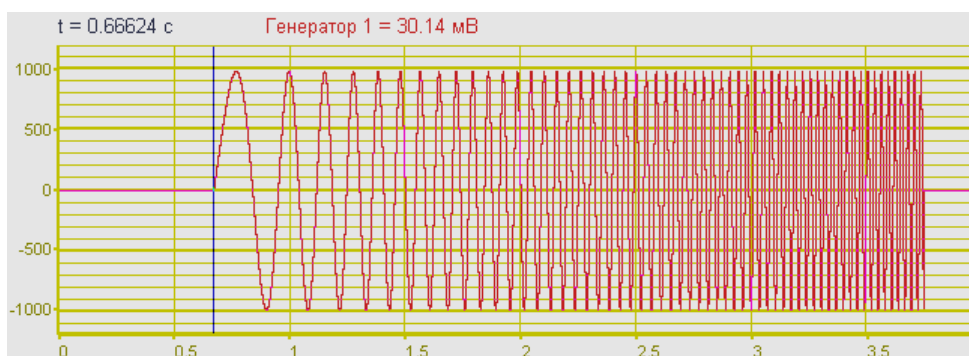


Рисунок 28.26

**Примечание:** Длительность цикла генерирования сигнала и скорость изменения частоты являются взаимозависимыми величинами, а их значения зависят и от установленного частотного диапазона (начальной и конечной частоты). При установке курсора в поле **Длит** поле затемняется в цвет окна программы, а значение длительности становится фиксированным (задающим). При изменении в нем значения, автоматически изменяется значение скорости изменения частоты в поле **Скорость**. При изменении начальной и/или конечной частоты значение длительности сигнала остается неизменным (т.к. оно зафиксировано), в то время как значение в поле скорости изменения частоты изменяется. Аналогично происходит при установке курсора в поле **Скорость** (его значение становится фиксированным).

### 28.2.1.5 Частотно-модулированный сигнал с логарифмической разверткой по частоте (ЛогЧМ)

Частотно-модулированный сигнал с логарифмической разверткой по частоте (ЛогЧМ) представляет собой синусоиду с логарифмически увеличивающейся по времени частотой.

ЛогЧМ рассчитывается по формуле:

|                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $A = A_0 \cdot \sin \left( \frac{\omega \cdot T}{\ln \left( \frac{f_k}{f_0} \right)} \cdot \left( \frac{f_k}{f_0} \right)^{t/T} + \varphi_0 \right)$ | <p>где: <math>A_0 = 2V_{rms}/\sqrt{2}</math> – начальная амплитуда сигнала,</p> <p><math>\omega = 2\pi f</math> – фаза сигнала,</p> <p><math>T</math> – время изменения частоты,</p> <p><math>f_0</math> – начальная частота сигнала,</p> <p><math>f_k</math> – конечная частота сигнала,</p> <p><math>t</math> – текущее время, <math>\varphi_0</math> – начальная фаза сигнала.</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

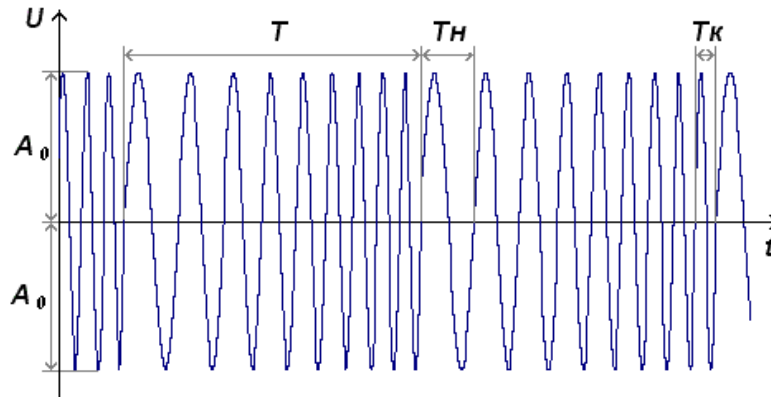


Рисунок 28.27

Для генерирования ЛогЧМ, с заданными параметрами, необходимо в программе **Генератор сигнала** перейти на вкладку - **ЛогЧМ**. Для этого нажать левой клавишей «мыши» на вкладку с названием - **ЛогЧМ**, после чего в окне программы **Генератор сигналов** отобразятся элементы задания параметров ЛогЧМ.

Поле ввода и установки, расположенное под надписью **Частота нач.**, предназначено для задания начальной частоты частотного диапазона, в котором будет генерироваться ЛогЧМ. Связана с периодом  $T_n$  на рисунке 28.27 соотношением  $f_n = 1/T_n$ . Начальная частота задается в герцах (Гц).

Поле ввода и установки, расположенное под надписью **Частота кон.**, предназначено для задания конечной частоты частотного диапазона, в котором будет генерироваться ЛогЧМ. Связана с периодом  $T_k$  на рисунке 28.27 соотношением  $f_k = 1/T_k$ . Конечная частота задается в герцах (Гц).

Поле ввода и установки, расположенное под надписью **Уровень**, предназначено для задания среднеквадратичного значения (СКЗ) уровня, с которым будут гене-

рироваться ЛогЧМ. Пиковое значение сигнала (на рисунке 28.27 обозначено  $A_0$ ) связано с СКЗ соотношением  $A_0 = СКЗ * \sqrt{2}$ . Уровень задается в вольтах (В).

Поле ввода и установки, расположенное под надписью **Длит**, предназначено для задания длительности цикла, с которым будет генерироваться ЛогЧМ. На рисунке 28.27 длительность одного цикла обозначена  $T$ . Длительность задается в секундах (с).

Поле ввода и установки, расположенное под надписью **Скорость**, предназначено для задания скорости изменения частоты относительно октав в минуту (окт/мин), с которой будет генерироваться ЛогЧМ.

Флажок, расположенный слева от надписи **Цикл**, служит для однократного либо многократного повторения цикла. Установленный флажок – циклическое воспроизведение, снятый – однократное. Флажок может устанавливаться как до начала генерирования, так и во время.

После установки необходимых параметров ЛогЧМ и начала генерирования (начало генерирования происходит после последовательного нажатия кнопки **Добавить** сигнал и кнопки **Включить** все сигналы) окно программы примет вид как показано на рисунке 23.21.

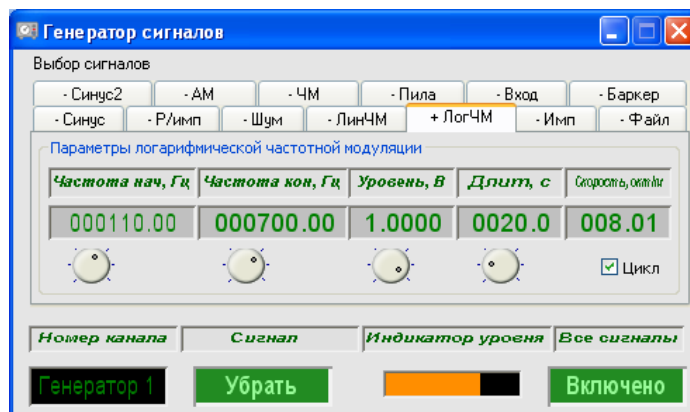


Рисунок 28.28

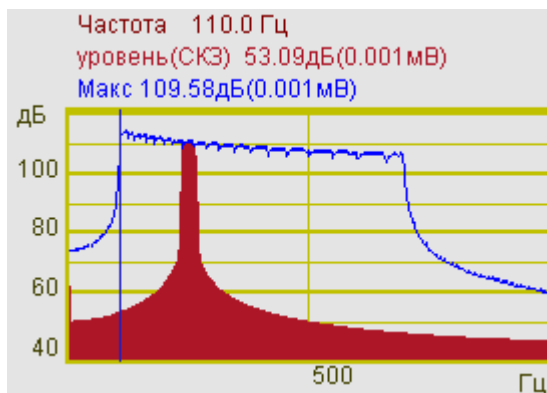


Рисунок 28.29

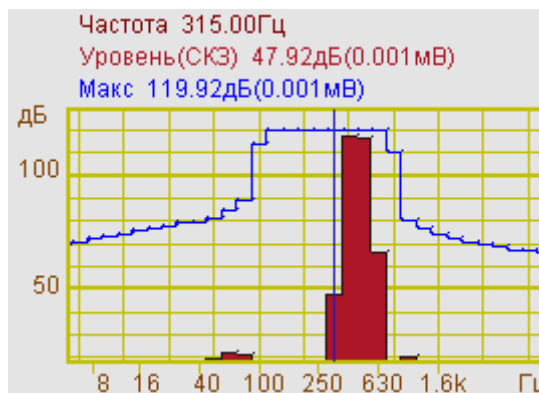


Рисунок 28.30

На рисунках 28.29 и 28.30 показаны узкополосный и 1/3-октавный спектры с их накопленными максимальными значениями в установленном диапазоне частот ЛогЧМ.

На рисунке 28.31 представлено окно программы **Генератор сигналов** с настроенными параметрами генерирования частотно-модулированного сигнала с логарифмической развёрткой по частоте, а на рисунке 28.32 –соответствующая осциллограмма сигнала.

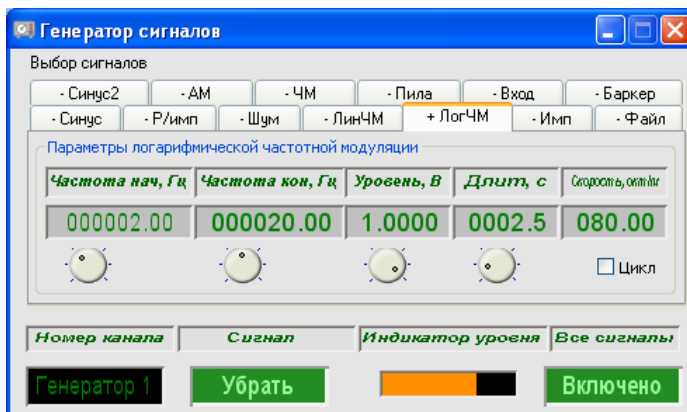


Рисунок 28.31

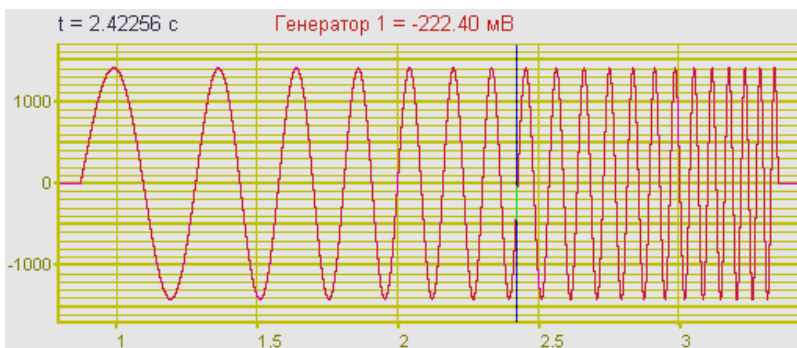


Рисунок 28.32

**Примечание:** Длительность цикла генерирования сигнала и скорость изменения частоты являются взаимозависимыми величинами, а их значения зависят и от установленного частотного диапазона (начальной и конечной частоты). При установке курсора в поле **Длит.** поле затемняется в цвет окна программы, а значение длительности становится фиксированным (задающим). При изменении в нем значения, автоматически изменяется значение скорости изменения частоты в поле **Скорость**. При изменении начальной и/или конечной частоты значение длительности сигнала остается неизменным (т.к. оно зафиксировано), в то время как значение в поле скорости изменения частоты изменяется. Аналогично происходит при установке курсора в поле **Скорость** (его значение становится фиксированным).

### 28.2.1.6 Импульсный сигнал

Импульсный сигнал представляет собой сигнал с кратковременным изменением установившегося состояния, характеризующийся малым интервалом времени по сравнению с временными характеристиками установившегося процесса.

Импульс вычисляется по формуле:

$$A = \begin{cases} 1, & \text{если } \omega t < 2\pi \cdot S \\ 0, & \text{если } \omega t > 2\pi \cdot S \end{cases},$$

где:  $\omega = 2\pi f$  – фаза сигнала,  $t$  – текущее время,  $S$  – коэффициент заполнения.

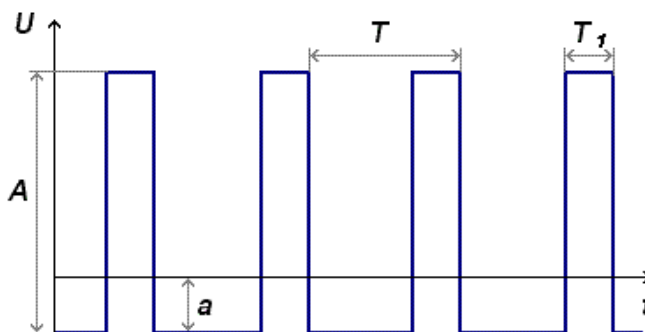


Рисунок 28.33

Для генерирования импульсного сигнала с заданной частотой, амплитудой, смещением постоянной составляющей и скважностью необходимо в программе **Генератор сигналов** перейти на вкладку **-Имп.** Для этого нажать левой клавишей «мыши» на вкладку с названием **-Имп.**, после чего в окне программы **Генератор сигналов** отобразятся элементы задания параметров импульсного сигнала.

Поле ввода и установки, расположено под надписью **Частота, Гц**, предназначено для ввода частоты генерируемого синусоидального сигнала. Частота сигнала  $f$  связана с его периодом  $T$  (рисунок 28.33) зависимостью  $f = 1/T$ . Частота задается в герцах (Гц).

Поле ввода, расположенное под надписью **Амплитуда**, предназначено для задания амплитуды (пикового значения) сигнала, с которой будут генерироваться радиоимпульсы. На рисунке 28.33 обозначена  $A_0$ . Амплитуда задается в вольтах (В).

Поле ввода, расположенное под надписью **Смещение, В**, предназначено для задания смещения постоянной составляющей, с которой будет генерироваться сигнал. На рисунке 28.33 обозначена  $a$ . Смещение задается в вольтах (В).

Поле ввода, расположенное под надписью **Скважность** (коэффициент заполнения), предназначено для задания коэффициента заполнения (отношение длительности импульса к периоду следования, т.е.  $T_1/T$  на рисунке 28.33), с которым будет генерироваться сигнал. Коэффициент заполнения задается в долях периода от 0,01 до 0,99.

После установки необходимых параметров импульсного сигнала и начала генерирования (начало генерирования происходит после последовательного нажатия

кнопки **Добавить** сигнал и кнопки **Включить** все сигналы) окно программы примет вид как показано на рисунке 28.34. Осциллограмма импульсного сигнала приведена на рисунке 28.35

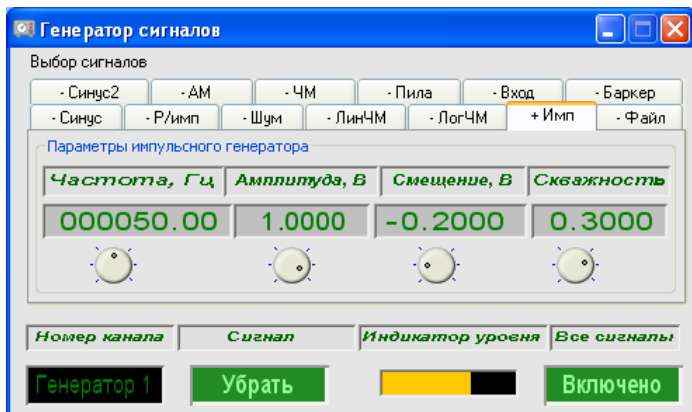


Рисунок 28.34

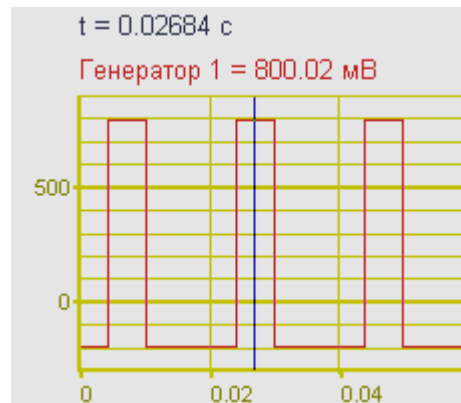


Рисунок 28.35

### 28.2.1.7 Файл

В программе **Генератор сигналов** реализована возможность генерирования сигналов из файлов. Файл может быть как двоичным (записанные ранее реализации сигналов), так и текстовым.

Для генерирования сигнала из файла необходимо в программе **Генератор сигналов** перейти на вкладку **-Файл**. Для этого нажать левой клавишей «мыши» на вкладку с названием **-Файл**, после чего в окне программы **Генератор сигналов** отобразятся элементы управления для генерирования сигнала из файла.

Кнопка , расположенная справа от надписи **Выбор**, открывает окно выбора файла сигнала. Нажатие кнопки открывает стандартное диалоговое окно выбора файла. После выбора файла, в поле под надписью **Имя файла**, отобразится путь и имя выбранного файла.

Флажок, расположенный справа от надписи **Цикл**, служит для однократного либо многократного повторения цикла генерирования сигнала из файла. Установленный флажок – многократное повторение цикла, снятый – однократное. Флажок может устанавливаться/сняться как до начала генерирования, так и во время.

В поле ввода и установки, расположенном под надписью **Коэффициент**, предназначено для установки коэффициента усиления либо ослабления сигнала. При значении коэффициента больше единицы происходит усиление сигнала, меньше единицы – ослабление. Например, уровень записанной временной реализации с входных каналов модуля «ZET 2XX» может быть до 7,5 В, а на выходе генератора этого же модуля возможно получить уровень сигнала до 1,5 В, соответственно для генерирования из файла этой временной реализации необходимо ослабить уровень сигнала не менее чем в пять раз.

После выбора необходимого файла и начала генерирования (начало генерирования происходит после последовательного нажатия кнопки **Добавить** сигнал и

кнопки **Включить** все сигналы) окно программы примет вид как показано на рисунке 28.36.

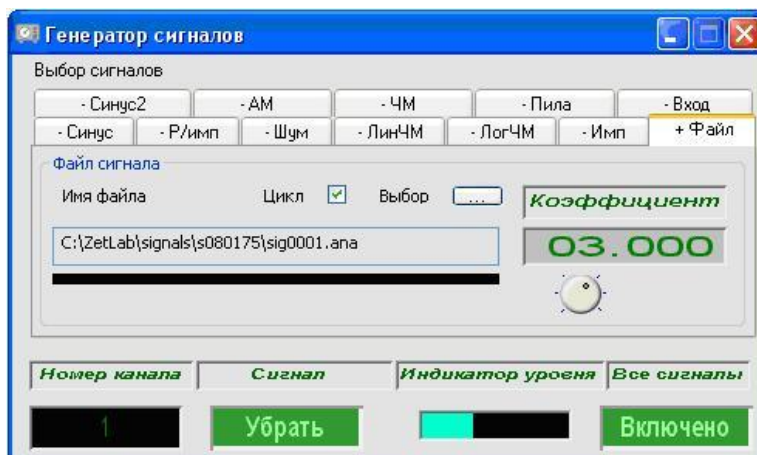


Рисунок 28.36

Двоичные файлы (расширение \*.ana) создаются средствами регистрации программного обеспечения **ZETLab** при записи сигналов, поступающих с первичных преобразователей. При генерировании сигнала из двоичного файла сигнал на выходе генератора устройства будет иметь такую же структуру и форму, как и при записи сигнала с первичного преобразователя.

---

**Внимание!** Средства регистрации и чтения сигналов программного обеспечения **ZETLab** поставляется опционно.

---

Текстовые файлы с расширением \*.dtn создаются при записи осциллограмм программой **Многоканальный осциллограф** (пункт 21 настоящего **Руководства оператора**). При выборе такого файла во вкладке **-Файл** программы **Генератор сигналов** отобразится дополнительный элемент настройки – выбор канала воспроизведения (рисунок 28.37). Если в программе **Многоканальный осциллограф** было включено несколько каналов для отображения (несколько осциллограмм), то при сохранении результатов все данные по всем осциллограммам одной программы **Многоканальный осциллограф** запишутся в один файл с расширением \*.dtn. В программе **Генератор сигналов**, после выбора файла с сохраненными несколькими осциллограммами, в поле выбора канала **Сигнал1**, расположенном справа от надписи **Канал**, можно будет выбрать любой из каналов, которые были сохранены в этот файл. Для этого нажать правой кнопкой «мыши» по полю выбора канала, и в раскрывшемся списке выбрать необходимый канал.

Текстовые файлы с расширением \*.dat могут быть созданы в любом текстовом редакторе. В нем должны содержаться строки, в которых будут указаны требуемые уровни сигнала. Уровни указываются в вольтах (В). Разделителем целой и дробной части должна быть точка.

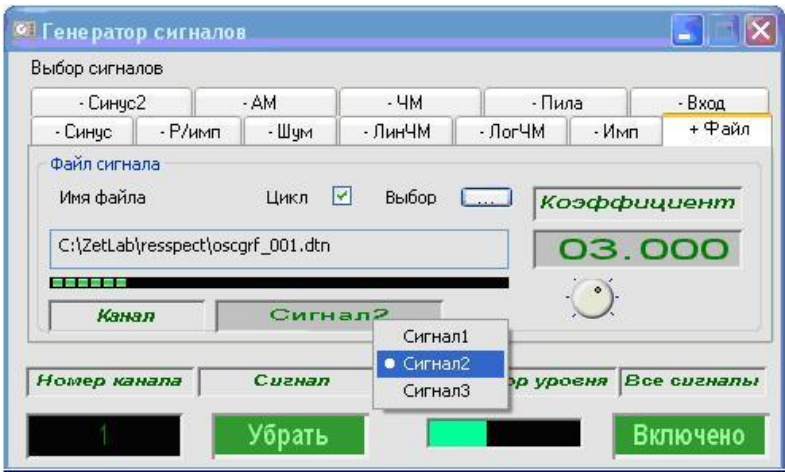


Рисунок 28.37

**Внимание!** В режиме чтения текстовых файлов с расширением \*.dtn программа **Генератор сигналов** правильно будет брать данные и генерировать сигнал только из файлов записанных в программе **Многоканальный осциллограф**. При использовании файлов с таким же расширением записанных в других программах из состава **ZETLab** программа **Генератор сигналов** правильно и достоверно не будет генерировать сигнал.

В таблице 28.1 приведен пример содержимого текстового файла с заданными уровнями, а на рисунке 28.38 показана осциллограмма генерирования сигнала из этого файла. На график осциллограммы, для показания расположения отсчетов, нанесены метки. Сигнал из файла в данном примере генерируется в цикле, в результате чего, форма сигнала приняла форму «пилы».

Таблица 28.1

| Номер строки | Заданный уровень | Описание                    |
|--------------|------------------|-----------------------------|
| 1            | 0                | 1-й отсчет – уровень 0 В    |
| 2            | 0.25             | 2-й отсчет – уровень 0.25 В |
| 3            | 0.5              | 3-й отсчет – уровень 0.5 В  |
| 4            | 0.75             | 4-й отсчет – уровень 0.75 В |
| 5            | 1                | 5-й отсчет – уровень 1 В    |

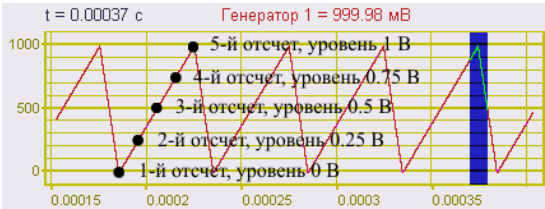


Рисунок 28.38



### 28.2.1.8 Амплитудная модуляция

Амплитудно-модулированный сигнал представляет собой сигнал, у которого изменение амплитуды колебаний происходит с частотой намного меньшей, чем частота самих колебаний.

Уровень амплитудно-модулированного сигнала вычисляется по формуле:

$$A = (A_0 + a \sin \omega_1 t) \sin \omega t$$

где:

$A_0$  – амплитуда сигнала,

$\omega = 2\pi f$  – фаза сигнала,

$f$  – частота сигнала, связана с его периодом  $T$  зависимостью  $f = 1/T$ ,

$\omega_1 = 2\pi f_1$  – фаза модуляции,

$f_1$  – частота модуляции, связана с его периодом  $T_1$  зависимостью  $f_1 = 1/T_1$ ,

$t$  – текущее время,

$a$  – амплитуда модуляции.

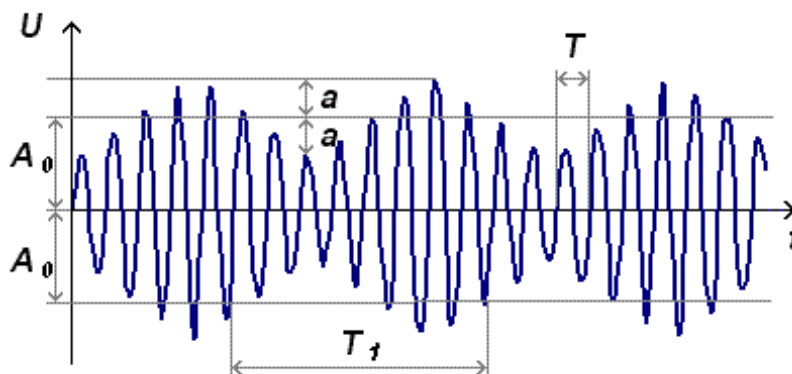


Рисунок 28.39

Для генерирования амплитудно-модулированного сигнала необходимо в программе **Генератор сигналов** перейти на вкладку **-АМ**. Для этого нажать левой клавишей «мыши» на вкладку с названием **-АМ**, после чего в окне программы **Генератор сигналов** отобразятся элементы задания параметров амплитудно-модулированного сигнала.

Поле ввода, расположенное под надписью **Частота несущей**, предназначено для задания несущей частоты, с которой будут генерироваться сигнал. Связана с его периодом  $T$  (рисунок 28.39) зависимостью  $f = 1/T$ . Несущая частота задается в герцах (Гц).

Поле ввода, расположенное под надписью **Амплитуда**, предназначено для задания амплитуды (пикового значения) сигнала, с которой будут генерироваться сигнал. На рисунке 28.39 обозначена  $A_0$ . Амплитуда задается в вольтах (В).

Поле ввода, расположенное под надписью **Частота модуляции**, предназначено для задания частоты модуляции, с которой будут генерироваться сигнал. Связана с

его периодом  $T_1$  (рисунок 28.39) зависимостью  $f=1/T_1$ . Частота модуляции задается в герцах (Гц).

Поле ввода, расположенное под надписью **Модуляция**, предназначено для задания модуляции (глубины модуляции), с которой будет генерироваться сигнал. Глубина модуляции определяется отношением  $a/A_0$  (рисунок 28.39). Длительность задается в секундах (с).

После установки необходимых параметров амплитудно-модулированного сигнала и начала генерирования (начало генерирования происходит после последовательного нажатия кнопки **Добавить** сигнал и кнопки **Включить** все сигналы) окно программы примет вид как показано на рисунке 28.40.

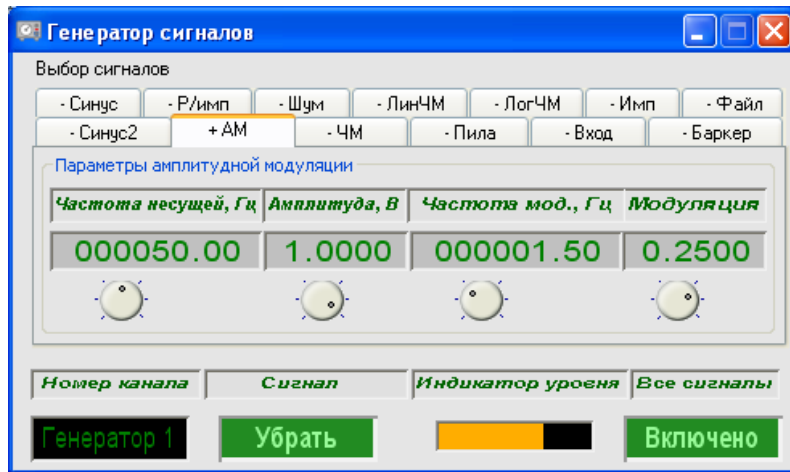


Рисунок 28.40

На рисунке 28.41 показана осциллограмма амплитудно-модулированного сигнала.

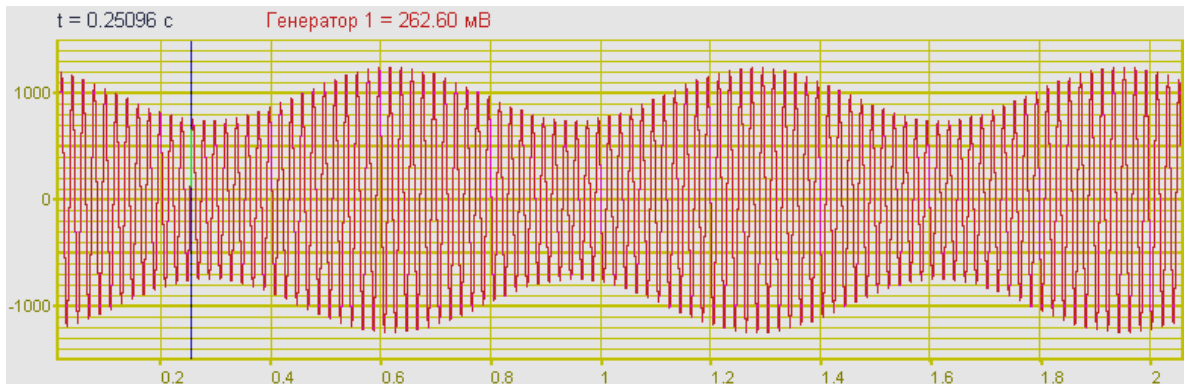


Рисунок 28.41

### 28.2.1.9 Частотная модуляция

Частотно-модулированный сигнал представляет собой сигнал, у которого частота несущего колебания изменяется во времени по закону, соответствующему передаваемому сигналу.

Для генерирования частотно-модулированного сигнала необходимо в программе **Генератор сигналов** перейти на вкладку **-ЧМ**. Для этого нажать левой клавишей «мыши» на вкладку с названием **-ЧМ**, после чего в окне программы **Генератор сигналов** отобразятся элементы задания параметров частотно-модулированного сигнала.

Поле ввода, расположенное под надписью **Частота несущей.**, предназначено для задания несущей частоты, с которой будут генерироваться сигнал. Несущая частота задается в герцах (Гц).

Поле ввода, расположенное под надписью **Амплитуда**, предназначено для задания амплитуды (пикового значения) сигнала, с которой будут генерироваться сигнал. На рисунке 28.42 обозначена  $A_0$ . Амплитуда задается в вольтах (В).

Поле ввода, расположенное под надписью **Частота модуляции.**, предназначено для задания частоты модуляции, с которой будут генерироваться сигнал. Чвязана с периодом  $T$  (рисунок 28.42) соотношением  $f_{mod}=1/T$ . Частота модуляции задается в герцах (Гц).

Поле ввода, расположенное под надписью **Модуляция**, предназначено для задания модуляции (глубины модуляции), с которой будет генерироваться сигнал. Длительность задается в секундах (с).

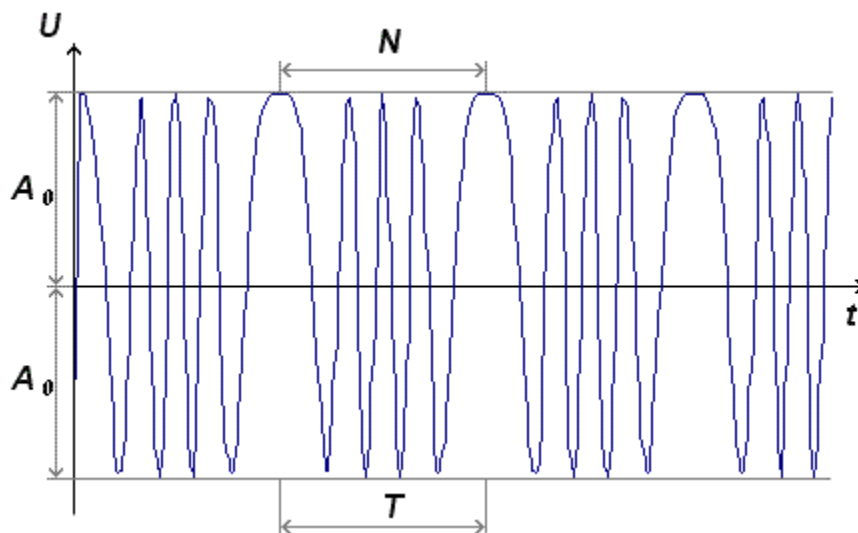


Рисунок 28.42

После установки необходимых параметров частотно-модулированного сигнала и начала генерирования (начало генерирования происходит после последовательного нажатия кнопки **Добавить сигнал** и кнопки **Включить все сигналы**) окно программы примет вид как показано на рисунке 28.43.

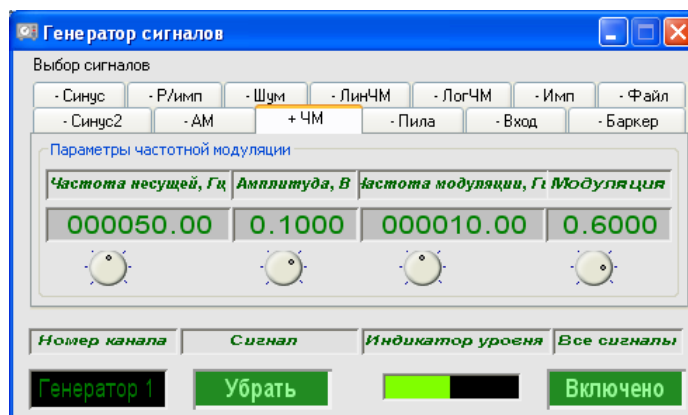


Рисунок 28.43

На рисунке 28.44 показана осциллограмма частотно-модулированного сигнала.

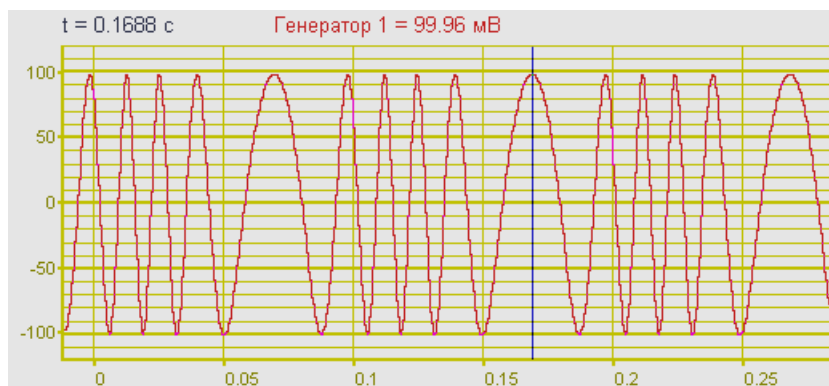


Рисунок 28.44

На рисунке 28.45 показана осциллограмма частотно-модулированного сигнала.

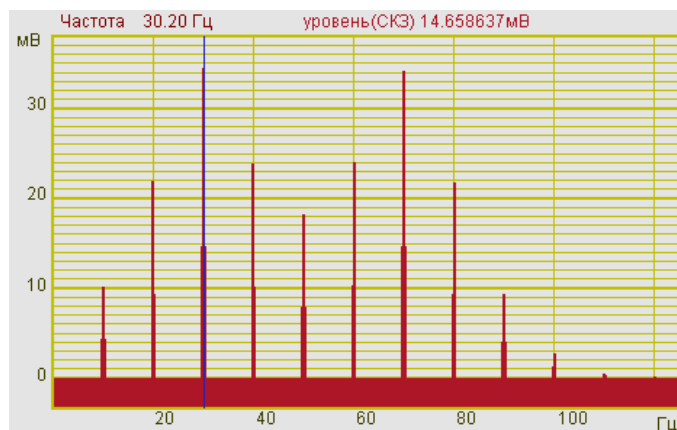


Рисунок 28.45

### 28.2.1.10 Пила

Для генерирования пилообразного сигнала необходимо в программе **Генератор сигналов** перейти на вкладку **-Пила**. Для этого нажать левой клавишей «мыши» на вкладку с названием **-Пила**, после чего в окне программы **Генератор сигналов** отобразятся элементы задания параметров пилообразного сигнала.

Поле ввода, расположенное под надписью **Частота, Гц**, предназначено для задания частоты, с которой будут генерироваться сигнал (задается в герцах).

Поле ввода, расположенное под надписью **Амплитуда**, предназначено для задания амплитуды (пикового значения) сигнала, с которой будут генерироваться сигнал. Амплитуда задается в вольтах (В).

Поле ввода, расположенное под надписью **Смещение**, предназначено для задания смещения постоянной составляющей, с которой будет генерироваться сигнал. Смещение задается в вольтах (В).

Поле выбора, расположенное под надписью **Тип пилы**, предназначено для выбора типа пилы. Тип пилы может быть нарастающий, ниспадающий или треугольный. На рисунках 28.47-28.49, соответственно, показаны осциллограммы нарастающего, ниспадающего и треугольного типа пилы.

Флажок, расположенный слева от надписи **Цикл**, служит для задания однократного либо многократного повторения сигнала. Флажок может устанавливаться как до начала генерирования, так и во время.

После установки необходимых параметров пилообразного сигнала и начала генерирования (начало генерирования происходит после последовательного нажатия кнопок **Добавить сигнал** и **Включить все сигналы**) окно программы примет вид как показано на рисунке 28.46.

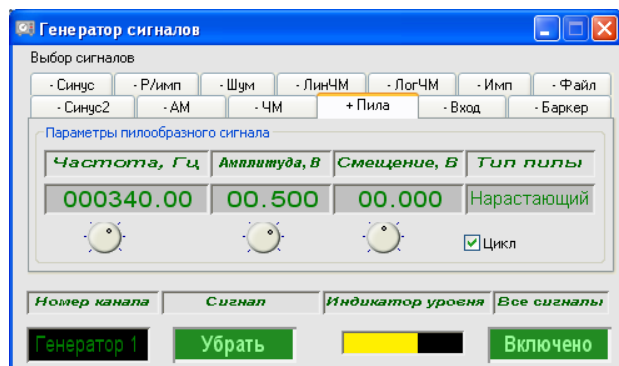


Рисунок 28.46

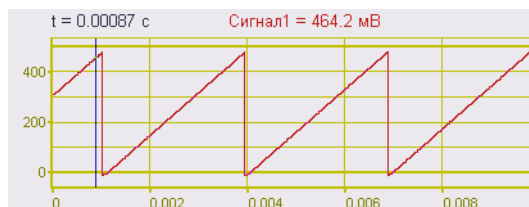


Рисунок 28.47

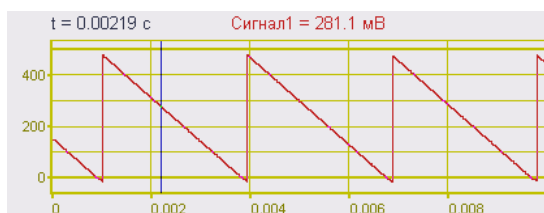


Рисунок 28.48

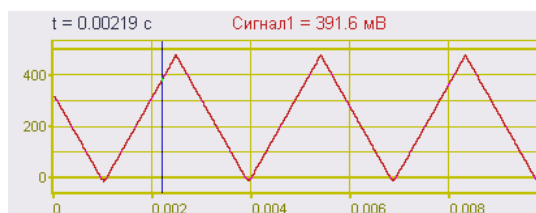


Рисунок 28.49

### 28.2.1.11 Коды Баркера

Сигналы Баркера - это фазо-модулированные сигналы, которые в частном случае определяются по формуле:

$$s(t) = \sum_{k=0}^{N-1} q_k f_k(t),$$

где  $q_k = \pm 1$  (при  $k$  от 0 до  $N-1$ ).

$$f_k(t) = A_0 \sin(\omega t),$$

где  $\omega = 2\pi/T$  – фаза сигнала,

$A_0$  – амплитуда сигнала.

Сигналы Баркера имеют спектры мощности, наименее уклоняющиеся (в квадратичном смысле) от спектра единичного дискрета. Их автокорреляционные функции соответственно приближаются к автокорреляционной функции дискрета. Остатки (боковые пики) автокорреляционной функции сигналов Баркера не превышают величины  $1/N$ . Такие коды существуют для  $N \leq 13$ . Ниже приводится таблица кодов Баркера.

Таблица 28.2

| N  | k  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|    | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 |
| 2  | +1 | -1 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3  | +1 | +1 | -1 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 4  | +1 | +1 | -1 | +1 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 5  | +1 | +1 | +1 | -1 | +1 |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 7  | +1 | +1 | +1 | -1 | -1 | +1 | -1 |    |    |    |    |    |    |
| 11 | +1 | +1 | +1 | -1 | -1 | -1 | +1 | -1 | -1 | +1 | -1 |    |    |
| 13 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | -1 | -1 | +1 | +1 | -1 | +1 | -1 | +1 |

Для генерирования сигнала Баркера необходимо в программе **Генератор сигналов** перейти на вкладку **-Баркер**. Для этого нажать левой клавишей «мыши» на вкладку с названием **-Баркер**, после чего в окне программы **Генератор сигналов** отобразятся элементы задания параметров сигнала Баркера.

Поле ввода, расположенное под надписью **Частота, Гц**, предназначено для задания частоты импульсов генерируемого сигнала. Частота сигнала  $f$  связана с его периодом  $T_0$  (рисунок 28.50) зависимостью  $f=1/T_0$ . Частота задается в герцах (Гц).

Поле ввода, расположенное под надписью **Периоды**, предназначено для задания количества импульсов в одном дискрете. Например, для сигнала Баркера с кодом 4 последовательность  $q_k$  будет равна  $\{+1; +1; -1; +1\}$  для количества периодов, равному 1; для количества периодов, равному 2 -  $\{+1; +1; +1; +1; -1; -1; +1; +1\}$ ; равному 3 -  $\{+1; +1; +1; +1; +1; +1; -1; -1; -1; +1; +1; +1\}$  и т.д. То есть в одном дискрете количество импульсов одного знака увеличивается в число раз, равное заданному параметру **Периоды**.

Поле ввода, расположенное под надписью **Амплитуда**, предназначено для задания амплитуды (пикового значения) сигнала, с которой будут генерироваться сигнал. На рисунке обозначена  $A_0$ . Амплитуда задается в вольтах (В).

Поле ввода, расположенное под надписью **Период**, предназначено для задания количества дискретов, генерируемых за одну секунду. На рисунке это отношение  $N/T$ .

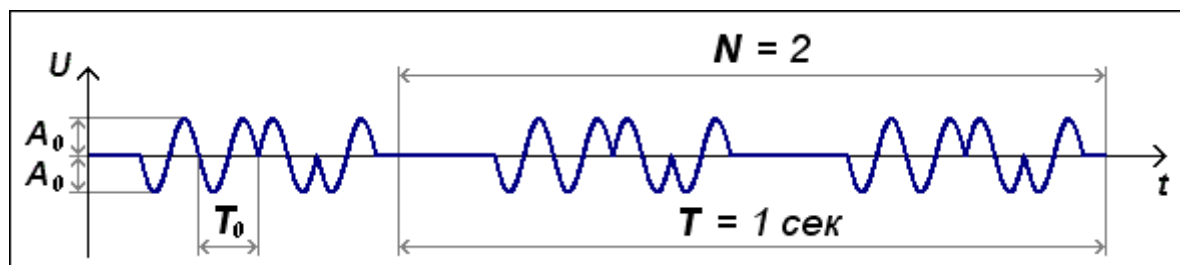


Рисунок 28.50

Поле выбора, расположенное под надписью **Код**, предназначено для выбора кода Баркера.

Флажок, расположенный слева от надписи **Цикл**, служит для задания однократного либо многократного повторения сигнала. Флажок может устанавливаться как до начала генерирования, так и во время.

После установки необходимых параметров сигнала Баркера и начала генерирования (начало генерирования происходит после последовательного нажатия кнопок **Добавить** сигнал и **Включить** все сигналы) окно программы примет вид как показано на рисунке 28.51.

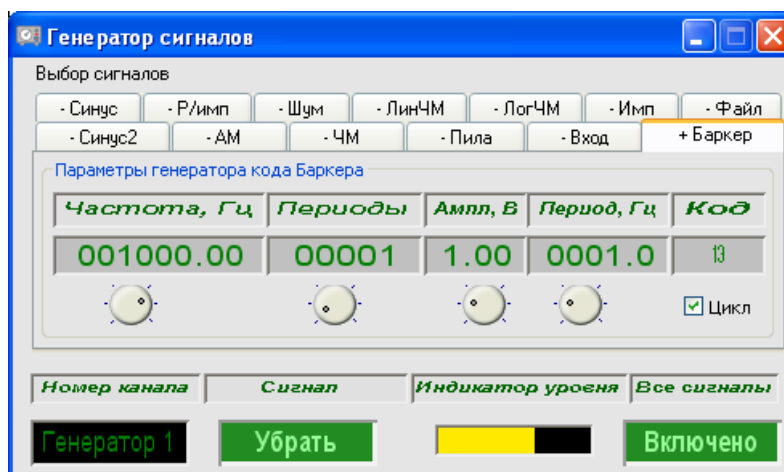


Рисунок 28.51

На рисунке 28.52 представлена автокорреляционная функция сигнала с параметрами, заданными в программе **Генератор сигналов** на рисунке 28.51.

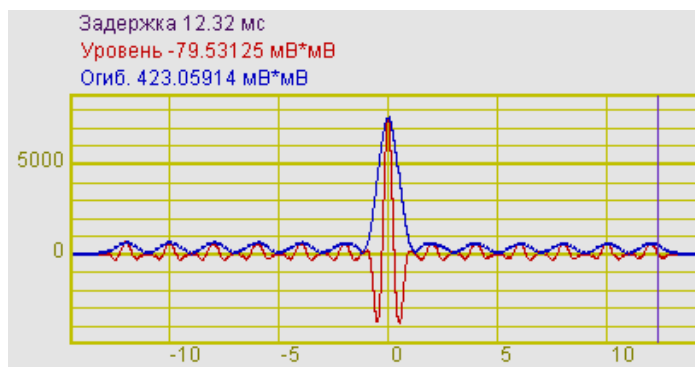


Рисунок 28.52

На рисунке 28.53 представлены осциллограммы сигналов Баркера.

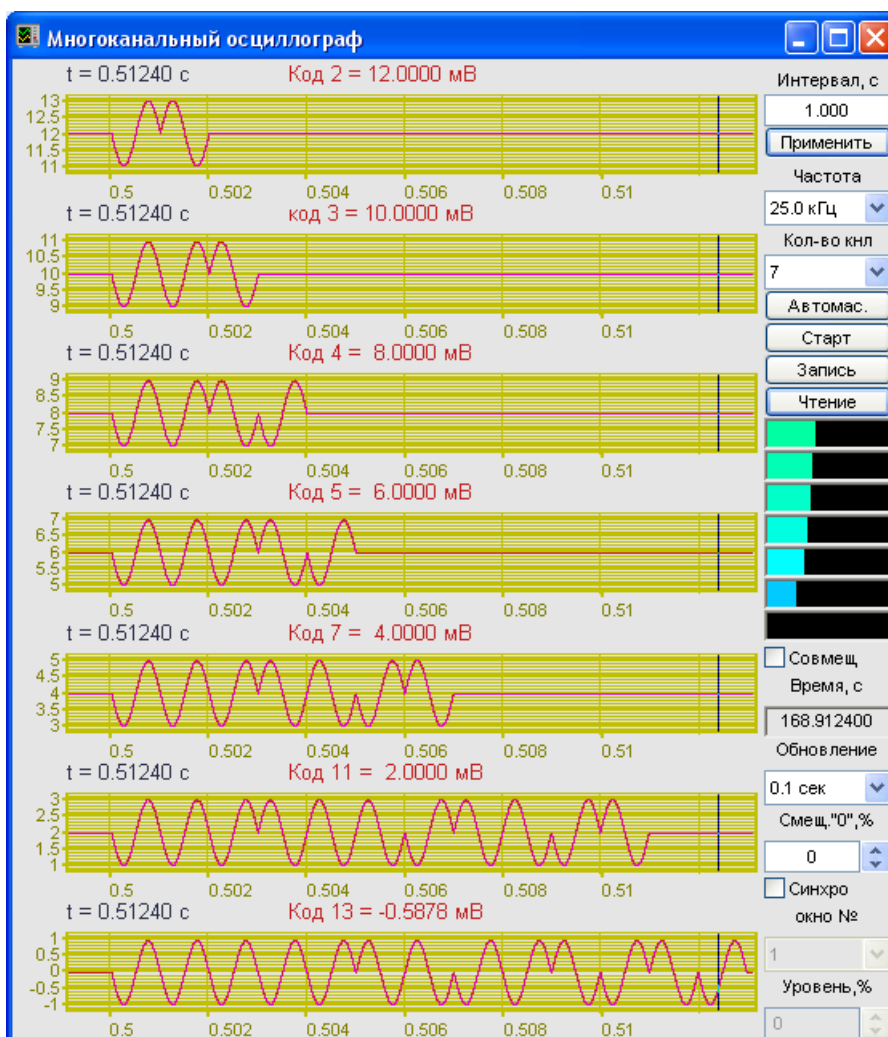


Рисунок 28.53



### 28.2.1.12 Генерирование на выходе генератора сигнала поступающего на входные каналы

Для генерирования на выходе генератора сигнала, поступающего на входные каналы, необходимо в программе **Генератор сигналов** перейти на вкладку **-Вход**. Для этого нажать левой клавишей «мыши» на вкладку с названием **-Вход**, после чего в окне программы **Генератор сигналов** отобразятся элементы задания параметров сигнала.

Поле выбора входного канала (канал также может быть виртуальным), расположенное под надписью **Входной канал**, предназначено для выбора канала, сигнал с которого будет подаваться на выход генератора.

Поле ввода, расположенное под надписью **Коэффициент**, предназначено для задания коэффициента усиления сигнала передаваемого с входного канала АЦП на выход генератора.

После установки необходимых параметров и начала генерирования (начало генерирования происходит после последовательного нажатия кнопки **Добавить** сигнал и кнопки **Включить** все сигналы) окно программы примет вид как показано на рисунке 28.54.

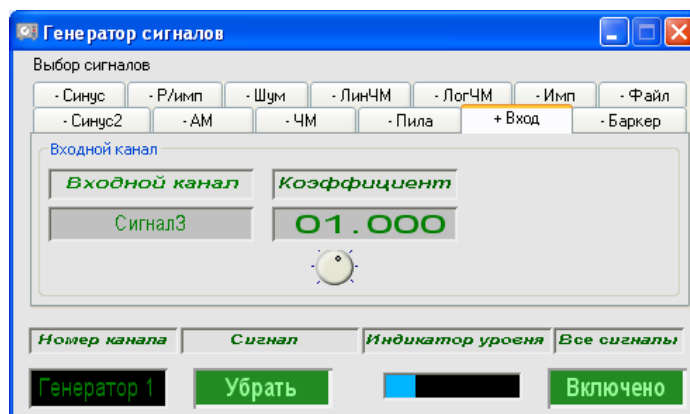


Рисунок 28.54

## 29 Программа МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ГЕНЕРАТОР

### 29.1 Назначение программы

Программа **Многоканальный генератор** предназначена для формирования сигналов на выходных каналах устройств, производимых ЗАО "Электронные технологии и метрологические системы". Типы генерируемых сигналов: синусоидальный и меандр. Максимальное количество каналов равно количеству выходов ЦАП всех подключенных устройств. Особенностью программы является синхронизация генерируемых сигналов.

Программа **Многоканальный генератор** порождает виртуальные каналы, которые в списках выбора каналов в программах из состава **ZETLab** появятся с названиями **Генератор 1**, **Генератор 2** и т.д. Данными этих виртуальных каналов будут данные с выхода цифро-аналогового преобразователя (выход генератора) и будут доступны для последующего анализа другим программам из состава **ZETLab**.

Программа позволяет управление одновременно несколькими выходами генератора сигналов (цифроаналоговыми преобразователями) как одного подключенного устройства, так и нескольких.

---

**Внимание!** Программа **Многоканальный генератор** поставляется только с устройствами, в состав которых входит цифроаналоговый преобразователь (ЦАП).

---

### 29.2 Описание программы

Для запуска программы **Многоканальный генератор** необходимо из меню **Генераторы** (рисунок 29.1) панели **ZETLab** выбрать команду **Многоканальный генератор**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Многоканальный генератор** (рисунок 29.2). В заголовке окна, после запуска программы, будет отображаться название программы.

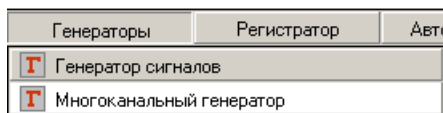


Рисунок 29.1

**Примечание:** программу можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLab** (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: ManyChanDac.exe.

Количество запускаемых программ **Многоканальный генератор** определяется количеством используемых в измерительной системе устройств, производимых ЗАО "Электронные технологии и метрологические системы", с установленными в них ЦАП. Например, внешний модуль «ZET 2XX» имеет два выхода генератора, соответственно можно запустить две программы **Многоканальный генератор**.

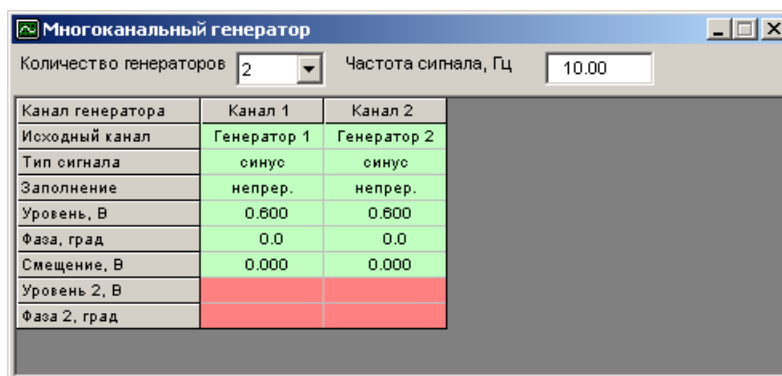


Рисунок 29.2

В верхней строке окна программы выбирается количество генераторов и задается частота сигналов.

В поле выбора количества генераторов  выбирать нужное количество можно двумя способами:

- нажать на стрелку поля и «мышью» выбрать из раскрывшегося списка нужное значение;
- нажать левой кнопкой «мыши» на поле и при помощи ролика «мыши», либо кнопок клавиатуры со стрелками  $\uparrow$  и  $\downarrow$  выбрать нужный элемент.

Для того чтобы задать частоту генерируемых сигналов, необходимо нажать левой кнопкой «мыши» в поле  и ввести нужное значение с клавиатуры.

Ниже располагается таблица с параметрами генерируемых сигналов. Количество столбцов таблицы соответствует количеству генерируемых сигналов. Каждая строка таблицы закрашена определенным цветом. Зеленый цвет строки означает, что параметр этой строки можно задавать, розовый цвет строки означает, что параметр этой строки зависит от верхних строк и не может быть изменен вручную.

Рассмотрим таблицу построчно:

Строка **Канал генератора** – в ней отображаются названия каналов многоканального генератора. Строка серого цвета. Параметры в этой строке не могут быть изменены.

Строка **Исходный канал** – в ней выбираются каналы генерирования сигналов. Для выбора выходного канала необходимо нажать левой кнопкой «мыши» на нужную ячейку столбца выбранного канала многоканального генератора строки **Исходный канал**. После чего отобразится список выходных каналов (в названии выходных каналов сначала пишется номер генератора, а далее тип и номер устройства ZET, на выходе которого будет генерироваться сигнал). В этом списке (рисунок 29.3) включенный канал будет отмечен флажком. Для выбора нужного выходного канала для генерирования нужно нажатием левой кнопкой «мыши» выбрать название этого канала.

Строка **Тип сигнала** – в ней выбирается тип генерируемого сигнала. Для выбора типа сигнала необходимо нажать левой кнопкой «мыши» на нужную ячейку столбца выбранного канала многоканального генератора строки **Тип сигнала**. После чего отобразится список типов сигналов. В этом списке (рисунок 29.4) выбранный тип будет отмечен флажком. Для выбора нужного типа генерируемого сигнала необходимо нажатием левой кнопкой «мыши» выбрать название этого типа.

Строка **Заполнение** – в ней выбирается вариант заполнения сигнала. Для выбора варианта заполнения сигнала необходимо нажать левой кнопкой «мыши» на нужную ячейку столбца выбранного канала многоканального генератора строки **Заполнение**. После чего отобразится список вариантов заполнения сигналов. В этом списке (рисунок 29.5) выбранный вариант будет отмечен флажком. Для выбора нужного варианта заполнения сигнала необходимо нажатием левой кнопкой «мыши» выбрать название этого варианта.

| Канал генератора | Канал 1                                                                                                                                                                                                                                    | Канал 2     |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Исходный канал   | Генератор 1                                                                                                                                                                                                                                | Генератор 2 |
| Тип сигнала      | синус                                                                                                                                                                                                                                      | синус       |
| Заполнение       | <div> <input checked="" type="checkbox"/> Генератор 1 Zet210 №611<br/> <input type="checkbox"/> Генератор 2 Zet210 №611<br/> <input type="checkbox"/> Генератор 3 Zet220 №169<br/> <input type="checkbox"/> Генератор 4 Zet220 №169 </div> |             |
| Уровень, В       |                                                                                                                                                                                                                                            |             |
| Фаза, град       |                                                                                                                                                                                                                                            |             |
| Смещение, В      |                                                                                                                                                                                                                                            |             |
| Уровень 2, В     |                                                                                                                                                                                                                                            |             |
| Фаза 2, град     |                                                                                                                                                                                                                                            |             |

Рисунок 29.3

| Канал генератора | Канал 1     |
|------------------|-------------|
| Исходный канал   | Генератор 1 |
| Тип сигнала      | синус       |
| Заполнение       | непрер.     |
| Уровень, В       | 00          |
| Фаза, град       | 0           |
| Смещение, В      | 00          |
| Уровень 2, В     |             |
| Фаза 2, град     |             |

Рисунок 29.4

| Канал генератора | Канал 1                                                               |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Исходный канал   | Генератор 1                                                           |
| Тип сигнала      | синус                                                                 |
| Заполнение       | непрер.                                                               |
| Уровень, В       |                                                                       |
| Фаза, град       | <div> <input checked="" type="checkbox"/> непрерывный<br/> 1/8 </div> |
| Смещение, В      | 6/12                                                                  |
| Уровень 2, В     |                                                                       |
| Фаза 2, град     |                                                                       |

Рисунок 29.5

Строка **Уровень, В** – в ней задается уровень генерируемого сигнала. Для меандра это максимальное значение, для синусоидального сигнала – СКЗ. Для того чтобы задать уровень сигнала, необходимо нажать левой кнопкой «мыши» на нужную ячейку столбца выбранного канала многоканального генератора строки **Уровень, В**. При этом вокруг ячейки появится пунктирная рамка. Значения вводятся с клавиатуры. Для установки введенного значения необходимо нажать на клавиатуре клавишу <Enter> или нажать кнопкой «мыши» вне выбранной ячейки таблицы.

Строка **Фаза, град** – в ней выбирается фаза генерируемого сигнала. Для того чтобы задать фазу сигнала, необходимо нажать левой кнопкой «мыши» на нужную ячейку столбца выбранного канала многоканального генератора строки **Фаза, град**. При этом вокруг ячейки появится пунктирная рамка. Значения вводятся с клавиатуры. Для установки введенного значения необходимо нажать на клавиатуре клавишу <Enter> или нажать кнопкой «мыши» вне выбранной ячейки таблицы.

Строка **Смещение, В** – в ней задается смещение генерируемого сигнала. Для того чтобы задать смещение сигнала, необходимо нажать левой кнопкой «мыши» на нужную ячейку столбца выбранного канала многоканального генератора строки **Смещение, В**. При этом вокруг ячейки появится пунктирная рамка. Значения вводятся с клавиатуры. Для установки введенного значения необходимо нажать на клавиатуре клавишу <Enter> или нажать кнопкой «мыши» вне выбранной ячейки таблицы.

Строка **Уровень 2, В** – уровень второго импульса синусоидального сигнала с заполнением 1/8. Задается так же, как уровень сигнала.

Строка **Фаза 2, град** - фаза второго импульса синусоидального сигнала с заполнением 1/8. Задается так же, как фаза сигнала.

На рисунке 29.6 представлено окно программы Многоканальный генератор с заполненными полями, а на рисунке 29.7 - соответствующие осциллограммы сигналов.

| Многоканальный генератор |             |             |                     |             |
|--------------------------|-------------|-------------|---------------------|-------------|
| Количество генераторов   | 4           |             | Частота сигнала, Гц |             |
|                          | 10.00       |             |                     |             |
| Канал генератора         | Канал 1     | Канал 2     | Канал 3             | Канал 4     |
| Исходный канал           | Генератор 1 | Генератор 2 | Генератор 3         | Генератор 4 |
| Тип сигнала              | синус       | синус       | синус               | синус       |
| Заполнение               | непрер.     | непрер.     | 1/8                 | 6/12        |
| Уровень, В               | 0.500       | 0.500       | 0.500               | 0.500       |
| Фаза, град               | 0.0         | 90.0        | 0.0                 | 0.0         |
| Смещение, В              | 0.000       | 0.707       | 0.000               | 0.000       |
| Уровень 2, В             |             |             | 0.000               |             |
| Фаза 2, град             |             |             | 0.0                 |             |

Рисунок 29.6

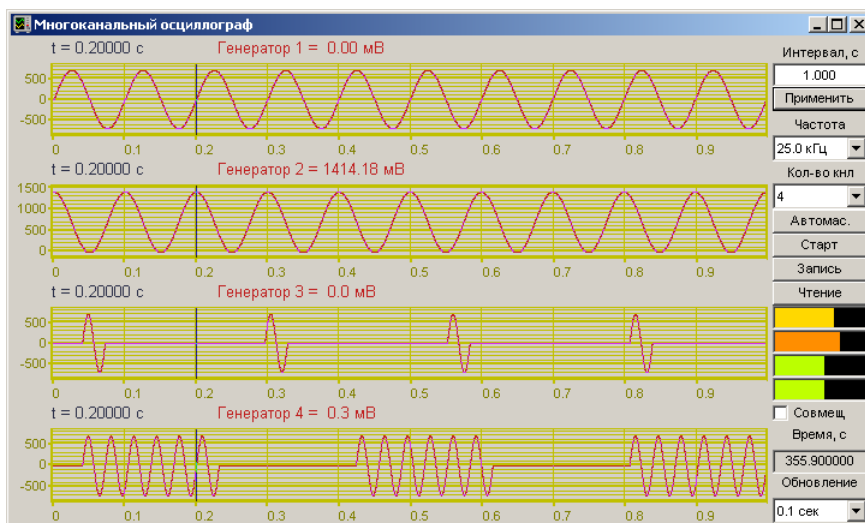


Рисунок 29.7

## 30 Программа РЕГУЛЯТОР

### 30.1 Назначение программы

Производственные процессы характеризуются множеством регулируемых величин: температурой, давлением, расходом, концентрацией и т. д., которые называются параметрами процесса. Чтобы технологическое оборудование работало в требуемом режиме, то есть с высоким КПД, с заданной производительностью, давало продукцию необходимого качества и работало надежно, необходимо поддерживать величины, характеризующие процесс, в большинстве случаев постоянными. Эта задача возложена на системы автоматического регулирования и стабилизации технологических процессов.

Программа **Регулятор** предназначена для создания автоматизированных систем управления на базе модулей АЦП-ЦАП, например модуль «ZET 2XX», для поддержания контролируемой величины, равной заданному значению.

Программа **Регулятор** реализует функции двухпозиционного и ПИД-регулятора с обратной связью.

Двухпозиционный регулятор, это регулятор у которого регулирующий орган под действием сигнала от датчика может занимать только одно из двух крайних положений: «открыт» — «закрыт». При этом приток энергии или вещества к регулируемому объекту может быть только максимальным или минимальным. Такой тип регулятора определяет постоянные колебания переменной процесса вокруг заданного значения. Причина популярности в его простоте при удовлетворительном качестве регулирования. В зависимости от заданной величины установки  $u$  и коридора допуска  $\Delta u$ , при превышении регулируемой величины  $u$  уровня  $u + \Delta u$  регулятор отключается, в случае, когда величина  $u$  снижается ниже уровня  $u - \Delta u$  регулятор включается. Двухпозиционные регуляторы, как правило, используются в простых системах управления температурой или в системах предупреждения превышения уровня параметра.

Для достижения требуемой точности системы управления и оптимальной коррекции помех работа регулятора должна учитывать передаточную характеристику процесса. Этим целям служат схемы с обратной связью управляемые ПИД-регуляторами.

ПИД-регулятор, это регулятор у которого регулирующий орган под действием сигнала от датчика может занимать любое положение между крайними положениями: «открыт» — «закрыт», и положение это задается с помощью пропорционального интегрального и дифференциального коэффициентов управляемого процесса. ПИД-регулятор был изобретен в 1910 году. В 1942 году Зиглер и Никольс разработали методику его настройки. Среди ПИД-регуляторов 2/3 приходится на одноконтурные регуляторы и 1/3 на многоконтурные. Простейшая схема автоматического регулирования с обратной связью показана на рисунке 30.1. В ней блок **Р** называется регулятором, **Р** – объектом управления,  $u$  – управляющим воздействием или уставкой,  $e$  – сигналом рассогласования или ошибки,  $y$  – выходной переменной,  $w$  – желаемым значением выходной переменной,  $z$  – внешним возмущающим воздействием.

ПИД-регуляторы делятся на: пропорционального действия (П-регулятор), пропорционально-дифференциального действия (ПД-регулятор), пропорционально-интегрального действия (ПИ-регулятор), пропорционально-дифференциально-интегрального действия (ПИД-регулятор).

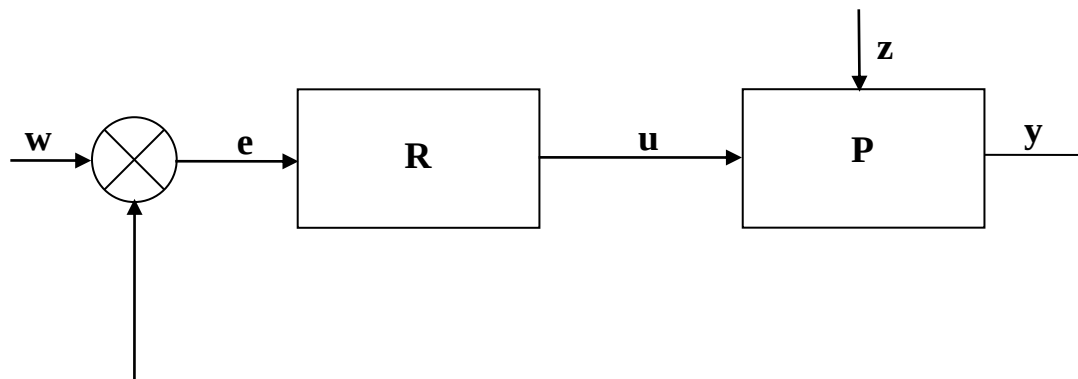


Рисунок 30.1

Если управляющее воздействие  $u$  регулятора  $R$  описывается выражением:

$$u(t) = K \left[ e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(t) dt + T_d \frac{de(t)}{dt} \right],$$

где  $K$  – коэффициент передачи,  $T_i$  – постоянная интегрирования,  $T_d$  – постоянная дифференцирования, то такой регулятор называют ПИД-регулятором. Эти три параметра подбирают в процессе настройки регулятора таким образом, чтобы максимально приблизить алгоритм функционирования системы к желаемому виду.

В зависимости от типа объекта управления достаточно применение более простого П-регулятора, ПИ-регулятора или ПД-регулятора, которые являются частными случаями ПИД-регулятора при соответствующем выборе постоянных интегрирования и дифференцирования.

П-регулятор описывается следующим выражением:

$$u(t) = K[e(t)].$$

ПИ-регулятор описывается следующим выражением:

$$u(t) = K \left[ e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(t) dt \right].$$

ПД-регулятор описывается следующим выражением:

$$u(t) = K \left[ e(t) + T_d \frac{de(t)}{dt} \right].$$

Наибольшее быстродействие обеспечивает П-регулятор. Однако, если коэффициент усиления П-регулятора мал (чаще всего это наблюдается в системах с запаздыванием), то такой регулятор не обеспечивает высокой точности регулирования, в этом случае велика величина статической ошибки.

Наиболее распространенным на практике является ПИ-регулятор, который обеспечивает нулевую статическую ошибку регулирования, достаточно прост в настройке, так как настраиваются только два параметра. В таком регуляторе имеется возможность оптимизации, что обеспечивает управление с минимально возможной ошибкой регулирования. Малая чувствительность к шумам в канале измерения.

Для наиболее ответственных контуров рекомендуется использование ПИД-регулятора, обеспечивающего наиболее высокое быстродействие в системе. Следует учитывать, что это условие выполняется только при оптимальных настройках всех трех параметров. ПИД-регулятор следует выбирать для систем регулирования, с относительно малым уровнем шумов и величиной запаздывания в объекте управления.

### 30.2 Описание программы

Для запуска программы **Регулятор** необходимо из меню **Автоматизация** (рисунок 30.2) панели **ZETLab** выбрать команду **Регулятор**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Регулятор** (рисунок 30.3). В заголовке окна программы будет отображаться название программы и название выбранного канала.

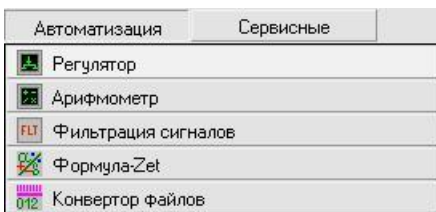


Рисунок 30.2



Рисунок 30.3

**Примечание:** программу можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLab** (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: Regulator.exe.

В левой части рабочего окна программы **Регулятор** расположен графический индикатор, в котором отображаются уровни сигнала выбранного канала в установленных единицах измерения. Единицы измерения устанавливаются в программе **Редактирование файлов параметров** (пункт 5 настоящего **Руководства оператора**).



Справа от графического индикатора располагается текстовое поле, в котором задается удерживаемый уровень (уставка).

Под полем ввода удерживаемого уровня располагается индикатор состояния включения/выключения программы **Регулятор**. Зеленого цвета или попеременно зеленого и красного цветов – программа включена и установленный режим регулирования работает. Красного цвета – программа выключена либо не правильно были заданы параметры регулирования.

Кнопка **Включить** запускает процесс управления регулируемой величины. После нажатия кнопки **Включить**, она переименовывается в кнопку **Выключить**, и соответственно, нажатие кнопки с надписью **Выключить** будет останавливать процесс управления.

Кнопка **Параметры** служит для вызова окна **Настройка параметров регулятора**.

Кнопка , расположенная под кнопкой **Параметры**, служит для включения/выключения графиков заданного и реального профилей. После нажатия кнопки программа **Регулятор** примет вид как показано на рисунке 30.4. Кнопка включения/выключения после включения графика примет вид , и соответственно, при нажатии будет выключать графики.

Для выхода из программы необходимо нажать кнопку , расположенную в правом верхнем углу окна.

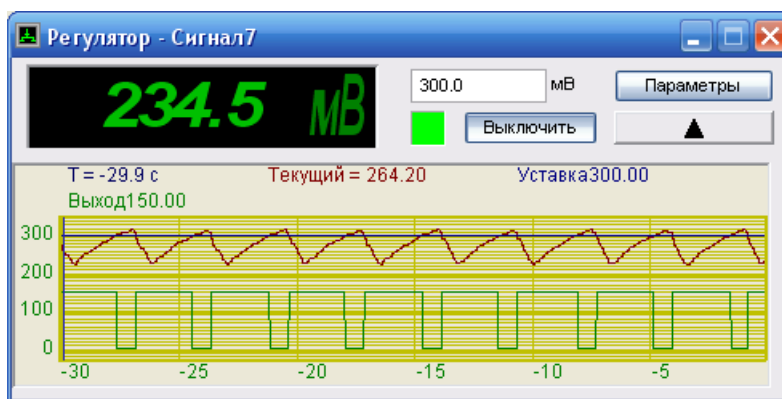


Рисунок 30.4

### 30.2.1 Настройка параметров регулятора

При нажатии левой кнопкой «мыши» кнопки **Параметры**, расположенной в правой части рабочего окна программы **Регулятор**, открывается окно **Настройка параметров регулятора** (рисунок 30.5).

В рамке **Входной канал** окна **Настройка параметров регулятора** выбирается канал обратной связи, измерительный канал на котором необходимо удерживать заданный уровень.

В рамке **Выходной канал** выбирается канал для управления исполнительным механизмом.

Управляющий канал может быть аналоговым выходом генератора или каналом цифрового порта. Управление исполнительным механизмом с аналогового выхода осуществляется напряжением постоянного тока. Для аналогового выхода задаются максимальное и минимальное значение выходного уровня. Для выбора цифрового порта (при условии комплектации устройства цифровым портом) в качестве управляющего канала необходимо в рамке **Выходной сигнал** нажать левой клавишей «мыши» на переключатель  Цифровой. Для выбора аналогового выхода (выход генератора) в качестве управляющего канала необходимо в рамке **Выходной сигнал** нажать левой клавишей «мыши» на переключатель  Аналоговый.

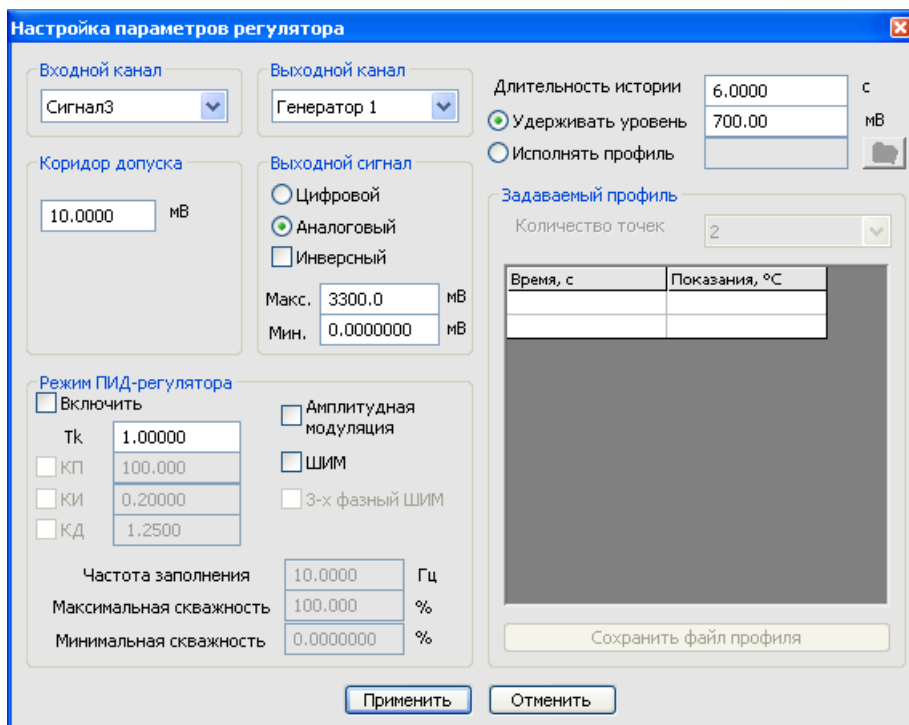


Рисунок 30.5

При выборе в качестве управляющего канала в рамке **Выходной сигнал** цифрового порта в рамке **Выходной канал** будет доступен выбор любой из четырнадцати каналов цифрового порта для управления исполнительным механизмом.

При выборе цифрового порта в качестве управляющего для правильной работы необходимо включить выбранный канал (каналы) цифрового порта. Для этого из меню **Сервисные панели ZETLab** выбрать команду **Цифровой ввод/вывод**. Далее в запущившейся программе **Цифровой ввод-вывод** (рисунок 30.6) необходимо в рамке **Разрешение выхода** установить флажок (флажки) возле номера канала цифрового порта, к которому (которым) будет подключен исполнительный механизм.

При выборе в качестве управляющего канала в рамке **Выходной сигнал** аналогового выхода в рамке **Выходной канал** будет доступен выбор встроенного генератора для управления исполнительным механизмом. При выборе встроенного генера-

тора необходимо указать в текстовом поле **Макс.** либо максимальное значение напряжения на выходе генератора, либо значение входного напряжения исполнительного механизма, но не превышающее выходное напряжение генератора. В текстовом поле **Мин.**, как правило, устанавливается либо нулевое значение напряжения на выходе генератора, либо незначительное, но отличное от установленного значения в поле **Макс.** Если установить одинаковые или незначительно отличающиеся значения максимального и минимального порогов напряжения, то исполнительный механизм не будет срабатывать.

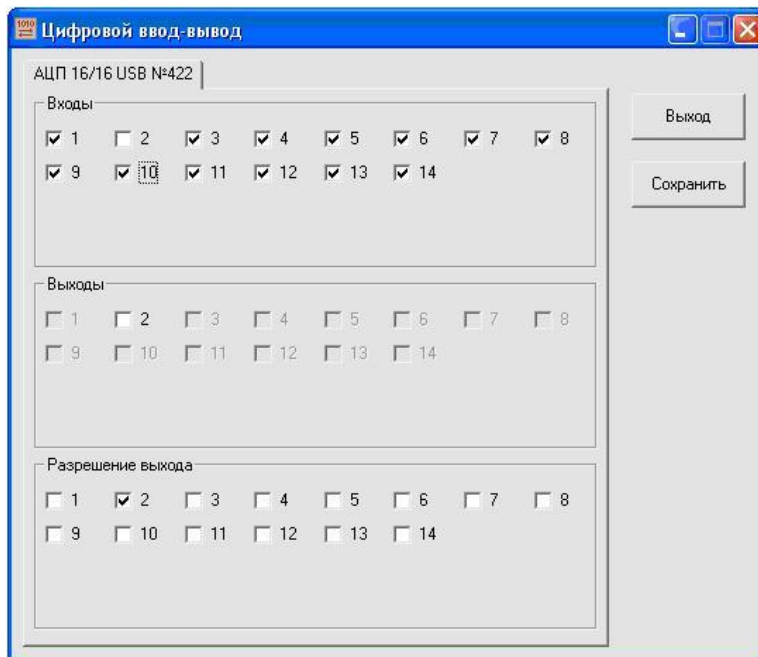


Рисунок 30.6

Флажок **Инверсный** в рамке **Выходной сигнал** служит для инверсии выходного сигнала (управляющего). Установленный флажок – сигнал будет инвертироваться, снятый – нет.

В текстовом поле рамки **Коридор допуска** устанавливается допуск для двухпозиционного регулятора, в котором будет регулироваться измеряемые данные канала обратной связи (выходная переменная).

В рамке **Режим ПИД-регулятора** располагаются элементы настройки и управления П-, ПИ-, ПД и ПИД-регуляторов, а также элементы настройки и управления ШИМ (широтно-импульсная модуляция).

Включение работы программы **Регулятор** в режим П-, ПИ-, ПД или ПИД-регулятора осуществляется установкой флажка **Включить** в рамке **Режим ПИД-регулятора** окна **Настройка параметров регулятора**. При снятом флажке включается режим двухпозиционного регулятора. Настройка программы Регулятор для работы в режиме П-, ПИ-, ПД или ПИД-регулятора описана ниже в пункте **30.2.1.1**

### **Настройка параметров П-, ПИ- и ПИД-регуляторов** настоящего **Руководства оператора**.

Включение работы программы **Регулятор** в режим ШИМ осуществляется установкой флажка **ШИМ** в рамке **Режим ПИД-регулятора** окна **Настройки параметров регулятора**. При снятом флажке отключается режим ШИМ. Настройка программы **Регулятор** для работы в режиме ШИМ описана ниже в пункте **0 Настройка параметров ШИМ** настоящего **Руководства оператора**.

В правом верхнем сегменте окна **Настройка параметров регулятора** в текстовом поле, расположенном справа от надписи **Длительность истории** задается длительность отображения графических данных в секундах.

При установленном переключателе  **Удерживать уровень** в текстовом поле, расположенном справа от этого переключателя, задается удерживаемый уровень (уставка) и программа **Регулятор** будет поддерживать заданный уровень. Уставка также может задаваться и в рабочем окне самой программы **Регулятор**. При этом переключатель  **Исполнять профиль** будет выключен, кнопка открытия файла профиля  и элементы в рамке **Задаваемый профиль** будут заблокированы.

При установленном переключателе  **Исполнять профиль** программа **Регулятор** будет работать по заданному профилю. При этом кнопка открытия файла профиля  и элементы в рамке **Задаваемый профиль** будут доступны для создания и редактирования профиля, а переключатель  **Удерживать уровень** будет выключен и текстовое поле для ввода уровня будет заблокировано.

Для работы программы **Регулятор** по профилю необходимо провести следующие действия:

1. Установить переключатель  **Исполнять профиль** ;
2. Нажать кнопку открытия файла профиля  , после чего открывается стандартное диалоговое окно открытия файла. В этом окне указать путь и имя файла профиля. Директория, где хранятся файлы профиля, по умолчанию – C:\ZETLab\config\. Файлы профиля имеют расширение \*.pfl. После открытия файла профиля данные из этого файла прочитываются и отображаются в таблице профиля в рамке **Задаваемый профиль**;

3. Если файл профиля не был создан ранее, то в рамке **Задаваемый профиль** в списке  , находящемся справа от надписи **Количество точек**, выбрать необходимое количество точек для задания профиля. Минимальное количество точек – 2, максимальное – 15. Для выбора необходимого количества точек необходимо нажать левой кнопкой «мыши» на кнопку  списка, и, в раскрывшемся списке, выбрать нужное количество точек. После выбора количества точек для задаваемого профиля в таблице, расположенной под списком количества точек, отобразится столько строк, сколько было выбрано количество точек;

4. В левом столбце таблицы задаваемого профиля в ячейках задаются интервалы времени в секундах, в правом задаются уровни по входному каналу (уставка) для каждого интервала времени;

5. После ввода уровней и интервалов времени для сохранения файла профиля нажать кнопку **Сохранить файл профиля**. После чего откроется стандартное диалоговое окно для сохранения файла. В этом окне необходимо указать путь и имя файла. Директория, куда предлагается сохранить файл профиля, по умолчанию – C:\ZETLab\config\. Файлы профиля имеют расширение \*. rfl;

6. После сохранения профиля необходимо открыть файл профиля, описанного в пункте 2 этих действий.

Для вступления в силу введенных настроек параметров регулятора нажать кнопку **Применить**, после чего окно **Настройка параметров регулятора** закроется, а программа **Регулятор** будет отображать измеренные значения с учетом введенных настроек параметров регулятора.

Если при нажатом переключателе  **Исполнять профиль** не будет выбран файл профиля и будет нажата кнопка **Применить** окна **Настройка параметров регулятора**, то откроется окно предупреждения, показанное на рисунке 30.7. При появлении такого окна необходимо либо указать файл профиля (открыть), либо нажать переключателе  **Удерживать уровень** установив соответствующий уровень.

Для выхода из окна настроек без применения настроек нажать кнопку **Отмена** или кнопку , расположенную в верхнем правом углу окна настроек.

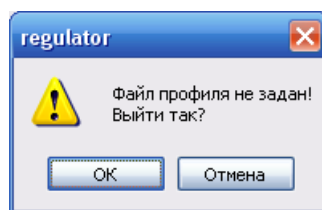


Рисунок 30.7

### 30.2.1.1 Настройка параметров П-, ПИ-, ПД- и ПИД-регуляторов

Выбор типа регулятора и его настройки определяются видом и параметрами объекта. Для того чтобы выбрать тип регулятора и определить его настройки необходимо знать статические и динамические характеристики объекта управления, требования к качеству процесса регулирования, характер возмущений, действующих на процесс регулирования.

При правильной настройке ПИД-регуляторы обеспечивают достаточно хорошее качество управления для большинства объектов промышленной технологии.

После установки флажка **Включить** в рамке **Режим ПИД-регулятора** для функционирования программы **Регулятор** в режиме ПИД-регулятора будут доступны настраиваемые параметры. Параметры режима ПИД-регулятора располагаются в рамке **Режим ПИД-регулятора** окна **Настройка параметров регулятора** – это период квантования  $T_k$ , коэффициент пропорциональности (усиления) КП, постоянная интегрирования КИ и постоянная дифференцирования КД. На рисунке 30.8 показан фрагмент окна **Настройка параметров регулятора** с настраиваемыми параметрами ПИД-регулятора.



Рисунок 30.8

В текстовом поле **Тк** задается период квантования. Период квантования обязательный параметр для любой разновидности ПИД-регулятора. Период квантования задается в секундах от 0.1 до 1000 секунд. Период квантования определяется из времени реакции системы на воздействие ступенчатой формы.

Для того, чтобы эффект квантования по времени мало сказывался на динамику системы регулирования период квантования выбирается из соотношения:

$$\frac{T_{95}}{15} < T_k < \frac{T_{95}}{5}$$

где: -  $T_{95}$  время достижения выходным сигналом уровня 95% от установившегося значения при подаче на вход объекта ступенчатого воздействия.

На рисунке 30.9 синим графиком показано управляющее воздействие (уставка), зеленым графиком – ступенчатое воздействие, красным графиком – реакция системы. Длительность выхода системы на уровень 95% составляет около 10 секунд. Период квантования для этого процесса можно установить от 1 до 2 секунд.



Рисунок 30.9

В реальных условиях при управлении инерционными процессами значение периода квантования берется от 1 секунды до нескольких минут. Для малоинерционных процессов (например, расхода жидкости) значение периода квантования может составлять десятые доли секунды. Не рекомендуется задавать большие значения периода квантования, особенно для ответственных процессов, иначе при возникновении аварийной ситуации она будет ликвидироваться слишком медленно. При слишком малом значении частоты квантования увеличивается влияние шумов.

Установка флажка **КП** разблокирует поле ввода коэффициента пропорциональности, расположенное справа от этого флажка, после чего в этом поле вводится значение этого коэффициента.

Коэффициент пропорциональности вычисляется из соотношения:

Для П-регулятора  $K_P = T_g / T_u \cdot K_s$

Для ПИ-регулятора  $K_P=0,8(T_g/T_u \cdot K_s)$

Для ПИД-регулятора  $K_P=1,2(T_g/T_u \cdot K_s)$

где:  $T_g$  – время выравнивания,  $T_u$  – время задержки,  $K_s$  – передаточный коэффициент объекта регулирования.

Чем больше значение пропорционального коэффициента, тем больше изменение частоты.

При установленном только одном флажке коэффициента пропорциональности  $K_P$  (сняты флажки постоянной времени интегрирования  $K_I$  и постоянной времени дифференцирования  $K_D$ ), как показано на рисунке 30.10, программа **Регулятор** будет работать в режиме П-регулятора.

Перед настройкой пропорционального коэффициента  $K_P$ . необходимо отключить постоянную времени интегрирования  $K_I$  и постоянную времени дифференцирования  $K_D$ , если они были включены.

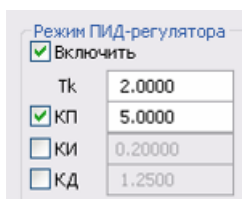


Рисунок 30.10

На рисунке 30.11 коэффициент пропорциональности слишком большой. В этом режиме возникают незатухающие колебания.

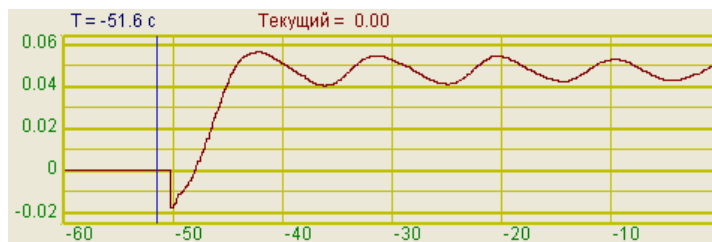


Рисунок 30.11

На рисунке 30.12 показан процесс с оптимальным коэффициентом пропорциональности.



Рисунок 30.12

На рисунке 30.13 показан процесс со слишком маленьким коэффициентом пропорциональности.

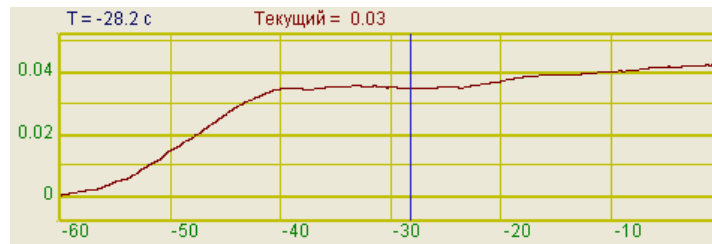


Рисунок 30.13

Установка флажка **КИ** разблокирует поле ввода постоянная интегрирования КИ, расположенное справа от этого флажка, после чего в этом поле вводится значение этого коэффициента.

Интегральный коэффициент имеет смысл времени, за которое усредняются отклонения текущего значения от заданного. Этот коэффициент определяет скорость (время) реакции системы. Подбор интегральной компоненты сводится к минимизации рассогласования между заданной уставкой и реальным значением.

Интегральный коэффициент по алгоритму Зиглера Никольса равен 0.2.

При установленных флажках коэффициента пропорциональности КП и постоянной времени интегрирования КИ, как показано на рисунке 30.14, программа **Регулятор** будет работать в режиме ПИ-регулятора.

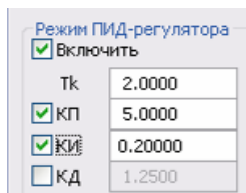


Рисунок 30.14

На рисунке 30.15 отображен процесс с маленьким интегральным коэффициентом. Сигнал не доходит до заданного уровня.



Рисунок 30.15



На рисунке 30.16 отображен процесс с оптимальным интегральным коэффициентом.



Рисунок 30.16

На рисунке 30.17 отображен процесс с большим интегральным коэффициентом. Процесс переходит в режим автоколебаний.



Рисунок 30.17

Установка флажка **КД** разблокирует поле ввода постоянная дифференцирования КД, расположенное справа от этого флажка, после чего в этом поле вводится значение этого коэффициента.

Настройка дифференциальной компоненты. Этот этап присутствует при создании полнофункционального ПИД-регулятора.

При установленных флажках коэффициента пропорциональности КП и постоянной времени дифференцирования КД, как показано на рисунке 30.18, программа **Регулятор** будет работать в режиме ПД-регулятора.

| Режим ПИД-регулятора                   |          |
|----------------------------------------|----------|
| <input checked="" type="checkbox"/>    | Включить |
| Tk                                     | 2.0000   |
| <input checked="" type="checkbox"/> КП | 5.0000   |
| <input type="checkbox"/> КИ            | 0.20000  |
| <input checked="" type="checkbox"/> КД | 1.2500   |

Рисунок 30.18

При установленных всех флажках – коэффициента пропорциональности КП, постоянной времени интегрирования КИ и постоянной времени дифференцирования КД, как показано на рисунке 30.19, программа **Регулятор** будет работать в режиме полнофункционального ПИД-регулятора.

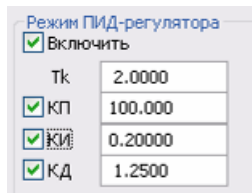


Рисунок 30.19

Дифференциальный коэффициент передачи - это отношение изменения выходной величины к скорости изменения входной величины.

Дифференциальный коэффициент по алгоритму Зиглера Никольса равен 1.25.

На рисунке 30.20 показан процесс с маленьким дифференциальным коэффициентом.



Рисунок 30.20

На рисунке 30.21 отображен процесс с оптимальным дифференциальным коэффициентом.



Рисунок 30.21

На рисунке 30.22 отображен процесс с большим дифференциальным коэффициентом.



Рисунок 30.22

### 30.2.1.2 Настройка параметров ШИМ

Широтно-импульсная модуляция (ШИМ, англ. Pulse-width modulation (PWM)) – приближение желаемого сигнала (многоуровневого или непрерывного) действительным бинарным (с двумя уровнями - вкл/выкл), так что в среднем, за отрезок времени, их значения равны.

ШИМ – это импульсный сигнал постоянной частоты и переменной скважности. С помощью задания скважности можно менять среднее напряжение на выходе генератора.

В качестве исполнительных механизмов могут служить различные ключевые схемы, твердотельные реле или IGBT-ключи. Их состояние бывает или полностью открытым или полностью закрытым. Для плавной регулировки такими механизмами используется метод широтно-импульсной модуляции. В программе задается несущая частота модуляции в Гц, максимальная и минимальная скважность в %. Типичный пример ШИМ показан на рисунке 30.23.



Рисунок 30.23

После установки флажка **ШИМ** в рамке **Режим ПИД-регулятора** для функционирования программы **Регулятор** в режиме ШИМ будут доступны настраиваемые параметры. Параметры режима ШИМ располагаются в рамке **Режим ПИД-регулятора** окна **Настройка параметров регулятора** – это частота заполнения, максимальная и минимальная скважность, а также включение режима трехканального ШИМ. На рисунке 30.24 показан фрагмент окна **Настройка параметров регулятора** с настраиваемыми параметрами ШИМ.

Режим ПИД-регулятора

☐ Включить

Тк 1.00000

☒ КП 10.0000

☐ КИ 0.20000

☐ КД 1.2500

☒ ШИМ

☐ 3-х фазный ШИМ

Частота заполнения 20.000 Гц

Максимальная скважность 100.000 %

Минимальная скважность 80.000 %

Рисунок 30.24

В текстовом поле **Частота заполнения** вводится несущая частота ШИМ в герцах.

В текстовых полях **Максимальная скважность** и **Минимальная скважность** вводятся нижний и верхний пределы изменения скважности. Скважность определяет отношение периода следования (повторения) импульсов одной последовательности к их длительности.

При установке флажка **3-х фазный ШИМ** включается режим трехканального ШИМ.

Если в рамке **Выходной сигнал** был выбран цифровой порт для управления исполнительным механизмом и при этом флажок **ШИМ** установлен и снят флажок **3-х фазный ШИМ**, то в качестве управляющего канала в рамке **Выходной канал** будет доступен выбор любой из четырнадцати каналов цифрового порта.

Если в рамке **Выходной сигнал** был выбран цифровой порт для управления исполнительным механизмом, и, при этом, флажки **ШИМ** и **3-х фазный ШИМ** установлены, то в качестве управляющих каналов по умолчанию будут установлены 12, 13 и 14 каналы цифрового порта. 12 канал цифрового порта будет первым каналом управления исполнительным механизмом, 13 – вторым, 14 – третьим. Соответственно в программе Цифровой вход-выход установить флажки 12, 13 и 14 каналов.

**Примечание!** 3-х канальный ШИМ функционирует только при использовании цифрового порта в качестве управляющего исполнительным механизмом.

### 30.2.1.3 Настройка параметров амплитудной модуляции

Амплитудная модуляция – это синусоидальный сигнал переменной амплитуды (рисунок 30.25).

В качестве исполнительных механизмов могут служить усилители переменного тока. Для плавной регулировки такими механизмами используется метод амплитудной модуляции. В программе задается несущая частота модуляции в Гц.

После установки флажка **Амплитудная модуляция** в рамке **Режим ПИД-регулятора** для функционирования программы **Регулятор** в режиме амплитудной модуляции будет доступно поле задания частоты заполнения амплитудной модуляции. На рисунке 30.26 показан фрагмент окна **Настройка параметров регулятора** с настраиваемыми параметрами амплитудной модуляции.

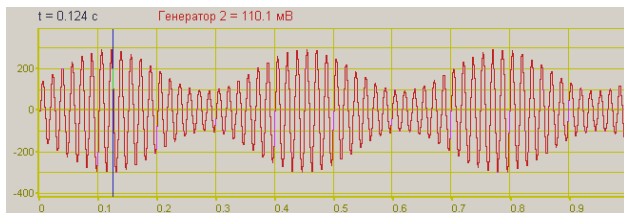


Рисунок 30.25

Рисунок 30.26



## 31 Программа АРИФМЕТИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ С СИГНАЛАМИ

### 31.1 Назначение программы

Программа предназначена для проведения арифметических операций с мгновенными значениями двух сигналов и передачу полученного результата в виртуальный канал. Виртуальный канал может использоваться для дальнейшей обработки и анализа будет другими программами из состава **ZETLab**.

Программа позволяет проводить следующие операции:

- ✓ сложение двух сигналов;
- ✓ вычитание одного сигнала из другого;
- ✓ умножение одного сигнала на другой;
- ✓ деление одного сигнала на другой;
- ✓ максимальное значение из двух сигналов;
- ✓ минимальное значение из двух сигналов;
- ✓ среднее значение двух сигналов;
- ✓ модуль (среднеквадратическое значение двух сигналов);
- ✓ среднегеометрическое значение двух сигналов;
- ✓ умножение выходного сигнала на константу;
- ✓ сложение выходного сигнала с константой.

### 31.2 Описание программы

Для запуска программы **Арифметические операции с сигналами** необходимо из меню **Автоматизация** (рисунок 31.1) панели **ZETLab** выбрать команду **Арифмометр**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Арифметические операции с сигналами** (рисунок 31.2).

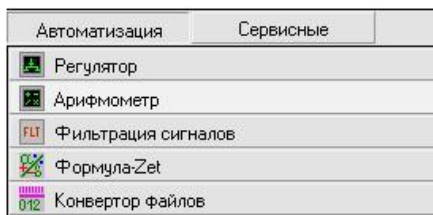


Рисунок 31.1

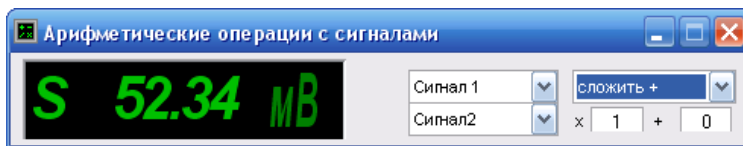


Рисунок 31.2

**Примечание:** программу можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLab** (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: ArithmoMeter.exe.

В левой части рабочего окна программы **Арифметические операции с сигналами** расположен графический индикатор, в котором отображается значение проведенной арифметической операции между двумя сигналами выбранных каналов. Значение арифметической операции отображается в установленных единицах первого выбранного канала. Единицы измерения устанавливаются в программе **Редактирование файлов параметров** (пункт 5 настоящего **Руководства оператора**).

Для вычисления и отображения значения на графическом индикаторе какой-либо арифметической операции между двумя сигналами, по интересующим включенным физическим либо виртуальным каналам, необходимо в полях списков (со стрелкой)  выбрать названия этих каналов. Поля списков выбора каналов располагаются справа от графического индикатора. В верхнем списке выбирается первый канал для вычисления арифметической операции, в нижнем второй. Выбрать необходимый канал в поле списка можно двумя способами:

- нажать на стрелку поля и «мышью» выбрать из раскрывшегося списка канал;
- нажать левой кнопкой «мыши» на поле и при помощи ролика «мыши», либо кнопок клавиатуры со стрелками  $\leftarrow$  и  $\rightarrow$  выбрать канал.

В поле списка (со стрелкой) , расположенном в правой части программы, выбирается арифметическая операция которую необходимо выполнить с двумя сигналами выбранных каналов.

Под полем списка выбора арифметической операции располагаются два поля ввода констант. В поле  $\times$   вводится константа умножения на полученный результат арифметической операции. В поле  $+$   вводится константа сложения с полученным результатом арифметической операции.

Последовательность проведения операций в программе **Арифметические операции с сигналами** следующая:

1. операция с двумя сигналами;
2. умножение на константу;
3. сложение с константой.

Для выхода из программы необходимо нажать кнопку , расположенную в правом верхнем углу окна.

## 32 Программа ФИЛЬТРАЦИЯ СИГНАЛОВ

### 32.1 Назначение программы

При проведении различных видов испытаний, измерений, диагностики и распознавания речи в сложных условиях окружающих помех, появляется проблема достоверного оценивания какого-либо параметра сигнала, например, уровня, частоты, коэффициента корреляции с другим сигналом. Если полезный сигнал и помеха разделяются в частотной области, то самым распространенным методом является метод фильтрации сигналов.

Блок-схема программы фильтрации приведена на рисунке 32.1. Любой из элементов блок-схемы может быть отключен. Фильтры можно подключать последовательно друг за другом.

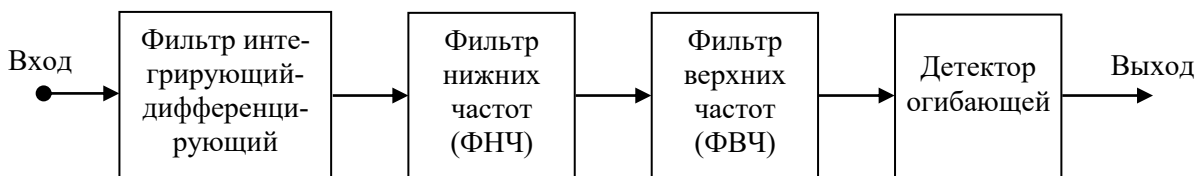


Рисунок 32.1

Программа фильтрации создает дополнительные виртуальные каналы, в которых и производится обработка сигналов. Все сигналы - реальные и виртуальные имеют внутреннюю синхронизацию, что позволяет проводить их совместную обработку, например, при помощи программы **Многоканальный осциллограф**. Исходные сигналы для фильтрации остаются неизменными. Все программы **ZETLab** имеют возможность одновременно обрабатывать исходные реальные сигналы и отфильтрованные виртуальные.

На рисунке 32.2 представлен интерфейс программы фильтрации сигналов.

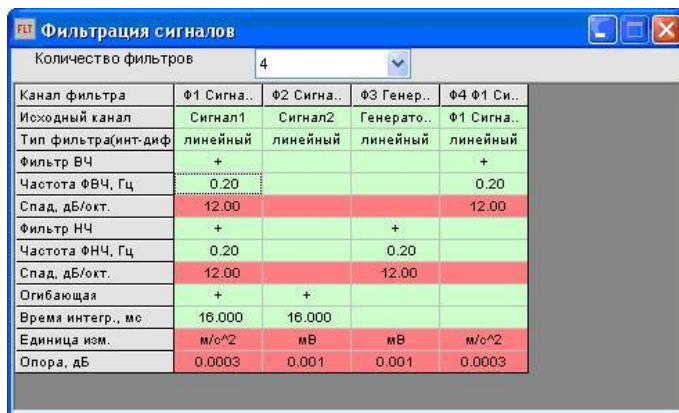


Рисунок 32.2



На рисунке 32.3 представлен результат работы программы фильтрации сигналов, который обрабатывается программой **Многоканальный осциллограф**. На верхней осциллограмме представлена временная реализация исходного сигнала, на средней – отфильтрованный сигнал, на нижней – огибающая отфильтрованного сигнала.

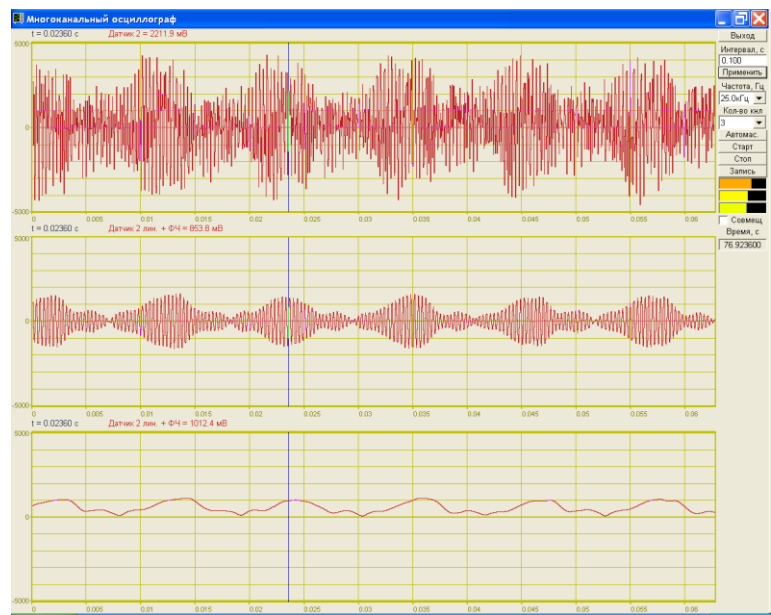


Рисунок 32.3

При работе программы **Фильтрация сигналов** появляются дополнительные виртуальные каналы, которые отображаются во всех программах **ZETLab**. На рисунке 32.4 показан интерфейс программы **Редактирование файлов параметров**. В данном примере первые два канала являются реальными, а следующие четыре канала, подсвеченные другим цветом являются виртуальными каналами. Количество виртуальных каналов зависит от количества различных программ, создающие виртуальные каналы. Максимальное количество виртуальных каналов – не более 60.

| Редактирование файла конфигурации измерительных каналов - tabconfig.cfg |                                            |                  |                                         |                  |                                    |          |                                  |                 |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------|------------------|------------------------------------|----------|----------------------------------|-----------------|
| Файл Редактирование файлов Обновить Строка Справка                      |                                            |                  |                                         |                  |                                    |          |                                  |                 |
| Ввод данных:                                                            |                                            | 0.001            |                                         | Сохранить        |                                    | Выход    |                                  |                 |
| Номер канала                                                            | Чувствительность преобразователя В/ед.изм. | Ед. изм.         | Коэффициент усиления внешнего усилителя | Предв. усилитель | Опорное значение для вычисления дБ | Файл АЧХ | Смещение постоянной составляющей | Название канала |
| 1                                                                       | 0.001                                      | м/с <sup>2</sup> | 1                                       | 0                | 0.001                              | 0        | 0                                | Сигнал1         |
| 2                                                                       | 0.001                                      | мВ               | 1                                       | 0                | 0.001                              | 0        | 0                                | Сигнал2         |
| 3                                                                       | 0.001                                      | мВ               | 1                                       | 0                | 0.001                              | 0        | 0                                | Генератор 1     |
| 4                                                                       | 0.001                                      | м/с <sup>2</sup> | 1                                       | 0                | 0.001                              | 0        | 0                                | Ф1 Сигнал1      |
| 5                                                                       | 0.001                                      | мВ               | 1                                       | 0                | 0.001                              | 0        | 0                                | Ф2 Сигнал2      |
| 6                                                                       | 0.001                                      | мВ               | 1                                       | 0                | 0.001                              | 0        | 0                                | Ф3 Генератор 1  |

Рисунок 32.4

В программе **Фильтрация сигналов** предусмотрены следующие возможности:

1. Выбор количества каналов для проведения фильтрации. Программа может одновременно фильтровать несколько каналов. Причем фильтрация может производиться, как одного, так и различных измерительных каналов, включая виртуальные каналы.

2. Выбор типа фильтра:

- линейный;
- интегрирующий 1-го порядка;
- интегрирующий 2-го порядка;
- дифференцирующий 1-го порядка;
- дифференцирующий 2-го порядка.

Дифференцирование и интегрирование сигналов широко используется в вибрации и акустике. Большинство применяемых в вибрации датчиков являются пьезоэлектрическими акселерометрами, т.е. датчики отдают сигнал пропорциональный ускорению. Многие контролируемые вибрационные параметры механизмов задаются в уровнях виброскорости. Для балансировки вращающихся механизмов, необходимо знать виброперемещение в точке крепления вибродатчика. Для получения сигнала виброскорости из сигнала виброускорения необходимо этот сигнал подвергнуть интегрированию первого порядка. Для получения сигнала виброперемещения необходимо провести двойное интегрирование сигнала виброускорения. Аналогично, из сигнала датчика линейного перемещения можно получить сигнал скорости перемещения и сигнал ускорения дифференцированием сигнала.

Дифференцирование сигнала полезно при виброакустическом мониторинге различных систем. Одним из важнейших параметров мониторинга является тренд процесса, т.е. долговременное изменение уровня контролируемого сигнала по времени (например, интегральный уровень вибрации или уровень шума в полосе). Для контроля изменения этого сигнала можно продифференцировать этот сигнал и следить за уровнем его производной, т.е. уровнем изменения сигнала.

Если входной сигнал является сигналом виброускорения (т. е. единица измерения  $g$  или  $m/c^2$ ), то при интегрировании единица измерения выходного канала становится единица измерения виброскорость -  $m/c$ . При двойном интегрировании сигнала виброускорения единица измерения выходного канала становится единица виброперемещения -  $m$ . Опорные значения для расчета дБ также претерпевают изменения. Если у входного канала опорные значения дБ были выбраны по системе ISO, то опорные значения выходных каналов для интегрирования и двойного интегрирования также берутся по системе ISO. Если опорные значения дБ выбраны по ГОСТ, то опорные значения выходных каналов задаются также по ГОСТ. В противном случае к единице измерения входного канала при интегрировании добавляется “\*c”, а при двойном интегрировании – “\*c^2”, при дифференцировании – “/c”, при двойном дифференцировании – “/c^2”. Опорные значения расчета дБ при этом не меняются.

Линейный фильтр не производит никаких действий.

3. Фильтры низких и высоких частот. В каждом канале программы фильтрации могут включаться фильтры верхних и нижних частот, частоты среза фильтров задаются в Гц и устанавливаются на уровне минус 3 дБ.

4. Огибающая сигнала. Программа **Фильтрация сигналов** позволяет рассчитать огибающую сигнала. Огибающая уровня рассчитывается как среднее квадратическое значение сигнала. Параметром для огибающей функцией является время сглаживания, которое задается в мс. Для виброметров и шумомеров стандартизированы два времени усреднения “Fast” (125 мс) “Slow” (1000 мс).

## 32.2 Описание программы

Для запуска программы **Фильтрация сигналов** необходимо в меню **Автоматизация** (рисунок 32.5) панели **ZETLab** выбрать команду **Фильтрация сигналов**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Фильтрация сигналов** (рисунок 32.6). В заголовке окна программы будет отображаться название программы. Ниже располагается таблица. В первом столбце таблицы серого цвета располагаются названия переменных. Во втором и последующих столбцах значения этих переменных.

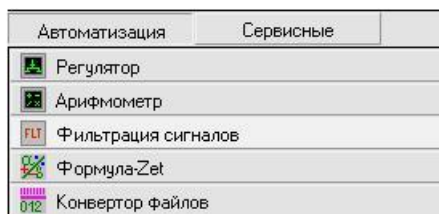


Рисунок 32.5



Рисунок 32.6

**Примечание:** программу можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLab** (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: filtrdiff.exe.

Каждая строка таблицы закрашена определенным цветом. Зеленый цвет строки означает, что параметр этой строки можно задавать, розовый цвет строки означает, что параметр этой строки зависит от верхних строк и не может быть изменен вручную.

Рассмотрим таблицу построчно:

Строка **Канал фильтра** – в ней отображаются названия создаваемых после фильтрации виртуальных каналов фильтра. Строка серого цвета. Параметры в этой строке не могут быть изменены.

Строка **Исходный канал** – в ней выбираются физические либо виртуальные каналы для каждого фильтра. Для выбора канала для фильтрации нажать левой кнопкой «мыши» на нужную ячейку столбца выбранного виртуального канала фильтра строки **Исходный канал**. После чего отобразится список каналов (физических и виртуальных). В этом списке (рисунок 32.7) включенный канал будет отмечен флажком. Для выбора нужного канала для фильтрации нажатием левой кнопкой «мыши» выбрать название этого канала.

Строка **Тип фильтра(инт-диф)** – в ней выбирается типа фильтра относительно которого будет отфильтрован сигнал выбранного канала. Для выбора типа фильтра нажать левой кнопкой «мыши» на нужную ячейку столбца выбранного виртуального канала фильтра строки **Тип фильтра (инт-диф)**. После чего отобразится список типов фильтров (рисунок 32.8). В этом списке задействованный тип фильтра будет отмечен флажком. Для выбора нужного типа фильтра нажатием левой кнопкой «мыши» выбрать тип фильтра.

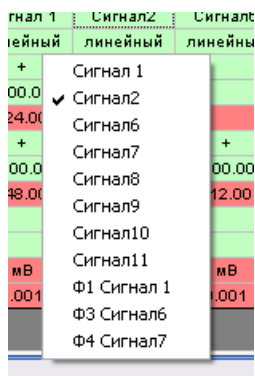


Рисунок 32.7

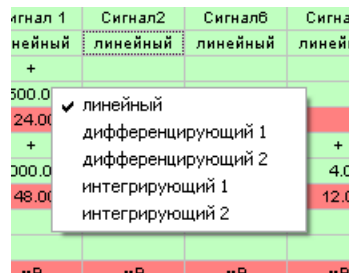


Рисунок 32.8

Строка **Фильтр ВЧ** – в ней включается/выключается фильтр верхних частот (ФВЧ). Включение ФВЧ осуществляется нажатием левой кнопкой «мыши» на нужную ячейку столбца выбранного виртуального канала фильтра строки **Фильтр ВЧ**. После включения ФВЧ в этой ячейке отобразится знак «+». Соответственно для выключения ФВЧ нажать левой кнопкой «мыши» на эту ячейку со знаком «+», после чего ячейка будет пустой и ФВЧ отключится.

Строка **Частота ФВЧ, Гц** – в ней задается частота среза фильтра верхних частот. Частота среза задается в герцах. Минимальное значение частоты среза 0,5 Гц,

максимальное значение частоты зависит от подключенного устройства и установленной частоты дискретизации в программе **Настройка параметров АЦП и ЦАП** (пункт 4 настоящего **Руководства оператора**). Для изменения значения частоты среза надо нажать левой кнопкой «мыши» на нужную ячейку столбца выбранного виртуального канала фильтра строки **Частота ФВЧ, Гц**, сделав таким образом ячейку активной, с клавиатуры ввести значение частоты среза. Если в этой ячейке ранее было введено значение частоты среза, то необходимо перед вводом нового значения удалить старое значение кнопкой клавиатуры <Backspace>. После ввода нового значения частоты среза нажать кнопку клавиатуры <Enter>.

Строка **Спад, дБ/окт**, расположенная под строкой **Частота ФВЧ, Гц** – в ней отображается значение спада фильтра ФВЧ. Спад отображается в дБ на октаву. Значения в ячейках этой строки зависят от частоты среза ФВЧ и не изменяются вручную.

Строка **Фильтр НЧ** – в ней включается/выключается фильтр нижних частот (ФНЧ). Включение ФНЧ осуществляется нажатием левой кнопкой «мыши» на нужную ячейку столбца выбранного виртуального канала фильтра строки **Фильтр НЧ**. После включения ФНЧ в этой ячейке отобразится знак «+». Соответственно для выключения ФНЧ нажать левой кнопкой «мыши» на эту ячейку со знаком «+», после чего ячейка будет пустой и ФНЧ отключится.

Строка **Частота ФНЧ, Гц** - в ней задается частота среза фильтра нижних частот. Частота среза задается в герцах. Минимальное значение частоты среза 0,5 Гц, максимальное значение частоты зависит от подключенного устройства и установленной частоты дискретизации в программе **Настройка параметров АЦП и ЦАП** (пункт 4 настоящего **Руководства оператора**). Для изменения значения частоты среза надо нажать левой кнопкой «мыши» на нужную ячейку столбца выбранного виртуального канала фильтра строки **Частота ФНЧ, Гц**, сделав таким образом ячейку активной, с клавиатуры ввести значение частоты среза. Если в этой ячейке ранее было введено значение частоты среза, то необходимо перед вводом нового значения удалить старое значение кнопкой клавиатуры <Backspace>. После ввода нового значения частоты среза нажать кнопку клавиатуры <Enter>.

Строка **Спад, дБ/окт**, расположенная под строкой **Частота ФНЧ, Гц** – в ней отображается значение спада фильтра ФНЧ. Спад отображается в дБ на октаву. Значения в ячейках этой строки зависят от частоты среза ФНЧ и не изменяются вручную.

Строка **Огибающая** – в ней включается/выключается огибающей сигнала. Включение огибающей осуществляется нажатием левой кнопкой «мыши» на нужную ячейку столбца выбранного виртуального канала фильтра строки **Огибающая**. После включения огибающей в этой ячейке отобразится знак «+». Соответственно для выключения огибающей нажать левой кнопкой «мыши» на эту ячейку со знаком «+», после чего ячейка будет пустой и огибающая отключится.

Строка **Время инт. мс** – в ней задается время интегрирования (сглаживания) в мс. Для изменения значения времени интегрирования надо нажать левой кнопкой «мыши» на нужную ячейку столбца выбранного виртуального канала фильтра строки **Время инт. мс.**, сделав таким образом ячейку активной, с клавиатуры ввести зна-

чение времени интегрирования. Если в этой ячейке ранее было введено значение времени интегрирования, то необходимо перед вводом нового значения удалить старое значение кнопкой клавиатуры <Backspace>. После ввода нового значения времени интегрирования нажать кнопку клавиатуры <Enter>.

Строка **Единица изм.** – в ней отображается единица измерения сигнала фильтруемого канала. Эта строка не редактируемая.

Строка **Опора (дБ)** – в ней отображается опорное значение для вычисления уровня сигнала в дБ. Опорное значение для вычисления дБ берется из программы **Редактирование файлов параметров** (пункт 5 настоящего **Руководства оператора**). Эта строка не редактируется.

Для выхода из программы необходимо нажать кнопку , расположенную в правом верхнем углу окна.



## 33 Программа ФОРМУЛА-ZET

### 33.1 Назначение программы

Программа предназначена для выполнения арифметических, алгебраических и логических операций и фильтрации данных, поступающих от блоков АЦП, из ранее записанных файлов или программ пакета **ZETLab** (программы "Генератор сигналов", "Фильтрация сигналов").

### 33.2 Описание программы

Для запуска программы **ZETFormula** необходимо в меню **Автоматизация** (рисунок 33.1) панели **ZETLab** выбрать команду **Формула-Zet**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **ZETFormula** (рисунок 33.2).

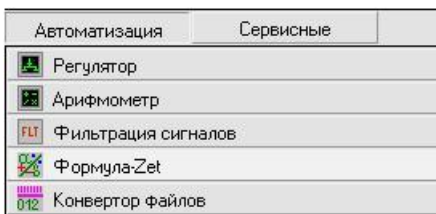


Рисунок 33.1

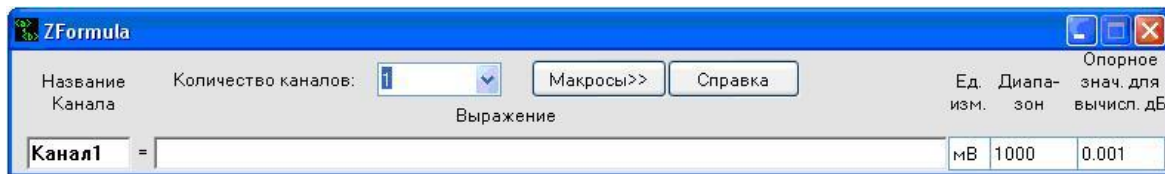


Рисунок 33.2

**Примечание:** программу можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLab** (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: ZFormula.exe.

В списке  , справа от надписи **Количество каналов** выбирается количество создаваемых программой виртуальных каналов. Задать необходимое количество каналов можно двумя способами:

- нажать на стрелку поля и «мышью» выбрать из раскрывшегося списка нужное значение;
- нажать левой кнопкой «мыши» на поле и при помощи ролика «мыши», либо кнопок клавиатуры со стрелками <↑> и <↓> выбрать нужный элемент.

В полях под надписью **Название Канала** отображаются имена виртуальных каналов, созданных программой **ZETFormula**. Эти каналы будут отображаться во всех других программах **ZETLab**.



В полях под надписью **Выражение** отображаются формулы для расчета. Синтаксис описан в разделе 33.2.1 *Синтаксис* настоящего руководства.

В полях под надписью **Ед. изм** отображаются единицы измерения для каналов.

В полях под надписью **Диапазон** отображаются максимально допустимые уровни по каналам (минимально допустимые уровни равны 0).

В полях под надписью **Опорное знач. для вычисл. дБ** отображаются опорные значения для вычисления уровней сигналов в децибелах.

Для того чтобы изменить значение какого-либо поля, необходимо нажать в его области левой кнопкой «мыши» и ввести значение с клавиатуры. При нажатии на правую кнопку «мыши» в области поля появляется меню стандартных операций работы с буфером обмена Windows, а для поля **Выражение** это меню также содержит названия всех доступных функций (математических, измерительных), фильтров, операций, каналов, генераторов и констант (рисунок 33.3). Описание контекстного меню, изображенного на рисунке 33.3 можно найти в разделе 33.2.2 *Структура меню* настоящего руководства.

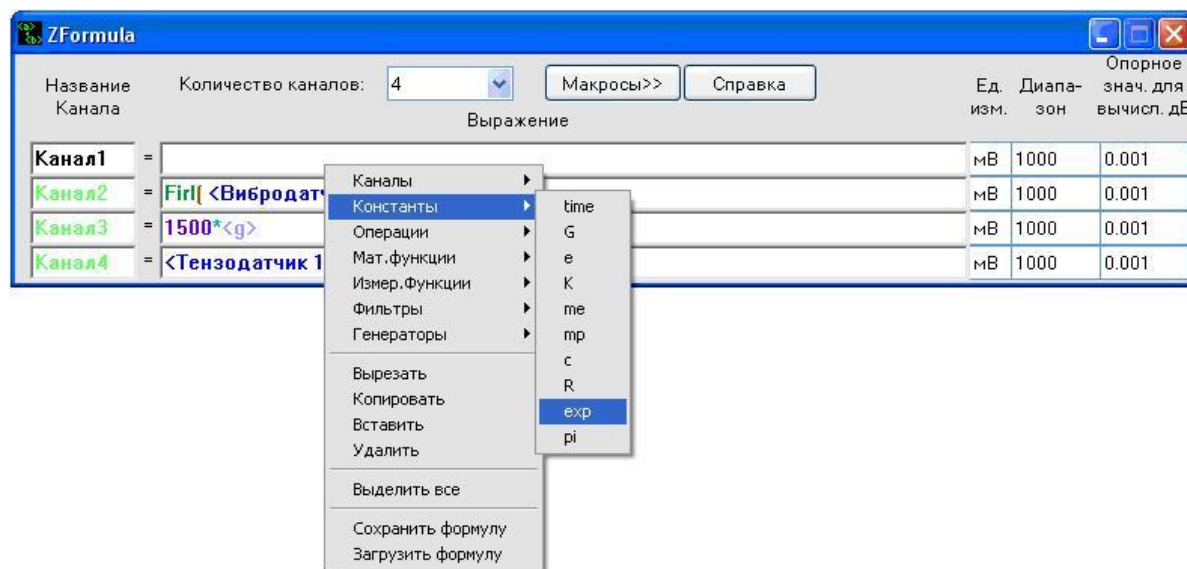


Рисунок 33.3

Кнопка **Справка** вызывает справку по программе.

Кнопка **Макросы>>** вызывает диалоговое окно для написания макросов (функций определяемых пользователем на базе уже имеющихся). Подробнее об этом можно узнать в разделе 33.2.3 *Макросы* настоящего руководства.

Выход из программы осуществляется нажатием кнопки , расположенной в правом верхнем углу окна программы.

### 33.2.1 Синтаксис

Программа **ZETFormula** является транслятором выражений в режиме реального времени. Т.е. после ввода выражения, в случае его правильности, оно начинает выполняться. Если выражение введено неправильно, то вычисляется последнее правильно введенное. Пока ничего не введено виртуальный канал заполняется нулевыми значениями.

В качестве сообщения об ошибке программа подсвечивает красным цветом имя канала, выражение для которого неверно. Для правильно введенных выражений имя канала подсвечивается зеленым. Ошибки в самом выражении так же выделяются красным.

Константные выражения подсвечиваются фиолетовым цветом. Символом - десятичным разделителем является точка.

Знаки арифметических операций выделяются голубым цветом.

Скобки выделяются коричневым цветом.

Имена функций подсвечиваются темно-зеленым цветом. Переменные для функций нескольких переменных записываются через запятую. После запятой перед значением следующей переменной необходимо ставить пробел (рисунок 33.4, строки 2 и 4).

Названия каналов заключаются в угловые скобки  $< >$ .

Названия каналов и констант чувствительны к регистру (чередованию строчных и прописных букв).

Пример программы **ZETFormula** изображен на рисунке 33.4. В данном случае две ошибки: во второй строке число открывающих скобок не равно числу закрывающих, а в четвертой неправильно указано имя канала.

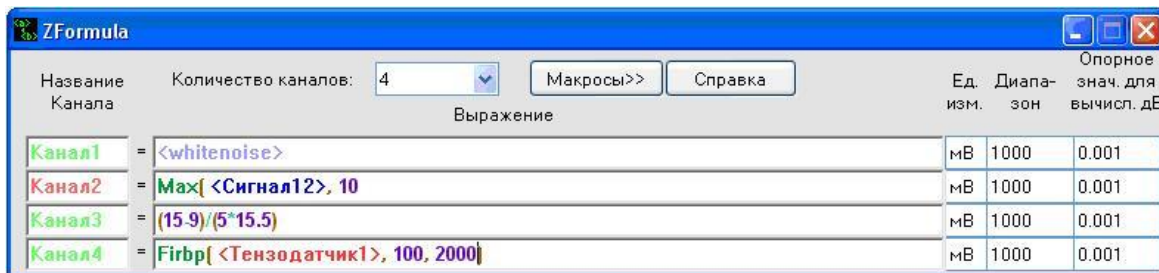


Рисунок 33.4

### 33.2.2 Структура меню

При нажатии правой кнопкой «мыши» в области поля справа от названия канала появляется контекстное меню (рисунок 33.3). Для выполнения какой-либо команды контекстного меню нужно нажать левой кнопкой «мыши» на соответствующую команду этого меню. Также можно перемещаться по меню с помощью клавиш клавиатуры со стрелками и выбирать нужную команду нажатием клавиши  $<Enter>$ .

### 33.2.2.1 Меню Каналы

В меню **Каналы** отображаются доступные каналы. На рисунке 33.5 показано, что в файле конфигурации 8 включенных каналов и 2 виртуальных, созданных программами **ZETFormula** и **Генератор сигналов**. В меню **Каналы** в программе **ZETFormula** для выбора доступно 9 каналов – 8 включенных, и виртуальный канал, созданный генератором сигналов. Виртуальные каналы, созданные программой **ZETFormula** не доступны в этой же программе, но доступны в других открытых программах **ZETFormula**.

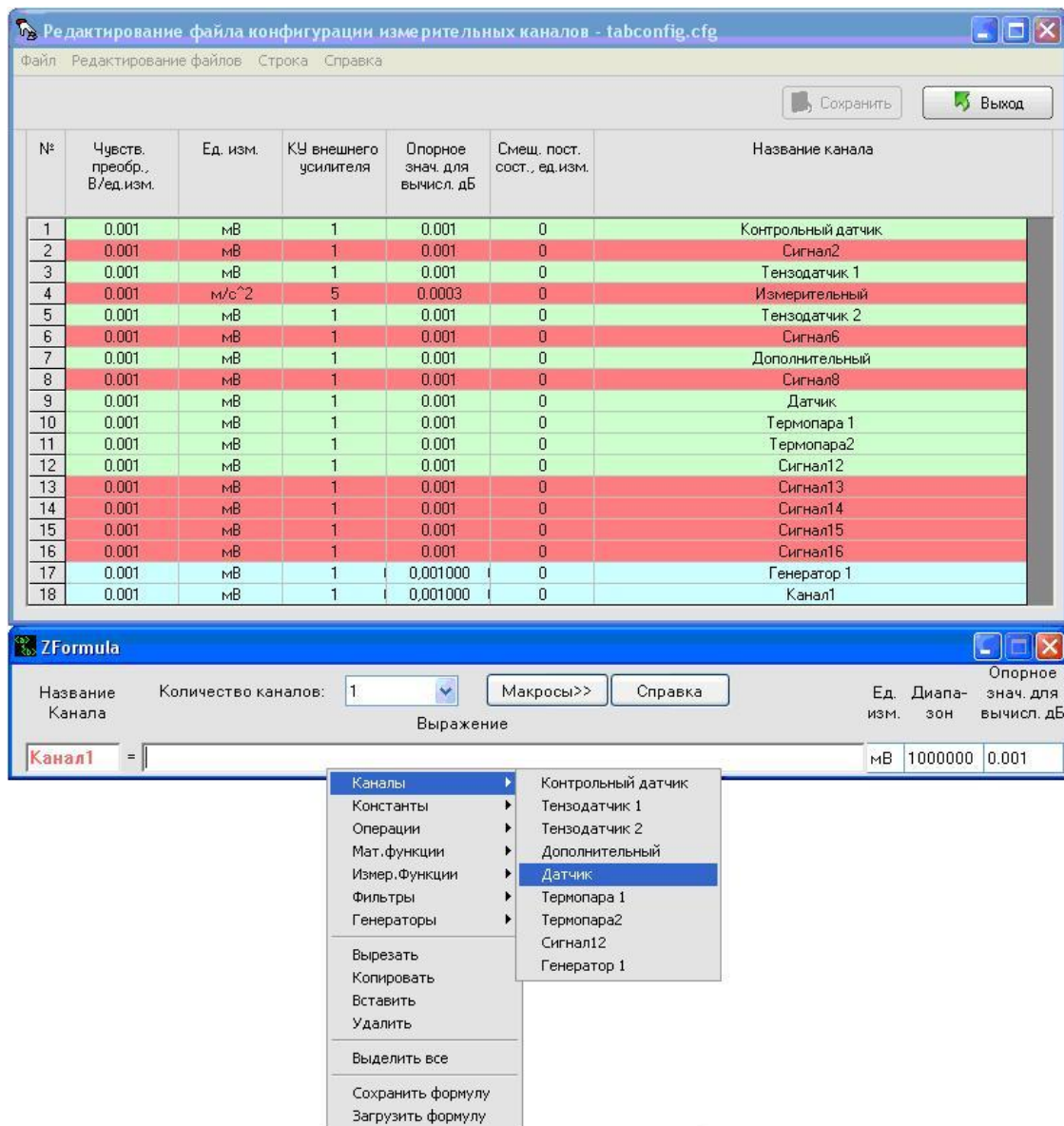


Рисунок 33.5

Если к компьютеру подключены несколько устройств ZET 2XX и частоты дискретизации по ним различны, то по каналам с меньшими частотами дискретизации производится кусочно-линейная интерполяция и повышение частоты дискретизации до наибольшей в системе.

На некоторых устройствах ZET установлена одна микросхема АЦП делающая поочередную выборку между каналами, что вызывает фазовые задержки. Программа ZETFormula синхронизирует такие каналы в фоновом режиме.

Промежуточные результаты вычислений являются так же каналами, но они не отображаются в системе **ZETLab**. Т.е. в функциях которые требуют в качестве аргумента канал, возможно использование выражения в качестве этого аргумента.

### 33.2.2.2 Меню Константы

Для удобства пользователя в программе **ZETFormula** доступны некоторые математические и физические константы (рисунок 33.3). В таблице 31.1 приведены значения констант.

Таблица 31.1

| Название в меню | Отображение в строке Вы-ражение | Название                  | Значение                              | Ед. изм.                                               |
|-----------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| time            | < time >                        | время сервера             | время сервера                         | с                                                      |
| G               | <g>                             | гравитационная постоянная | $6,67428(67) \times 10^{-11}$         | $\text{м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$  |
| e               | < e >                           | элементарный заряд        | $1,602\ 176\ 487(40) \times 10^{-19}$ | Кл                                                     |
| K               | <k>                             | постоянная Больцмана      | $1,380\ 6504(24) \times 10^{-23}$     | $\text{Дж} \cdot \text{К}^{-1}$                        |
| me              | < me >                          | масса электрона           | $9,109\ 382\ 15(45) \times 10^{-31}$  | кг                                                     |
| mp              | <mp>                            | масса протона             | $1,672\ 621\ 637(83) \times 10^{-27}$ | кг                                                     |
| C               | <c>                             | скорость света в вакууме  | 299 792 458                           | $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$                         |
| R               | <r>                             | газовая постоянная        | 8,314 472(15)                         | $\text{Дж} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$ |
| Exp             | <exp>                           | постоянная Эйлера         | 2,72...                               |                                                        |
| pi              | <pi>                            | число ПИ                  | 3.14....                              |                                                        |

### 33.2.2.3 Меню Операции

"+" - сложение каналов, констант, результатов вычисления выражений

"-" - разность каналов, констант, результатов вычисления выражений

"\*" - произведение каналов, констант, результатов вычисления выражений

"/" - частное каналов, констант, результатов вычисления выражений. В случае нулевых значений по каналу, программа выставляет минимально допустимое значение.

**Greater** (<канал>, <канал>) - операция сравнения, возвращает единицу, если значения по первому каналу больше чем по второму, иначе возвращает ноль. Удобна для написания функций порогового обнаружения и создания различных регуляторов.

**Equal** (<канал>, <канал>, const) - операция сравнения на равенство, если разница между значениями по первому и второму каналу по модулю меньше значения const, возвращается единица, иначе - ноль. Функция удобна для написания функций порогового обнаружения и создания различных регуляторов.

В примере на рисунке 33.6 показана работа основных математических операций, и проиллюстрирован результат деления на ноль.

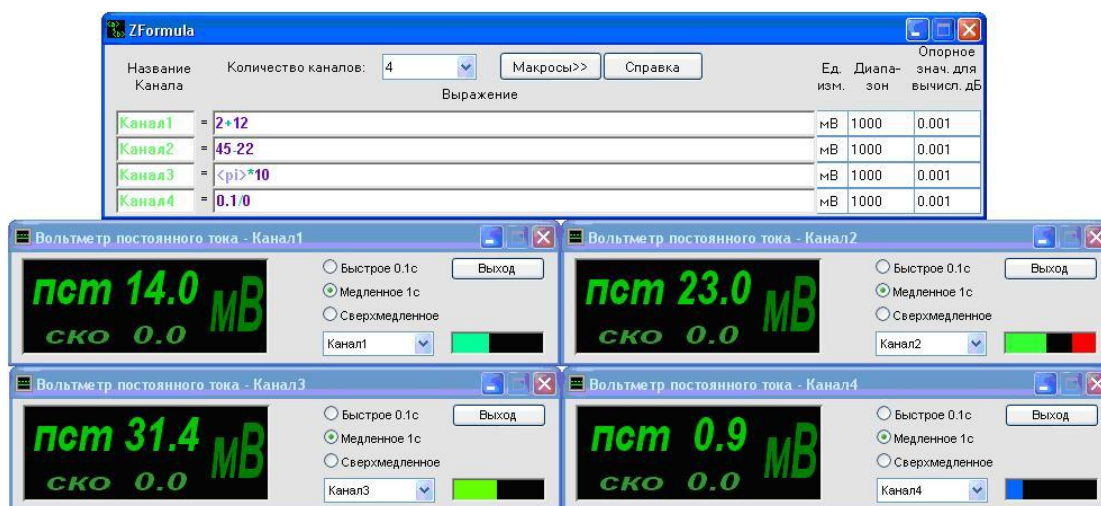


Рисунок 33.6

В примере на рисунке 33.7 продемонстрирована работа функции **Greater()**. На выход ЦАП подается сигнал 1,5В, если показания датчика "Термопара1" меньше 90. Можно организовать систему поддержания постоянной температуры, если к выходу ЦАП подключить реле управляющее током на нагревательном элементе.

На рисунке 33.8 показан пример программы **ZETFormula**, демонстрирующий работу системы поддержания постоянного давления в трубе с применением функции **Equal**. Контрольный датчик устанавливается около двигателя. Датчик, с которого снимаются показания, устанавливается в интересующей нас точке трубы. Если есть разница между их показаниями, то через ЦАП и реле включается двигатель увеличивающий давление.

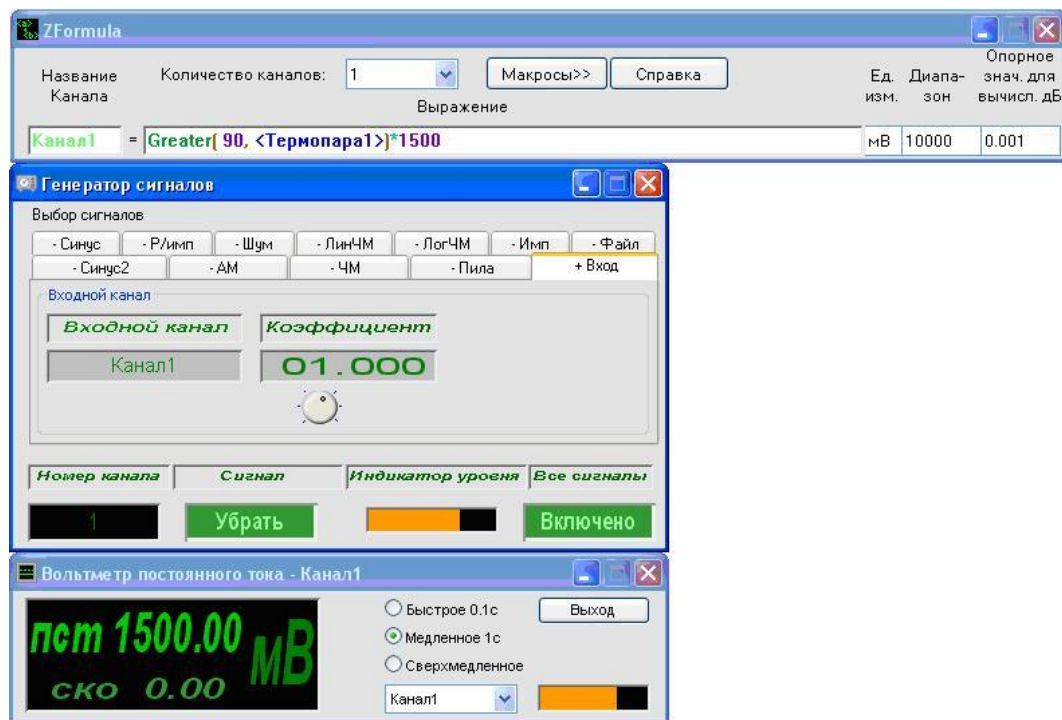


Рисунок 33.7

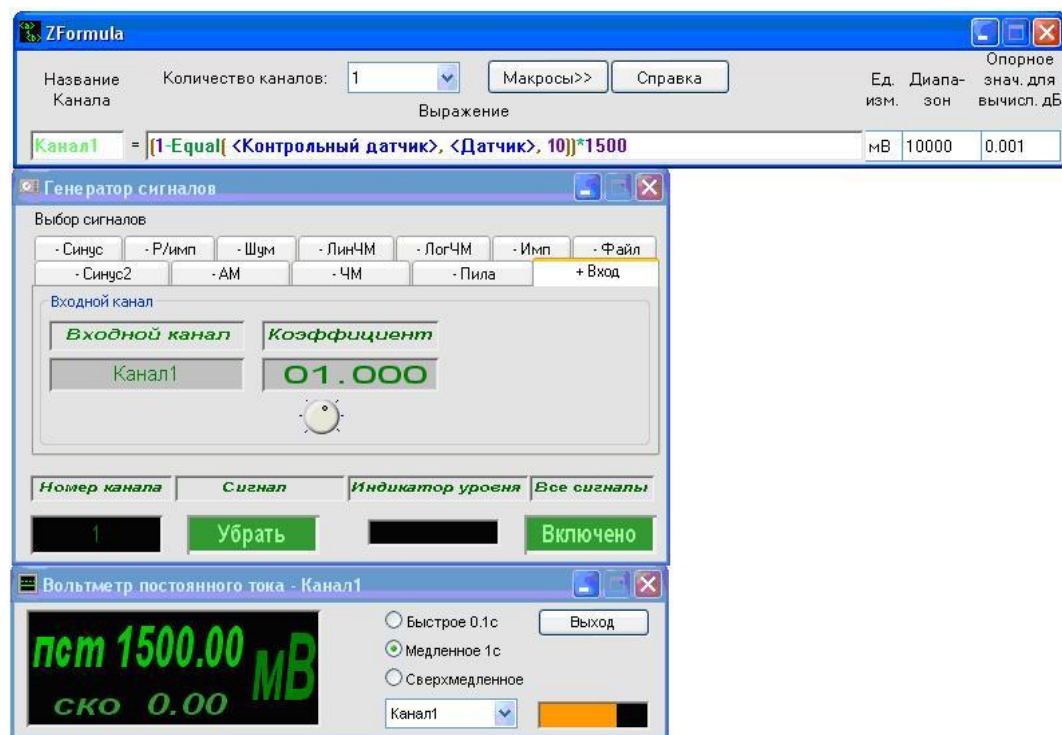


Рисунок 33.8



### 33.2.2.4 Меню *Мат. функции*

**Ln** (<канал>) - вычисление натурального логарифма значений по каналу

**Lg** (<канал>) - вычисление десятичного логарифма значений по каналу

**Exp** (<канал>) - вычисление экспоненты значений по каналу

**Sqr** (<канал>) - вычисление квадрата значений по каналу

**Sqrt** (<канал>) - вычисление квадратного корня по каналу

**Sin** (<канал>) - вычисление синуса значений по каналу

**Cos** (<канал>) - вычисление косинуса значений по каналу

**Atan** (<канал>) - вычисление арктангенса значений по каналу

### 33.2.2.5 Меню *Измер. функции*

**Min** (<канал>, const), **Max** (<канал>, const), **Mean** (<канал>, const) - находят соответственно минимальное, максимальное и среднее значения по каналу за const предшествующих секунд. Эти функции являются по своей сути фильтрами, АЧХ которых выглядит подобно функции  $\sin(x)/x$ , где  $x$  - величина обратная введенному временному промежутку. Для значений временного интервала выше 0.1с, эти значения округляются с точностью 0.1с до ближайшего большего, с целью ускорения работы и экономии памяти программой.

**StdDev** (<канал>, const) - нахождение стандартного отклонения (квадратного корня из дисперсии) по каналу за const предшествующих секунд.

**TimeShift** (<канал>, const) - сдвиг во времени значений по каналу, на необходимое количество секунд.

**ThreshD** (<канал>, const) - ограничение снизу значений по каналу константной. Т.е. все значения, меньшие константы заменяются ею.

**ThreshU** (<канал>, const) - ограничение сверху значений по каналу константной. Т.е. все значения, большие константы заменяются ею.

**MaxFreq** (<канал>) - нахождение максимума в спектре сигнала. Данная функция удобна для построения адаптивных фильтров. Функция может определять частоты лишь до половины частоты дискретизации, точность определения не больше частоты дискретизации деленной на 1250, т.е. для 25кГц составляет 20Гц.

**IncRise** (<канал>) – счетчик фронтов (переходов из 0 в 1). Следует использовать с логическими функциями Equal и Greater.

**IncFall** (<канал>) – счетчик срезов (переходов из 1 в 0)

### 33.2.2.6 Меню *Фильтры*

Содержит функции, накладывающие различные фильтры

**Firbp** (<канал>, const 1, const 2) - полосовой фильтр, пропускающий частоты от первой до второй. Значения частот не могут быть меньше нуля и больше половины частоты дискретизации. Если введены такие значения, то фильтр на их место подставляет предельно допустимые. Фильтр может быть использован для вырезания частот соответствующих человеческому голосу. На рисунке 33.9 изображен пример работы функции **Firbp**.

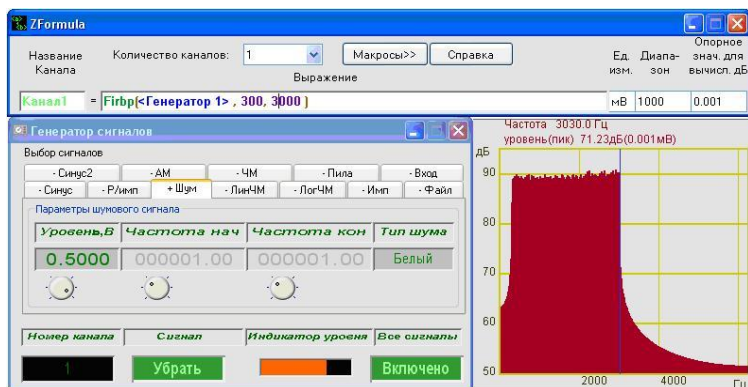


Рисунок 33.9

**Firbs** (<канал>, const 1, const 2) - полосовой фильтр, вырезающий частоты от первой до второй. Значения частот не могут быть меньше нуля и больше половины частоты дискретизации. Если введены такие значения, то фильтр на их место подставляет предельно допустимые. Разницы в порядке следования частот в выражении нет. На рисунке 33.10 приведен пример работы функции **Firbs**. В данном примере программа генерирует белый шум, накладывает на него режекторный фильтр и выдает результат на генератор. Данная функция может быть использована для снятия вибрационных характеристик в случае, если заранее известна некоторая резонансная частота, подача которой нежелательна.

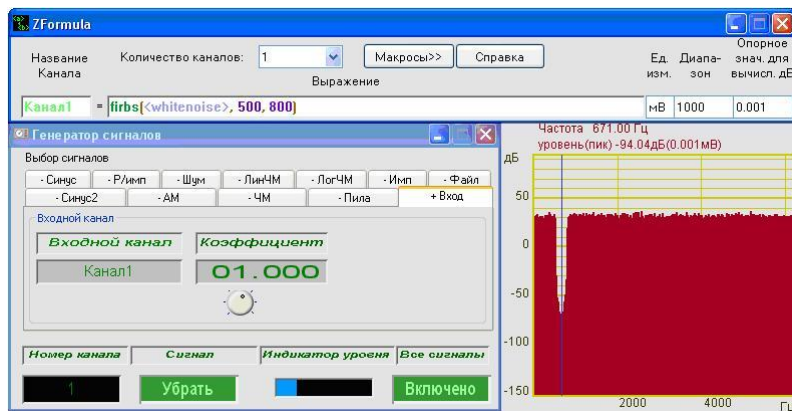


Рисунок 33.10

**Firl** (<канал>, const) - фильтр низких частот с граничной частотой равной const. Частота не может быть меньше нуля и больше половины частоты дискретизации. На рисунке 33.11 изображен пример, в котором программа **ZETFormula** генерирует белый шум (команда Генераторы->Шум->whitenoise) с амплитудой 100мВ и накладывает на него фильтр. Данный тип фильтра следует использовать для отсекающих высокочастотных составляющих, к примеру - в задаче идентификации движения человека или автомобиля по земле, где интересующий нас сигнал лежит в области низких частот.



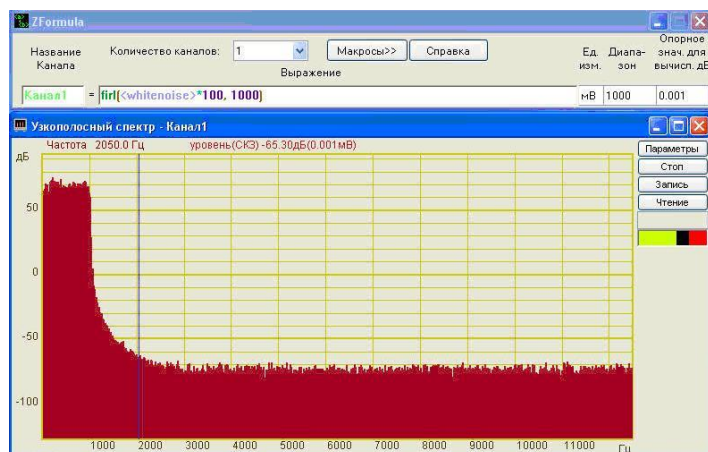


Рисунок 33.11

**Firh** (<канал>, const) - фильтр высоких частот с граничной частотой равной const. Частота не может быть меньше нуля и больше половины частоты дискретизации. Данный тип фильтра следует использовать для отсекающей постоянной и низкочастотной составляющих сигнала. Пример использования: вывод звуковой информации с отсекающей неслышимой части и постоянной составляющей. На рисунке 33.12 приведен пример, в котором программа **ZETFormula** генерирует белый шум (команда Генераторы->Шум->whitenoise) с амплитудой 100мВ и накладывает на него фильтр.

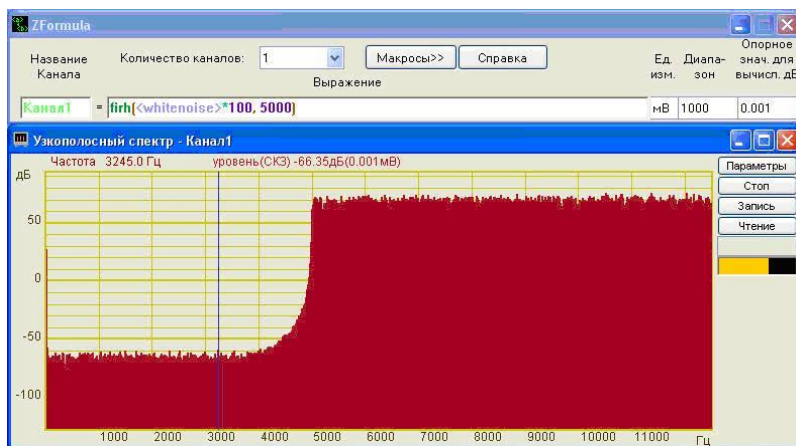


Рисунок 33.12

**FirInteg**(<канал>) - интегрирующий фильтр, является потенциально неустойчивым, поэтому перед его применением следует ставить фильтр высоких частот. На рисунке 33.13 приведен пример работы программы **ZETFormula**, которая считает количество полных периодов синуса, и когда оно больше 10000 выдает ноль вместо 1.5В. Такое выражение может быть использовано в подобной задаче: в ходе какого-либо процесса необходимо выполнить определенное количество действий, после чего остановить процесс.

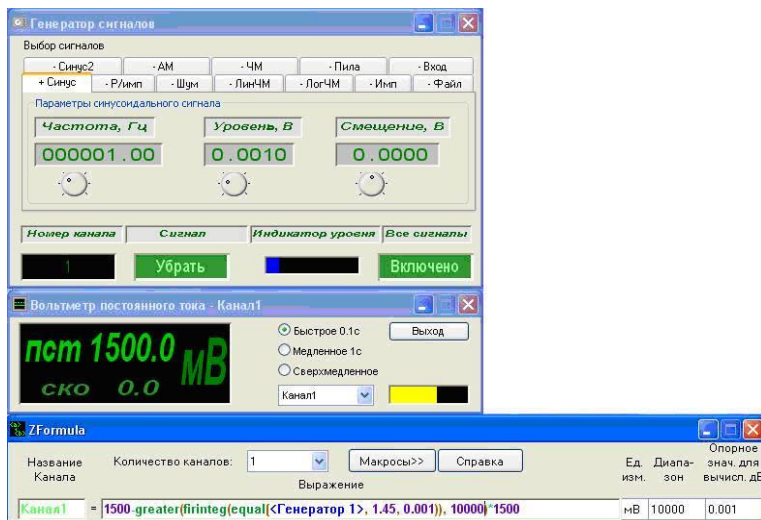


Рисунок 33.13

**Geterodin**(<канал>, const 1, const 2) - гетеродин. Вырезает из спектра сигнала полосу от (const 1-const2) Гц до (const1+const2) Гц. Затем сдвигает её в область низких частот. Основным использованием гетеродина является частотная демодуляция сигнала - процесс переноса части спектра из области высоких частот в область низких. Применяется в радиотехнических задачах. На рисунке 33.14 приведен пример работы гетеродина.

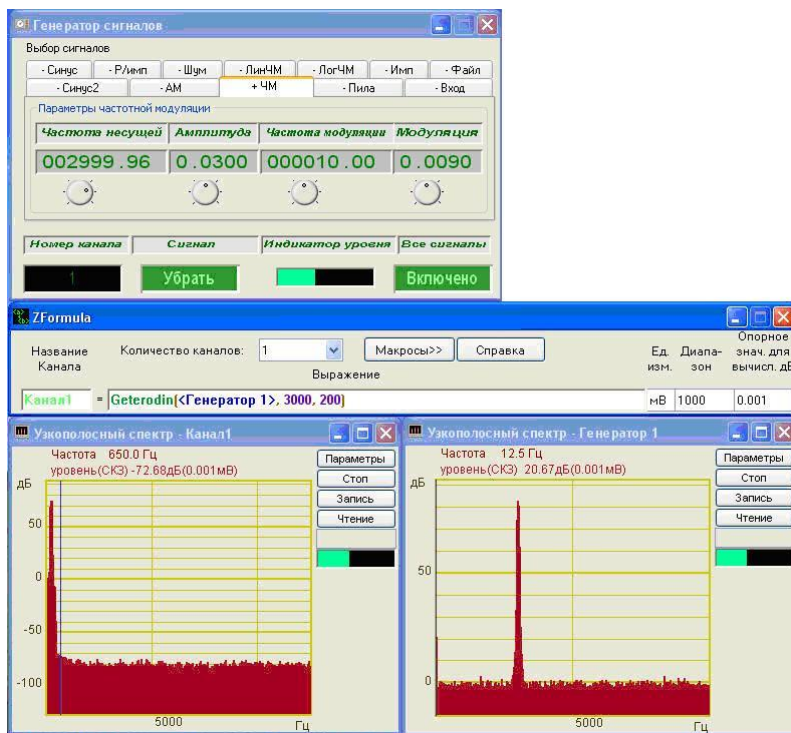


Рисунок 33.14

**Firbsin** (<канал>, const 1, const 2), **Firbcos**(<канал 1>, const 1, const 2) - полосовые фильтры, пропускающие частоты в полосе от (const1-const2) до (const1+const2). Значения границ полосы частот не должны быть меньше нуля и больше половины частоты дискретизации. Данный тип фильтров является весьма ресурсоемким, поэтому значение const2 подбирается исходя из ограничения на использование процессорного времени. Предельно допустимая загруженность процессора этим фильтром составляет около 100МГц. Это означает, что программа устанавливает ограничение на ширину полосы снизу, т.е. нельзя фильтровать очень узкие полосы частот (к примеру в 0.01Гц).

На рисунке 33.15 приведен пример работы программы **ZETFormula**, в которой находится среднее квадратичное значение показаний синусного и косинусного фильтра. Результатом вычисления такого выражения является интеграл амплитуды частот от 60Гц до 80Гц. В данном примере так же показано окно диспетчера задач, в котором можно увидеть степень загруженности процессора вычислением такого выражения.

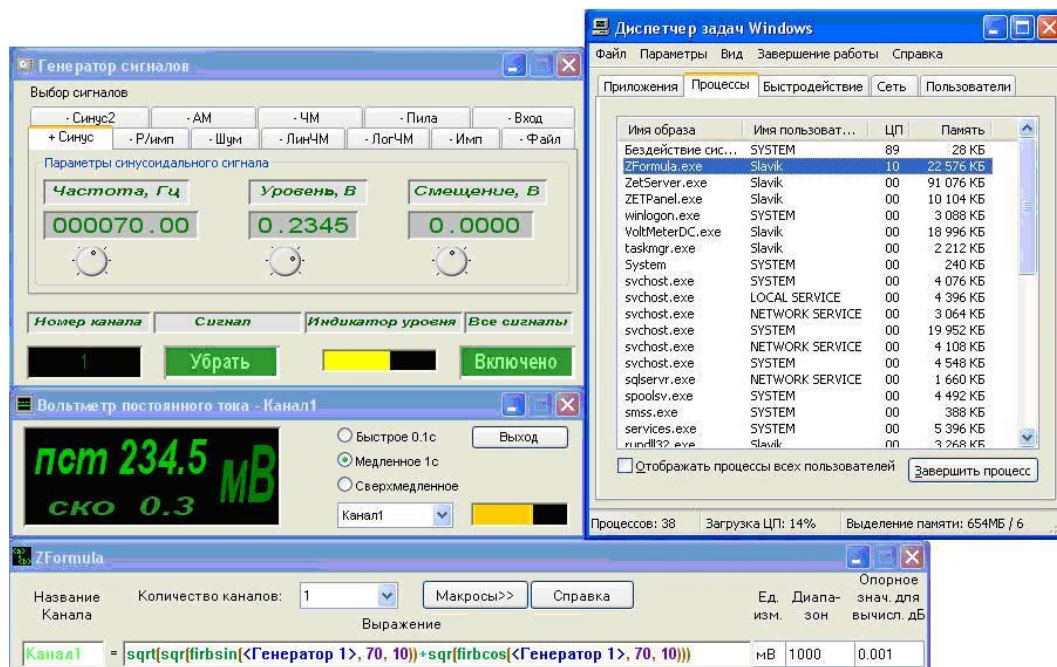


Рисунок 33.15

### 33.2.2.7 Меню Генераторы

Содержит функции генерации сигналов различной формы.

Константа <**whitenoise**> – белый шум.

Функции **NoiseB** (freq1, freq2), **NoiseP** (freq1, freq2) и **NoiseD** (freq1, freq2) генерируют соответственно белый, розовый и детерминированный шум в пределах частот от freq1 до freq2. Частоты задаются в Гц.

На рисунке 33.16 приведены спектры белого (левый верхний), розового (правый верхний), детерминированного (левый нижний) и полового (правый нижний) шумов.

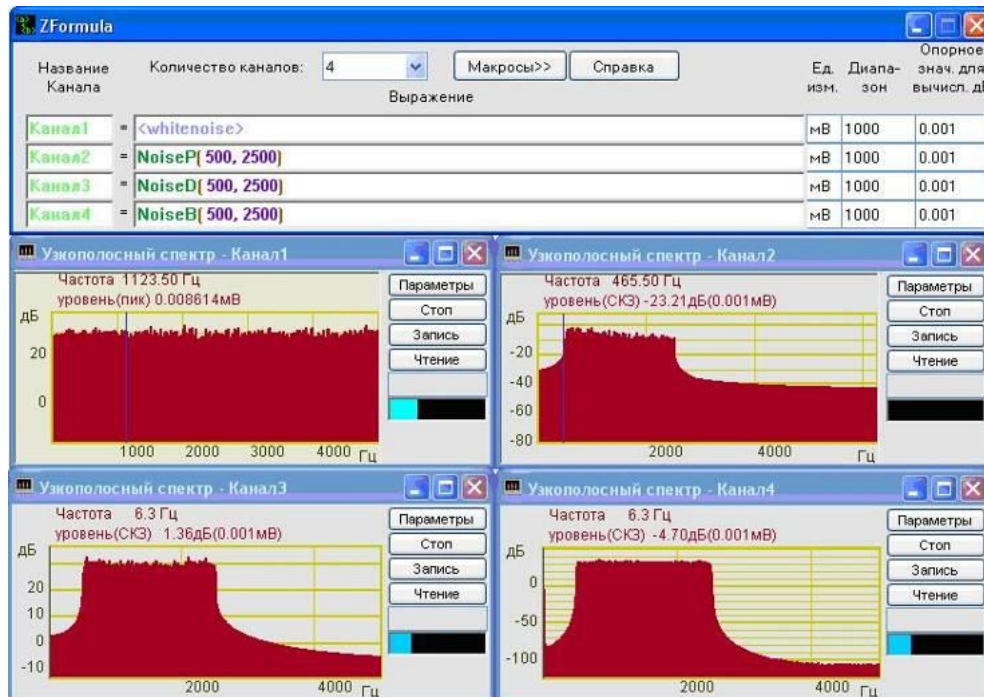


Рисунок 33.16

Функция **SinGen** (freq) – синусоидальный сигнал

Функция **TriGen** (freq) – треугольный сигнал

freq - частота генерируемого синусоидального сигнала, Гц.

На рисунке 33.17 приведены осциллограммы синусоидального (верхняя) и треугольного (нижняя) сигналов, сгенерированных функциями SinGen() и TriGen() соответственно.

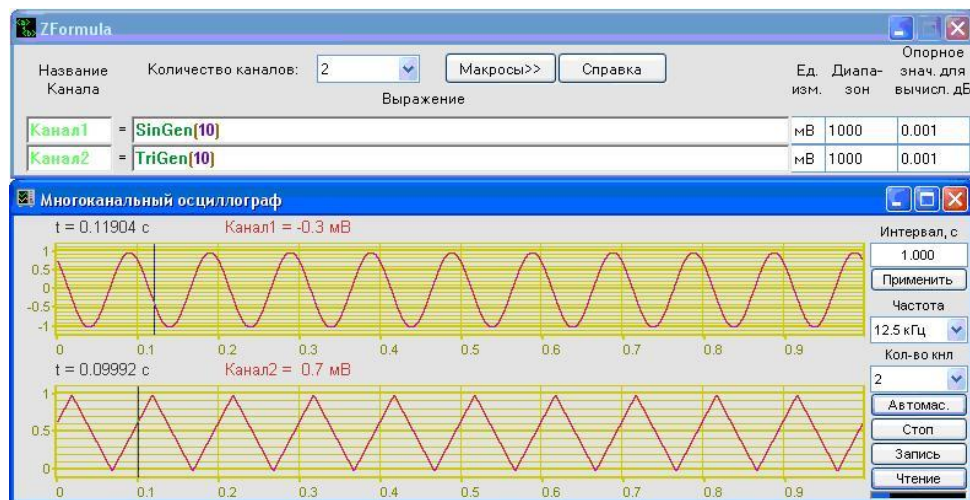


Рисунок 33.17



**PulseGen** (V1, V2, TD, TR, TF, TW, Period) – импульсный периодический сигнал. V1 – опорное значение, мВ; V2 – пиковое значение, мВ; TD – время задержки, с; TR – время фронта, с; TF – время среза, с; TW – ширина импульса, с; Period – период, с;

На рисунке 33.18 изображена осциллограмма импульсного периодического сигнала, сгенерированного функцией PulseGen().

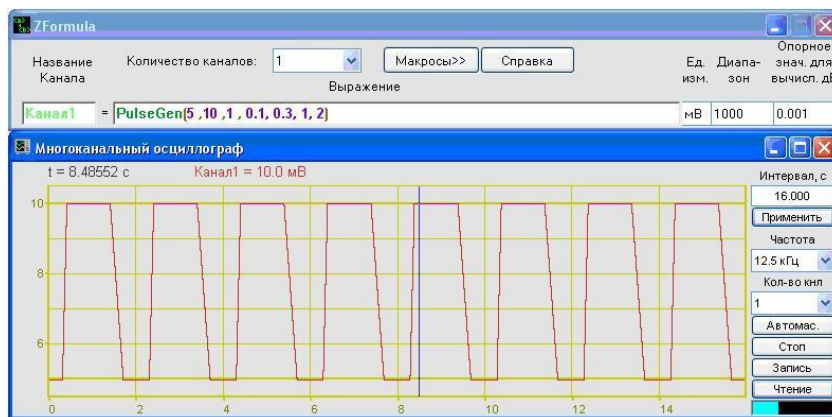


Рисунок 33.18

**PwlGen** (T1, V1, T2, V2, ...) – кусочно-линейный периодический сигнал

**StepGen** (T1, V1, T2, V2, ...) – многоступенчатый периодический сигнал

Функции **PwlGen()** и **StepGen()** имеют переменное количество аргументов. Пара  $T_N$  (с)  $V_N$  (мВ) задают координату точки N. Сигнал строится по этим точкам, а затем периодически повторяется.

На рисунке 33.19 изображены осциллограммы кусочно-линейного (верхняя) и многоступенчатого (нижняя) периодических сигналов с одними и теми же параметрами.

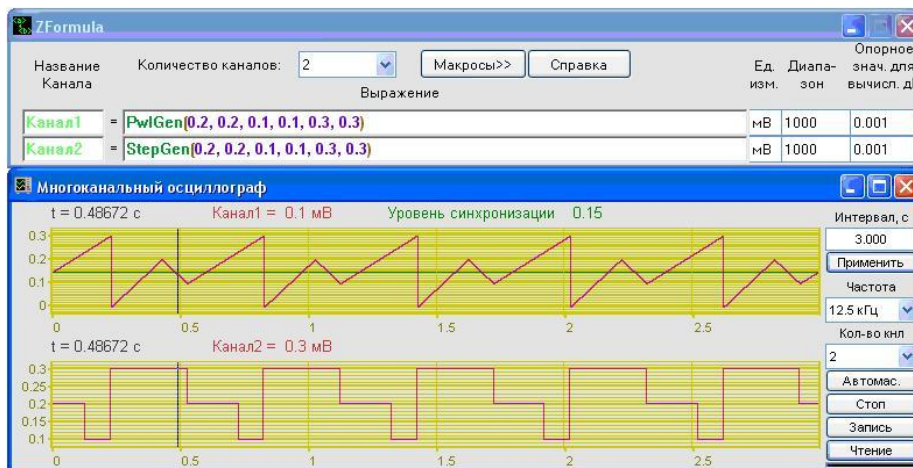


Рисунок 33.19

**AMGen** (freq1, freq2, ampl, depth) – амплитудная модуляция

**FMGen** (freq1, freq2, depth) – частотная модуляция

freq1 - частота несущей, Гц;

freq2 - частота модуляции, Гц;

depth - модуляция, от 0 до 1.

На рисунке 33.20 приведены осциллограммы амплитудно-модулированного (верхняя) и частотно-моделированного (нижняя) сигналов.

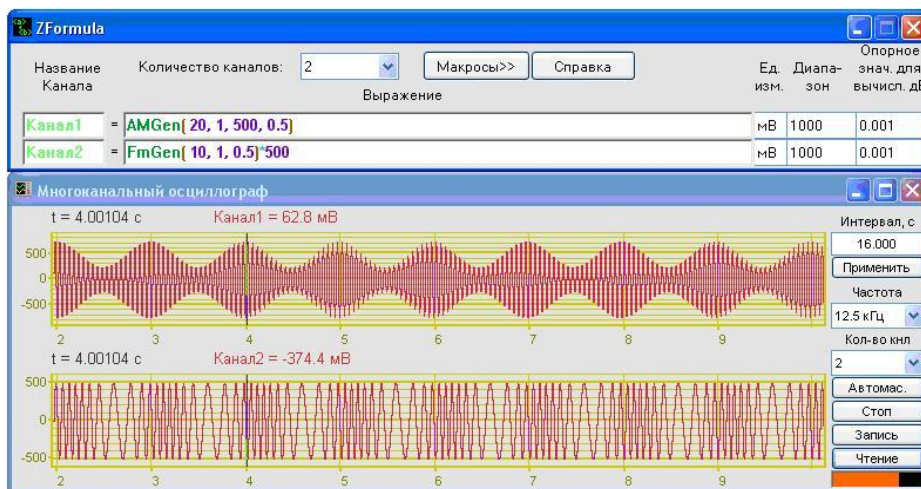


Рисунок 33.20

### 33.2.2.8 Команда Сохранить формулу

Позволяет сохранить формулу в формате \*.zfa. Выбор команды вызывает стандартное меню сохранения файлов.

### 33.2.2.9 Команда Загрузить формулу

Позволяет загрузить ранее сохраненную в формате \*.zfa формулу. Выбор команды вызывает стандартное меню открытия файлов.

## 33.2.3 Макросы

При нажатии левой кнопки «мыши» на кнопку Макросы программы **ZETFormula** появляется диалоговое окно Макросы (рисунок 33.21), в котором пользователь может создавать новые функции на базе уже имеющихся.

В списке под надписью **Имя** содержится все созданные пользователем функции.

В поле под надписью **Макрос** отображается созданная пользователем функция.

В поле справа от надписи **Комментарий:** отображается комментарий к макросу.

В поле справа от надписи **Прототип:** отображается прототип созданной функции.

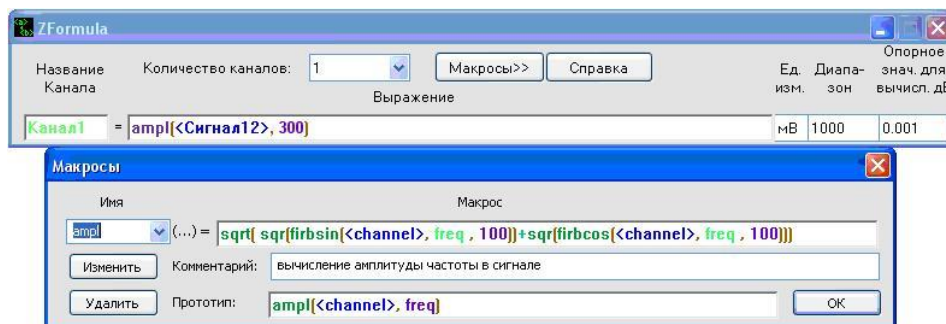


Рисунок 33.21

Для того чтобы создать макрос, необходимо выполнить следующие действия:

1. В списке под надписью **Имя** задать название новой функции, которое автоматически отобразится в поле **Прототип**.

2. Определить функцию также как и в самой программе **ZETFormula**. В примере на рисунке 33.21 использованы 2 математические функции: Sqrt() и Sqr() и два фильтра: firbsin() и firbcos(). Также в приведенном примере встречаются две новые переменные: канал <channel> и числовая константа freq, которые автоматически становятся параметрами макроса и отобразятся в прототипе функции. Когда пользователь воспользуется созданным макросом, программа потребует в качестве переменных функции канал и числовую константу.

3. Добавить комментарий к макросу.

Для того чтобы изменить существующий макрос, необходимо выбрать его имя в списке макросов, произвести изменения и нажать кнопку **Изменить**.

Для того чтобы удалить макрос, необходимо выбрать его имя в списке макросов и нажать кнопку **Удалить**.

При нажатии кнопки **ОК** произойдет сохранение всех изменений и выход из диалогового окна **Макросы**.

## 34 Программа УПРАВЛЕНИЕ БЛОКОМ РЕЛЕ

### 34.1 Назначение программы

Программа предназначена для управления состоянием реле, находящихся на коммутационной колодке, при помощи цифрового порта модуля «ZET 2XX».

### 34.2 Описание программы

Для запуска программы **Управление блоком реле** необходимо в меню **Автоматизация** (рисунок 34.1) панели **ZETLab** выбрать команду **Управление реле**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **управление блоком реле** (рисунок 34.2). В заголовке окна программы будет отображаться название программы.

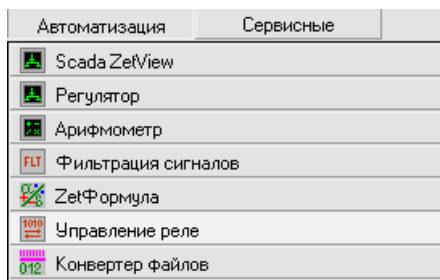


Рисунок 34.1

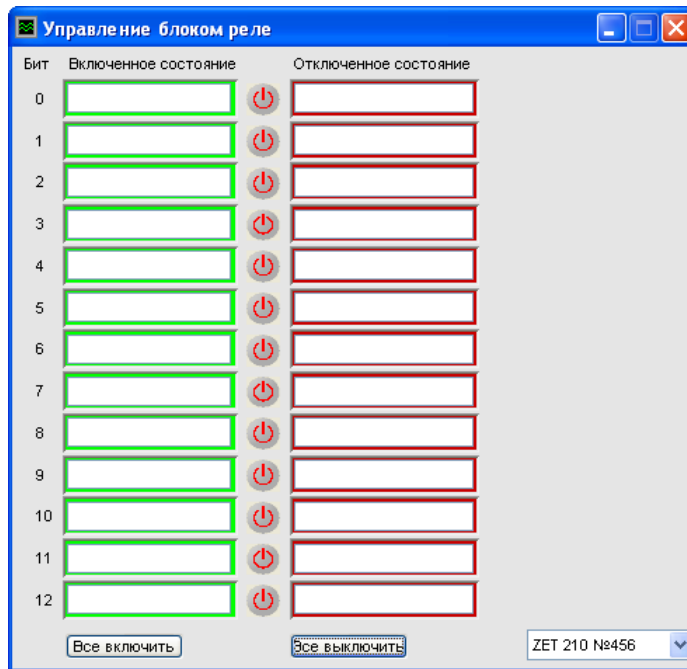


Рисунок 34.2



Коммутационная колодка состоит из 13 сигнальных реле и соединяется с цифровым портом модуля «ZET 2XX» при помощи кабеля, через который осуществляется подача напряжения на контакты реле.

Для каждого реле коммутационной колодки существует два варианта замыкания контактов:  $INx - xA$ , либо  $INx - xB$ , где  $x$  – номер реле. Считается, что реле включено при замыкании входа реле ( $INx$ ) на выход «В» ( $xB$ ), а включено при замыкании входа реле ( $INx$ ) на выход «А». Данное соответствие подчеркивается цветовым оформлением программы (зеленый цвет соответствует включенному состоянию реле («А»), красный цвет соответствует выключенному состоянию реле («В»).

Для того, чтобы перевести реле из одного состояния в другое, следует в соответствующей строке нажать кнопку. При переводе реле из состояния «А» в состояние «В», она станет красного цвета, а при переводе из состояния «В» в состояние «А» – зеленого.

Для каждого реле предусмотрено два поля для комментариев: одно для включенного состояния реле, другое для выключенного. Для того чтобы ввести комментарий, необходимо щёлкнуть левой кнопкой «мыши» по нужному полю и ввести комментарий с клавиатуры.

Для группового перевода реле из одного состояния в другое существуют кнопки «Все включить» (перевод всех реле в состояние «А») и «Все выключить» (перевод всех реле в состояние «В»).

Также существует возможность выбора модуля «ZET 2XX», при помощи цифрового порта которого будет осуществляться управление реле коммутационной колодки.

Выход из программы осуществляется нажатием кнопки , расположенной в правом верхнем углу окна программы.

## 35 Программа КОНВЕРТЕР ФАЙЛОВ

### 35.1 Назначение программы

Программа предназначена для конвертирования файлов из текстового вида в бинарный и наоборот.

### 35.2 Описание программы

Для запуска программы **Конвертер файлов** необходимо в меню **Автоматизация** (рисунок 35.1) панели **ZETLab** выбрать команду **Конвертер файлов**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Конвертер файлов** (рисунок 35.2). В заголовке окна программы будет отображаться название программы.



Рисунок 35.1

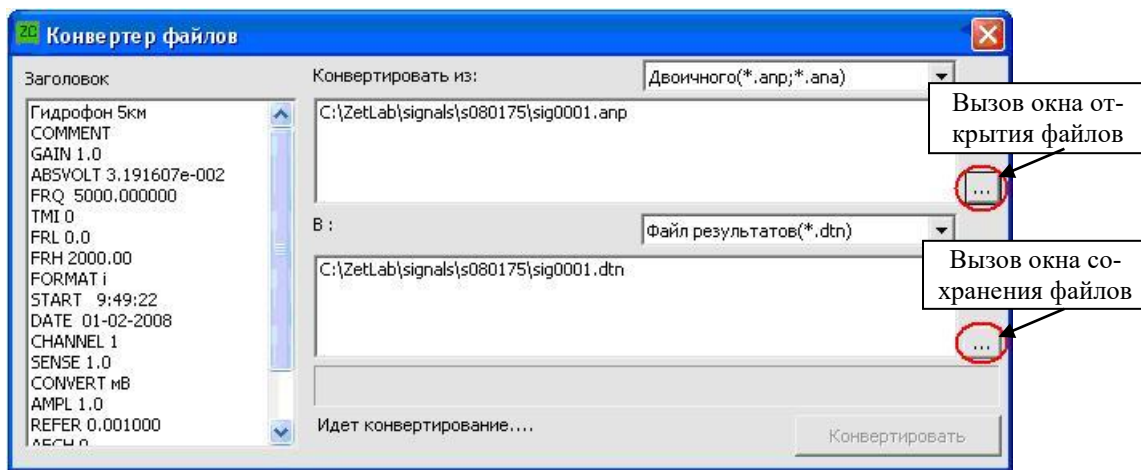


Рисунок 35.2

**Примечание:** программу можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLab** (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: BinaryFileConverter.exe.

Некоторые программы ZETLab могут записывать поступающий поток данных в файл, притом запись происходит в бинарный файл. Обычным текстовым редактором просмотреть созданный таким образом файл невозможно.

Программа **Конвертер файлов** предназначена для открытия бинарных файлов и перевода хранимой информации в текстовый вид, более понятный для восприятия человеком, в дальнейшем, созданный текстовый файл может быть открыт в любом текстовом редакторе, либо информация может быть скопирована в табличный редактор, например, MS Excel для дальнейшего более подробного анализа.

Так же, созданный с помощью **Конвертера файлов** документ может быть открыт программой “Отображение->Просмотр результатов”, где в дальнейшем записанные сигналы представляются в табличной и в графической форме. При этом в программе “просмотр результатов” последовательности оцифрованной информации могут быть применены различные математические операции.

### 35.3 Управление программой Конвертер файлов

Для того чтобы конвертировать один файл в другой необходимо провести следующие действия:

1. В списке , справа от надписи **Конвертировать из:** выбрать тип файла, который необходимо конвертировать. Задать тип файла можно двумя способами:

- нажать на стрелку поля и «мышью» выбрать из раскрывшегося списка нужное значение;
- нажать левой кнопкой «мыши» на поле и при помощи ролика «мыши», либо кнопку клавиатуры со стрелками  $\uparrow$  и  $\downarrow$  выбрать нужный элемент.

При этом в списке , справа от надписи **В**, отобразится вид файла, в который будет конвертирован исходный.

2. Задать путь исходного файла. Для этого необходимо нажатием на верхнюю кнопку , располагающуюся в правой части рабочего окна программы, вызвать стандартное окно открытия файла и указать файл, который необходимо конвертировать. При этом в поле под надписью **Конвертировать из :** отобразится путь файла, а в поле под надписью **Заголовок** отобразится дополнительная информация исходного файла, необходимая для правильного восстановления записанного сигнала.

**Примечание:** файлы \*.ana и \*.anr работают в паре. Один из них заголовочный, другой содержит данные. Для конвертирования указанная директория должна содержать оба файла, а в качестве исходного файла можно задать любой из них.

3. Задать директорию и имя конечного файла. Для этого необходимо нажатием на нижнюю кнопку , располагающуюся в правой части рабочего окна программы, вызвать стандартное окно сохранения файла и указать директорию и имя файла, в который будет конвертирован исходный файл. При этом путь конечного файла отобразится в поле под надписью **В :**

4. Нажать кнопку **Конвертировать**. При этом внизу в центре рабочего окна программы **Конвертер файлов** появится надпись «Идет конвертирование...».

Выход из программы осуществляется нажатием кнопки , расположенной в правом верхнем углу окна программы.

## 36 Программа СИНХРОНИЗАТОР ПО GPS ПРИЕМНИКУ

### 36.1 Назначение программы

Отображение и запись текущих координат и скорости движения объекта во время регистрации сигналов, поступающих на входные каналы модулей «ZET 2XX».

Воссоздание параметров эксперимента во время воспроизведения записанных сигналов.

Программа работает по протоколу NMEA 183.

### 36.2 Описание программы

Основную часть окна программы (рисунок 36.1) занимает графический индикатор, на котором отображаются:

- дата и время (первая строка);
- координаты (вторая строка);
- скорость движения объекта; количество наблюдаемых спутников, по которым ведется расчет всех параметров; сдвиг по времени в секундах между внутренним временем и точным временем, определяемым по спутниковой системе (третья строка).

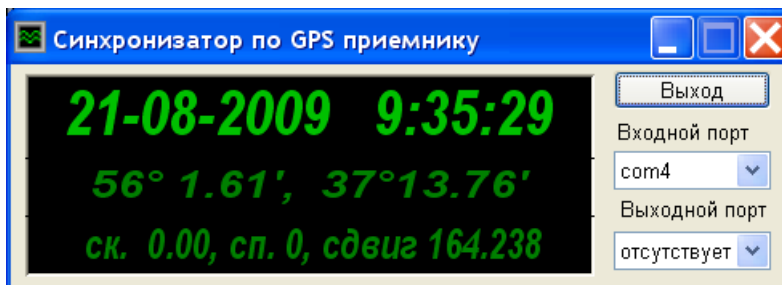


Рисунок 36.1

В правой части окна программы находятся поля со списком входного и выходного портов модуля «ZET 2XX».

Входной порт – порт, к которому подключен GPS приемник.

Выходной порт – порт, к которому подключено устройство, на которое передаются данные во время воспроизведения записанных данных.

Выбор в полях со списком  может быть осуществлен двумя способами:

- нажать на стрелку поля и «мышью» выбрать из раскрывшегося списка нужное значение;
- нажать левой кнопкой «мыши» на поле и при помощи ролика «мыши», либо кнопок клавиатуры со стрелками <↑> и <↓> выбрать нужный элемент.

При одновременном запуске программ **Синхронизатор по GPS приемнику** и **Запись сигналов** создается файл GPSTData.log в директории для записи файлов, указанной в программе **Запись сигналов**. В этот файл записываются все параметры эксперимента (дата и время, скорость и координаты в каждый момент времени, количество наблюдаемых спутников и сдвиг по времени).

При запуске программы **Воспроизведение сигналов**, в окне программы **Синхронизатор по GPS приемнику** отображаются записанные параметры эксперимента, которые передаются подключенным к выходному порту устройствам. При использовании программ картографии можно воссоздать траекторию движения объекта во время эксперимента, наблюдая одновременно положение объекта и его параметры в каждый момент времени.

## 37 Программа ЦИФРОВОЙ ВВОД-ВЫВОД

### 37.1 Назначение программы

Программа предназначена для управления состоянием входных/выходных каналов цифрового порта устройств производимых ЗАО «Электронные технологии и метрологические системы» (модуль «ZET 2XX», A17-U2 и др.).

Программа позволяет управлять такими исполнительными механизмами, у которых работа определяется двумя состояниями включено или выключено.

### 37.2 Описание программы

Для запуска программы **Цифровой ввод-вывод** необходимо в меню **Сервисные** (рисунок 37.1) панели **ZETLab** выбрать команду **Цифровой ввод/вывод**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Цифровой ввод-вывод** (рисунок 37.2). В заголовке окна программы будет отображаться название программы.

**Примечание:** программу можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLab** (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: DigInOut.exe.

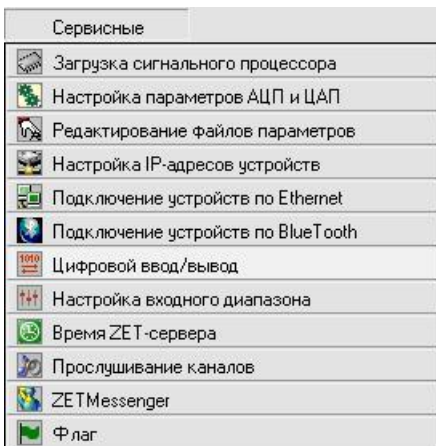


Рисунок 37.1

Для каждого устройства АЦП-ЦАП – своя вкладка, в названии которой будет отображено название устройства и его заводской номер. Количество вкладок определяется количеством подключенных устройств.

В рамке **Разрешение выхода** осуществляется включение/выключение выходов цифрового порта. Установленный флажок возле любого из каналов цифрового порта разрешает управление выходом этого канала. Снятый – запрещает.

В рамке **Выходы** устанавливаются состояние логической «1» или логического «0» для каналов, которым был разрешен выход в рамке **Разрешение выхода**. Установленный флажок возле любого из разрешенных для выхода каналов цифрового порта указывает состояние логической «1» этого канала, снятый флажок – состояние логического «0»

В рамке **Входы** отображается реальное состояние каналов цифрового порта. Установленный флажок возле любого из каналов цифрового порта указывает состояние логической «1» этого канала, снятый флажок – состояние логического «0». В данной рамке устанавливать и снимать флажки нельзя, она является информационной.

При подключенных нескольких устройств цифровой порт каждого устройства настраивается в своей вкладке. Переход между вкладками осуществляется нажатием левой кнопки «мыши» на вкладку, в которой необходимо настроить состояние цифрового порта того или иного устройства.

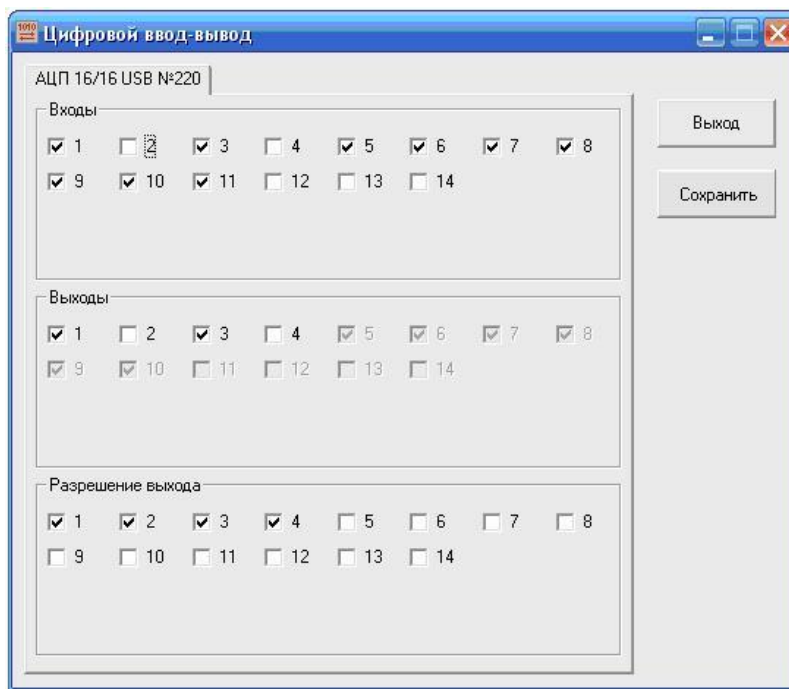


Рисунок 37.2

При нажатии на кнопку **Сохранить** происходит сохранение текущих настроек цифрового порта. При последующем использовании программы **Цифровой ввод-вывод**, после загрузки сигнального процессора, все параметры будут установлены в соответствии с последними сохраненными настройками. Если подключено несколько устройств к одному компьютеру, то настройки будут сохраняться для каждого устройства индивидуально. Программное обеспечение будет считывать заводской номер подключенного устройства, и, если это устройство ранее уже настраивалось, будет открывать настройки для конкретного устройства.

При нажатии на кнопку **Выход** происходит выход из программы. Закрыть окно программы, также, можно нажав левой клавишей «мыши» на кнопку закрытия окна , расположенной в правом верхнем углу окна программы.

## 38 Программа ГЛОБАЛЬНОЕ ВРЕМЯ СЕРВЕРА

### 38.1 Назначение программы

Программа предназначена для отображения времени с начала старта АЦП подключенного к ПЭВМ устройства, разрабатываемого ЗАО «Электронные технологии и метрологические системы».

### 38.2 Описание программы

Для запуска программы **Глобальное время сервера** необходимо в меню **Сервисные** (рисунок 38.1) панели **ZETLab** выбрать команду **Время ZET-сервера**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Глобальное время сервера** (рисунок 38.2). В заголовке окна программы будет отображаться название программы.

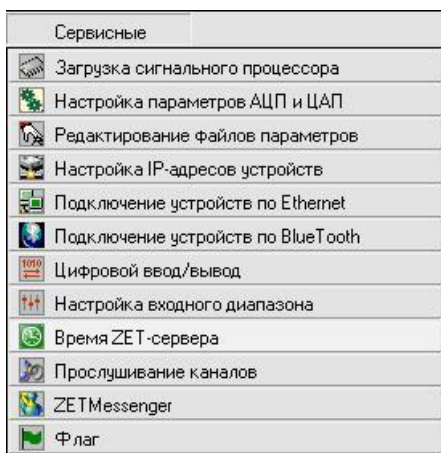


Рисунок 38.1

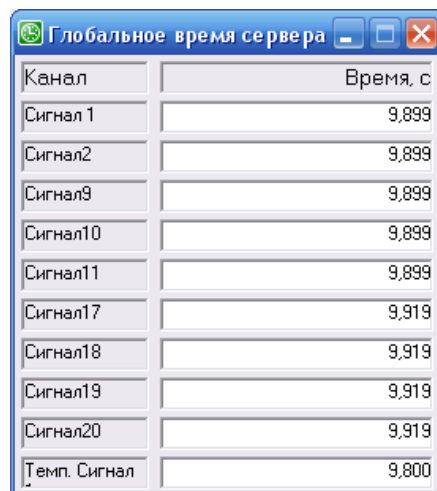


Рисунок 38.2

В окне программы будет отображаться таблица, состоящая из двух колонок и строк. Количество строк определяется количеством включенных физических и порожденных виртуальных каналов. Физические каналы включаются в программе **Настройка параметров АЦП и ЦАП** (пункт 4 настоящего **Руководства оператора**). Виртуальные каналы порождаются такими программами как, например, **Генератор сигналов**, **Фильтрация сигналов**, **Термометр сопротивления** и т.д.

В строках левой колонки будут отображаться название каналов, в строках правой колонки время старта АЦП по каждому каналу. Время физических каналов одного устройства должно быть одинаковым. Время виртуальных каналов отображается с небольшим запаздыванием по отношению к времени физических каналов.

Выход из программы осуществляется нажатием кнопки , расположенной в правом верхнем углу окна программы.





## 39 Программа ПРОСЛУШИВАНИЕ КАНАЛОВ

### 39.1 Назначение программы

Программа предназначена для прослушивания сигналов, поступающих на входные каналы, а также для прослушивания сигналов виртуальных каналов и генерируемых сигналов внутренним генератором.

Прослушивание сигналов, поступающих на входные каналы модулей АЦП, через звуковую карту персонального компьютера может быть очень полезно при анализе сигналов в акустическом диапазоне, так как спектральный анализ не всегда может дать адекватную информацию об анализируемых величинах. Например, искажение, связанное с кратковременной помехой будет хорошо различимо на слух, в то время как узкополосный анализ не отобразит значительных изменений в спектре сигнала. Это связано с тем, что человеческое ухо, в отличие от анализирующей аппаратуры, может гораздо более четко идентифицировать паразитные источники звука.

Для последующего анализа акустической информации в режиме аналогового магнитофона можно прослушивать записанные временные реализации сигналов.

### 39.2 Описание программы

Для запуска программы **Прослушивание каналов** необходимо в меню **Сервисные** (рисунок 39.1) панели **ZETLab** выбрать команду **Прослушивание каналов**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Прослушивание каналов** (рисунок 39.2). В заголовке окна программы будет отображаться название программы и название выбранного для прослушивания канала.

**Примечание:** программу можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLab** (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: Listener.exe.

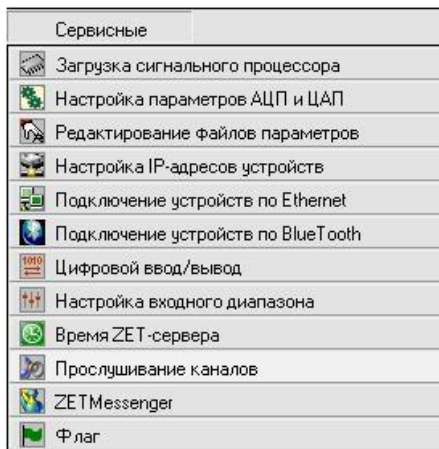


Рисунок 39.1

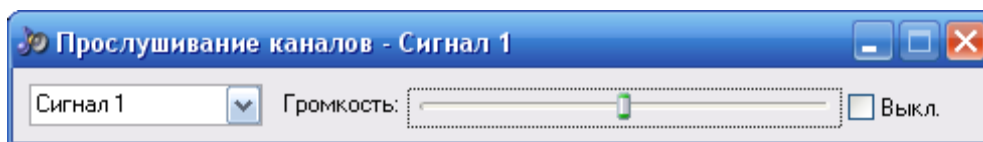


Рисунок 39.2

В поле списка (со стрелкой) , расположенном в левой части программы, выбирается канал для прослушивания.

Справа от надписи **Громкость:** располагается регулятор громкости . Регулировка происходит при помощи бегунка. Для регулировки необходимо нажать левой кнопкой «мыши» на бегунок, и, не отжимая кнопку, переместить бегунок в нужном направлении. При перемещении влево – громкость уменьшается, вправо – увеличивается. При регулировании с начала до середины регулятора громкости происходит регулировка громкости звука, дальше – цифровое усиление сигнала, при котором возможны искажения.

Флажок **Выкл.** - включает/выключает прослушивание выбранного канала.

Для выхода из программы необходимо нажать кнопку , расположенную в правом верхнем углу окна.

## 40 Программа ZETMessenger

### 40.1 Назначение программы

Программа предназначена для составления и отправки разработчику (ЗАО «Электронные технологии и метрологические системы») программного обеспечения **ZETLab** отчета об ошибках.

При возникновении ошибок (зависание, вылетание, некорректной работе программ) при использовании программного обеспечения **ZETLab** создается файл отчета об ошибках. Этот файл отчета при помощи программы **ZETMessenger** будет отправлен (при наличии подключения к интернету) разработчику программного обеспечения. После получения файла отчета об ошибках специалисты ЗАО «Электронные технологии и метрологические системы» предпримут все меры к устранению неполадок, вызывающих сбои в программном обеспечении **ZETLab** и работе драйверов.

### 40.2 Описание программы

Для запуска программы **ZETMessenger** необходимо в меню **Сервисные** (рисунок 40.1) панели **ZETLab** выбрать команду **ZETMessenger**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **ZETMessenger** (рисунок 40.2). В заголовке окна программы будет отображаться название программы.

**Примечание:** программу можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLab** (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: ZETMessenger.exe.

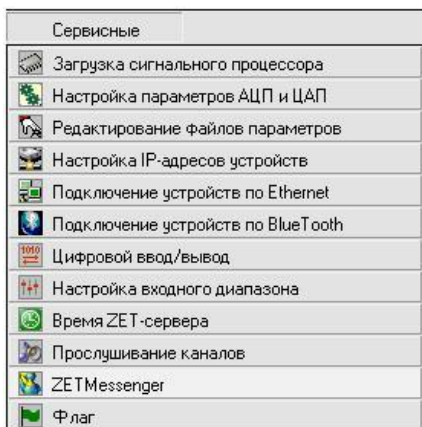


Рисунок 40.1

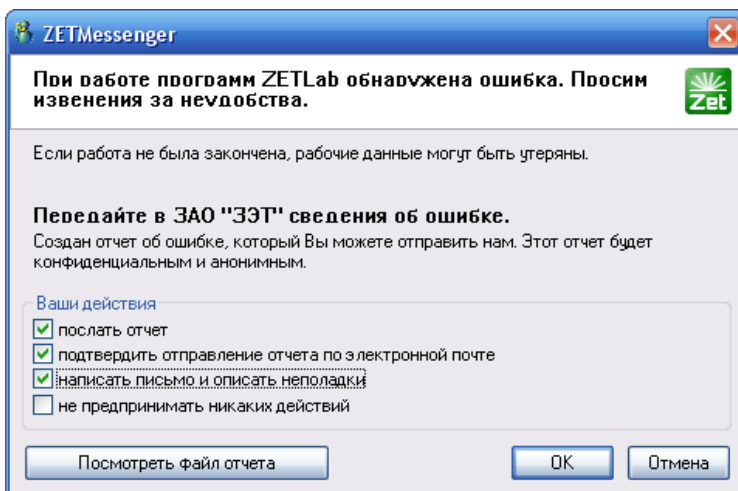


Рисунок 40.2

Кнопка **ОК** служит для исполнения выбранного действия в рамке **Ваши действия**. После нажатия кнопки выбранный действия будут выполнены, а программа **ZETMessenger** будет закрыта.

В рамке **Ваши действия** программы **ZETMessenger** располагаются элементы выбора действия при возникновении ошибок в работе программного обеспечения **ZETLab**.

При установленном флажке **послать отчет** сообщение с содержимым файла отчета будет переслано разработчику программного обеспечения **ZETLab** ЗАО «Электронные технологии и метрологические системы».

При установленном флажке **подтвердить отправку отчета по электронной почте** сообщение с содержимым файла отчета будет переслано разработчику и будет открыта используемая почтовая программа с уже заполненными полями отправителя и получателя со следующим содержимым письма – «Добрый день. Этим письмом я подтверждаю отправку отчета об ошибках. С уважением, Пользователь».

При установленном флажке **написать письмо и описать неполадки** будет открыта используемая почтовая программа с уже заполненными полями отправителя и получателя. В содержимом письма пользователь должен будет описать неполадки и отправить электронное письмо.

При установленном флажке **не предпринимать никаких действий** будет произведен выход из программы без отправки сообщения и отчета об ошибках.

Кнопка **Посмотреть файл отчета** служит для просмотра содержимого файла отчета. При нажатии на кнопку откроется просмотрщик с содержимым файла отчета (рисунок 40.3).

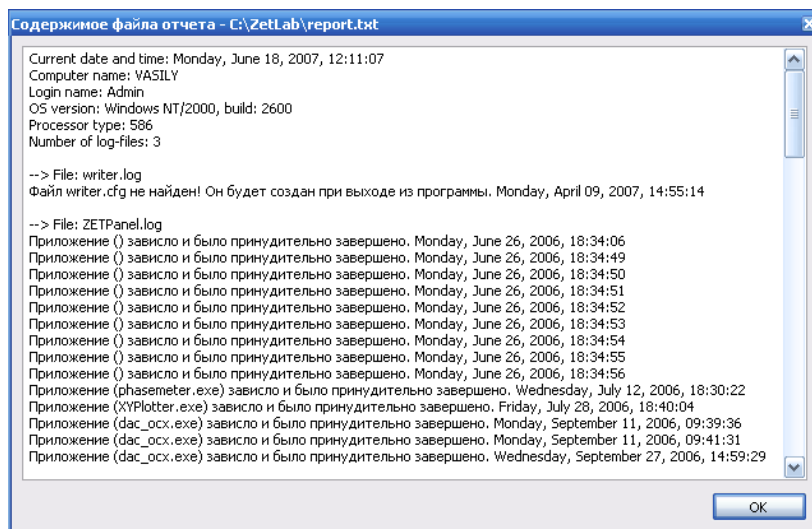


Рисунок 40.3

Выход из программы **ZETMessenger** без отправки отчета и сообщения осуществляется нажатием кнопки **Отмена** или кнопки , расположенной в правом верхнем углу окна программы.

## 41 Контактная информация

**Внимание!** Предприятие-изготовитель оставляет за собой право вносить в программное обеспечение непринципиальные изменения и усовершенствования, не ухудшающие его характеристики, без отражения их в данном руководстве оператора.

*Пожалуйста, сообщайте нам любым удобным для Вас способом обо всех проблемах и неполадках, которые возникли при установке и эксплуатации программного обеспечения ZETLab.*

**Адрес предприятия:** Россия, 124482, Москва, Зеленоград, Савелкинский проезд, дом 4, 21 этаж, офис 2104 ЗАО «ЗЭТ».

Тел.: (495) 228-01-11 (многоканальный), 744-81-60.

Факс: (495) 228-01-11.

**Сайт в Интернет:** [www.zetms.ru](http://www.zetms.ru)

**Техническая поддержка:** [support@zetms.ru](mailto:support@zetms.ru)