

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
кафедра молекулярной физики

**ПРОГРАММА УПРАВЛЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЯМИ  
ДЛЯ МАСС-СПЕКТРОМЕТРОМА *МИ 1201-АГМ*.  
ВЕРСИЯ 1**

ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

070500 Т00000 001 ИЭ

Разработчик \_\_\_\_\_  
к. ф.-м. н., программист 13 \_\_\_\_\_.01  
разряда

Александров О.Е.

Екатеринбург 2001

## РЕФЕРАТ

Александров О.Е. *ПРОГРАММА УПРАВЛЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЯМИ ДЛЯ МАСС-СПЕКТРОМЕТРОМА МИ 1201-АГМ. ВЕРСИЯ 1*: Инструкция по эксплуатации. Екатеринбург: УГТУ, 2001. 29 с.

Библиогр. 2 назв. Рис. 14.

Издание третье, исправленное и дополненное.

УПРАВЛЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЯМИ, ПРОГРАММА; МАСС-СПЕКТРОМЕТР;  
МИ 1201-АГМ.

Описана структура программы МИ-1201 АГМ и работа с ней.

Программа совместима с Microsoft Windows 9x/ME и Microsoft Windows NT 4.0.

Язык программы — Object Pascal (Borland Delphi 5.0).

© Текст, таблицы и рисунки: Александров О.Е., 1998

© Оформление: Александров О.Е., 2001

## СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ СИМВОЛОВ, ЕДИНИЦ И ТЕРМИНОВ.....	5
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ОБЩАЯ СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ.....	6
1.1. Цели создания программы .....	6
1.2. Схема построения программы.....	6
1.3. Особенности применения программы в ОС Windows NT.....	7
2. УСТАНОВКА ПРОГРАММЫ.....	8
2.1. Необходимое ПО.....	8
2.2. Комплект программы.....	8
2.3. Установка программы.....	8
2.4. Проверка правильности установки .....	8
2.5. Устранение неисправностей установки.....	9
2.5.1. Контроль доступности «MI1201.dll» .....	9
2.5.2. Контроль доступности файла «Вер.2. Описание интерфейса для МИ-1201 АГМ.mcd» .....	9
2.5.3. Подключение файла «Вер.2. Описание интерфейса для MI1201.mcd».....	10
3. РАБОТА С ПРОГРАММОЙ .....	11
3.1. Назначение и взаимодействие частей программы .....	11
3.2. Конфигурационная информация программы.....	11
3.3. Хранение данных измерения в программе .....	12
3.4. Взаимодействие с другими программами управления МИ-1201 АГМ.....	13
3.5. Интерфейс MathCAD.....	13
3.6. Визуальный интерфейс.....	14
3.6.1. Назначение и состав ВИ.....	14
3.6.2. Запуск и остановка ВИ.....	14
3.7. Работа с визуальным интерфейсом .....	15
3.7.1. Управление видимостью окон ВИ .....	15
3.7.2. Изменение числовых и строковых значений .....	16
3.7.3. Главное окно (ГО) программы .....	16
3.7.4. Обработка и получение информации об ошибках .....	23
3.7.5. Окно масс-спектра (ОМС) .....	23

	4
3.7.6. Операции по управлению графиком с помощью мышки.....	26
3.7.7. Перемещение по шкале масс с помощью мышки .....	26
3.7.8. Перемещение по шкале масс с клавиатуры .....	27
3.7.9. Трассировка графика .....	27
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	28
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	29

## ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ СИМВОЛОВ, ЕДИНИЦ И ТЕРМИНОВ

[значение]	– в квадратных скобках приводится значение величины (параметра) по умолчанию.
VCL	– Visual Component Library. Библиотека функций ввода/вывода Delphi для оконного интерфейса MS Windows.
БПИ	– блок питания газового источника.
ВЭУ	– вторичный электронный умножитель.
Контроллер	– программный модуль управления аппаратной частью комплекса МИ 1201-АГМ.
<i>мВ</i>	– милливольт, $1\text{ мВ} = 10^{-3}\text{ В}$ .
<i>мкВ</i>	– микровольт, $1\text{ мкВ} = 10^{-6}\text{ В}$ .
Модуль	– см. <b>Модуль МИ 1201-АГМ</b> .
<b>Модуль МИ 1201-АГМ</b>	– совокупность подпрограмм (библиотека), реализующих модуль управления масс-спектрометром МИ 1201-АГМ.
<b>ОИК</b>	– ошибка исполнения команды.
<b>ОС</b>	– операционная система.
<b>ПНЧ</b>	– преобразователь напряжение-частота.
<b>ЭМУ</b>	– электрометрический усилитель.
<b>программа</b>	– «программа управления масс-спектрометром МИ-1201 АГМ» (ПУМС), описываемая в настоящем руководстве.
<b>ПУМС</b>	– Программа Управления Масс-Спектрометром.

### ВВЕДЕНИЕ

Инструкция описывает структуру и принципы работы программы управления масс-спектрометром МИ 1201-АГМ (далее *ПУМС* или *программа*).

Приведено описание первой версии ПУМС.

Программа базируется на *модуле управления масс-спектрометром МИ 1201-АГМ* (далее *модуль*) [1] и представляет собой надстройку над ним. В состав программы входит интерфейс к пакету MathCAD Pro 6.0/2000 и графический интерфейс интерактивного управления — аналог системы *Preparation* из стандартной программы управления для масс-спектрометра МИ 1201-АГМ.

Программа совместима с Microsoft Windows 9x/ME и Microsoft Windows NT 4.0.

Для работы программы требуется установленный пакет MathCAD Pro 6.0/2000. Тестирование с более новыми версиями MathCAD не проводилось, но возможно программа будет работать и с ними.

Основными преимуществами данной программы являются:

- 1) Интеграция с MathCAD — данные измерения доступны непосредственно в WorkSheet (документе) MathCAD; система программирования MathCAD может использоваться как язык высокоуровневого программирования управления масс-спектрометром; MathCAD может использоваться для математической обработки данных измерений (спектров).
- 2) Программа совместима с Microsoft Windows 9x/ME/NT и многозадачным исполнением в этих ОС.
- 3) Программа обеспечивает более гибкую систему отображения данных измерения, настройки прибора и экспорта данных измерения в файлы, чем стандартная программа из комплекта МИ 1201-АГМ.
- 4) Программа доступна для модернизации, дополнения и встраивания в другие программы (пакеты) — предоставляется в исходном коде.

Программа написана на языке программирования Object Pascal (Borland Delphi 5.0) и реализует функции управления и доступа к данным измерений в пределах, предусмотренных конструкцией МИ 1201-АГМ.

Программа использует стандартные компоненты Borland Delphi 5 для отображения данных и управления измерением.

## **1. ОБЩАЯ СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ**

### **1.1. ЦЕЛИ СОЗДАНИЯ ПРОГРАММЫ**

Программа создана для обеспечения простого и надежного управления аппаратным комплексом МИ 1201-АГМ и обеспечения возможности передачи данных измерения (масс-спектра) другим программа для обработки.

Программа облегчает и упрощает настройку МИ 1201-АГМ, управление измерениями, и организацию обработки результатов измерения.

### **1.2. СХЕМА ПОСТРОЕНИЯ ПРОГРАММЫ**

Программа реализована как динамическая библиотека «MI1201.dll», запускаемая из MathCAD.

Для удобства использования и обеспечения возможности модернизации и дополнения код программы структурирован. Структурирование осуществлено в двух измерениях:

- 1) вертикальная (иерархическая) группировка;
- 2) горизонтальная группировка по функциям частей программы.

Схема структуры программы приведены на рис. 1.1.

### 1.3. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММЫ В ОС WINDOWS NT

Настоящая реализация программы совместима с Windows NT. Для работы модуля в Windows NT необходимо установить драйвер ввода/вывода в порты. Описание драйвера и его установки — см. инструкцию [2].

Взаимодействие программы с драйвером сосредоточено в модуле управления. Модуль автоматически распознает Windows NT и пытается подключиться к драйверу ввода/вывода в порты. При отсутствии драйвера возбуждается ошибка.

При работе в Windows 9x модуль использует прямой доступ к портам и драйвер не нужен.

#### ИЕРАРХИЯ ПРОГРАММЫ

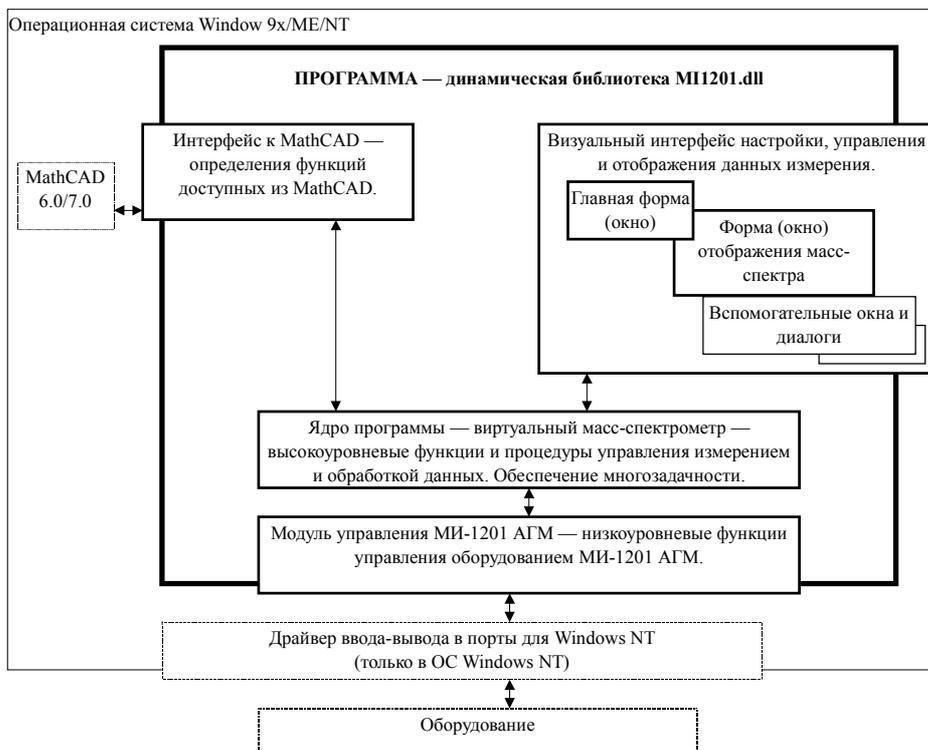


Рис. 1.1

## 2. УСТАНОВКА ПРОГРАММЫ

### 2.1. НЕОБХОДИМОЕ ПО

Для установки программы на компьютер должно быть установлено следующее ПО:

- 1) Любая из ОС Windows 9x/ME/NT 4.0.
- 2) Пакет MathCAD Pro 6.0, 7.0 или 2000, вариант MathCAD Standard не годится.
- 3) Драйвер ввода-вывода в порты — только для Windows NT. Инструкцию по установке см [2].

### 2.2. КОМПЛЕКТ ПРОГРАММЫ

В комплект программы входят следующие файлы:

- 1) «MI1201.dll» — основной исполняемый код программы.
- 2) «Вер.2. Описание интерфейса для МИ-1201 АГМ.mcd» — определения символьных констант для облегчения работы с функциями программы из MathCAD.
- 3) «Пример работы с МИ-1201 АГМ.mcd» — файл-пример обращения к функциям программы из MathCAD.
- 4) «Инструкция по программе управления масс-спектрометром МИ-1201 АГМ.doc» — настоящее руководство.

Драйвер для Windows NT в комплект не входит и предоставляется отдельно.

### 2.3. УСТАНОВКА ПРОГРАММЫ

Для установки программы необходимо выполнить следующие операции:

- 1) Установить необходимое ПО, см. пункт 2.1.
- 2) Скопировать файл «MI1201.dll» из комплекта программы в папку «USEREFI» пакета MathCAD. Для MathCAD 6.0 обычный путь к папке: «диск:\WinMCAD\USEREFI», а для MathCAD 7.0/2000 — «диск:\Program Files\MathSoft\MathCAD\USEREFI».
- 3) Скопировать файлы «Вер.2. Описание интерфейса для МИ-1201 АГМ.mcd» и «Пример работы с МИ-1201 АГМ.mcd» в любую удобную для вас папку.

### 2.4. ПРОВЕРКА ПРАВИЛЬНОСТИ УСТАНОВКИ

- 1) Убедиться, что MathCAD не запущен и не выполняется, иначе завершить выполнение MathCAD и выйти из него.
- 2) Запустить MathCAD, открыть файл «Пример работы с МИ-1201 АГМ.mcd».

- 3) Нажать клавишу F9. Файл «Пример работы с МИ-1201-АГМ.mcd» поставляется с отключенным автоматическим счетом, для пересчета листа MathCAD необходимо нажимать F9.
- 4) Если на экране появилось окно как на рис. 2.1, то установка проведена правильно и можно переходить к работе с программой. В противном случае, следует устранить неисправности.

## 2.5. УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ УСТАНОВКИ

Прежде всего повторите установку или, как минимум, проверьте наличие «MI1201.dll» в папке «USEREFI» внутри папки, где установлен MathCAD. У вас может быть установлено несколько копий MathCAD, для того, чтобы быть уверенным, какая из них запускается — запустите MathCAD двойным щелчком на файле «mcd.exe» из папки, в которой он установлен.

### 2.5.1. Контроль доступности «MI1201.dll»

При правильной установке (см. 2.3) в MathCAD становятся доступными новые функции. Убедиться в доступности функций (правильности установки) можно запустив MathCAD и нажав кнопку  на его панели инструментов.

В результате появится список всех доступных функций MathCAD, в списке (он упорядочен по алфавиту) должны присутствовать функции «msControl», «msCounter2Mass» и др., как это показано на рис. 2.2. Если функции присутствуют в списке, то «MI1201.dll» установлена верно.

### 2.5.2. Контроль доступности файла «Вер.2. Описание интерфейса для МИ-1201 АГМ.mcd»

Использование файла "Вер.2. Описание интерфейса для MI1201.mcd" необязательно, но позволяет использовать символьные имена для числовых констант при обращении к функциям интерфейса.

Этот файл необходим для работы примера «Пример работы с МИ-1201 АГМ.mcd».

## ГЛАВНОЕ ОКНО ВИЗУАЛЬНОГО ИНТЕРФЕЙСА ПРОГРАММЫ

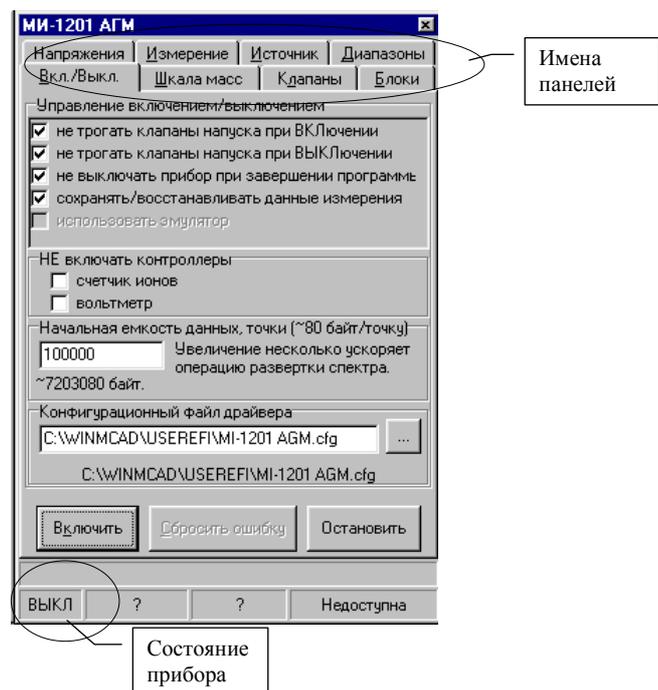
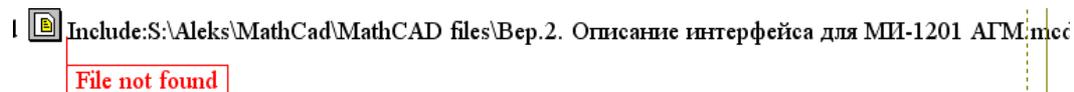


Рис. 2.1

Откройте в MathCAD файл «Пример работы с МИ-1201 АГМ.mcd» и нажмите F9.

Если после нажатия F9 появится под строкой вида



появится красная рамка с надписью "File not found", то необходимо повторно подключить файл "Вер.2. Описание интерфейса для МИ1201.mcd".

### 2.5.3. Подключение файла «Вер.2. Описание интерфейса для МИ1201.mcd»

Использование файла "Вер.2. Описание интерфейса для МИ1201.mcd" необязательно, но позволяет использовать символьные имена для числовых констант при обращении к функциям интерфейса.

Для подключения файла «Вер.2. Описание интерфейса для МИ1201.mcd» в MathCAD 6.0:

- 1) Удалите старую ссылку.
- 2) Откройте файл «Вер.2. Описание интерфейса для МИ1201.mcd» в MathCAD-е. Убедитесь, что вы открыли правильную версию файла.
- 3) Перейдите обратно на рабочий лист (WorkSheet) с которым вы работаете, НЕ ЗАКРЫВАЯ "Вер.2. Описание интерфейса для МИ1201.mcd". Переключиться можно через меню MathCAD "Window".
- 4) Установите курсор в позицию, где необходимо вставить ссылку на "Вер.2. Описание интерфейса для МИ1201.mcd".
- 5) Выберите в меню MathCAD "Edit" пункт "Include...", укажите в списке файл «Вер.2. Описание интерфейса для МИ1201.mcd» и нажмите ОК.

В MathCAD 7.0/2000:

- 1) Удалите старую ссылку.
- 2) Установите курсор в позицию, где необходимо вставить ссылку на "Вер.2. Описание интерфейса для МИ1201.mcd".
- 3) Выберите в меню MathCAD "Insert" пункт "Reference...", наберите имя файла или укажите его при помощи кнопки "Browse..." и нажмите ОК.

Файл «Вер.2. Описание интерфейса для МИ1201.mcd» рекомендуется подключить к каждому из файлов MathCAD, в котором необходимо обращение к функциям интерфейса.

#### КОНТРОЛЬ ДОСТУПНОСТИ ФУНКЦИЙ ИНТЕРФЕЙСА

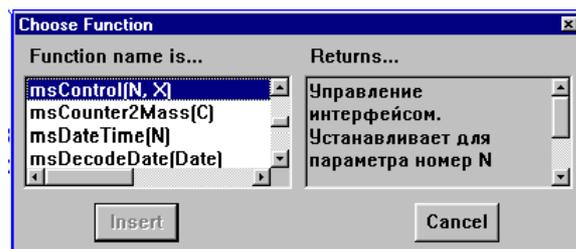


Рис. 2.2

### 3. РАБОТА С ПРОГРАММОЙ

#### 3.1. НАЗНАЧЕНИЕ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЧАСТЕЙ ПРОГРАММЫ

Как показано на рис. 1.1, программа состоит из 4-х основных частей:

- 1) Модуль управления, см. описание в [1]. Далее не рассматривается.
- 2) Ядро виртуального масс-спектрометра (далее ЯВМС). Эта часть программы недоступна пользователю прямо и далее не рассматривается. Её описание будет приведено в описании кода программы.
- 3) Визуальный интерфейс (далее ВИ).
- 4) Интерфейс MathCAD (далее ИМ).

Далее подробнее рассмотрим «визуальный интерфейс» и «интерфейс MathCAD».

Эти два интерфейса (ВИ и ИМ) используют ЯВМС и могут работать независимо, т.е. можно использовать их как вместе, так и какой либо один из них отдельно.

ИМ является ограниченным подмножеством ВИ. Некоторые функции и параметры, доступные в ВИ, недоступны в ИМ.

Основное назначение ВИ — интерактивная настройка прибора и проведение измерений.

Основное назначение ИМ — автоматизация операций по измерению и передача данных измерения в MathCAD для обработки. Главным ограничением ИМ является невозможность динамического (т.е. постоянного) обновления данных измерения и отображения этих измерений. Именно поэтому часть функций настройки не реализована для ИМ. Хотя, в принципе, ИМ можно расширить.

Изменения состояния прибора произведенные с любого интерфейса правильно и незамедлительно отображаются ВИ.

Изменения состояния прибора произведенные с ВИ не отображаются ИМ. Последнее обусловлено уже упоминавшейся выше невозможностью динамического отображения данных в MathCAD. Однако эти изменения будут отображены при последующих вызовах функций интерфейса MathCAD и сразу влияют на процесс измерения.

#### 3.2. КОНФИГУРАЦИОННАЯ ИНФОРМАЦИЯ ПРОГРАММЫ

При выходе из программы она сохраняет данные о своем состоянии и состоянии прибора. Эти данные называют конфигурационной информацией или просто конфигурацией.

Конфигурация сохраняется в следующих местах:

- 1) Состояние модуля управления МИ-1201 АГМ — файл с произвольным названием и местоположением. Имя и местоположения конфигурационного файла модуля управления МИ-1201 АГМ может быть задано из ВИ или вызовом функции ЯВМС. Значение по умолчанию:

- имя конфигурационного файла — «MI-1201 AGM.cfg»;
  - расположение — в той же папке, где находится «MI1201.dll» (см. пункт 2.3).
- 2) Данные последнего измерения (все каналы) — файл с именем «имя\_конфигурационного\_файла.DAT». Файл расположен там же, где и конфигурационный файл модуля управления МИ-1201 АГМ. Другое расположение не предусмотрено.
  - 3) Имя конфигурационного файла — ключ «\Software\MI1201AGM» в разделе «HKEY\_LOCAL\_MACHINE» реестра Windows.
  - 4) Состояние ЯВМС и ВИ — ключ «\Software\MI1201AGM» в разделе «HKEY\_CURRENT\_USER» реестра Windows.

**ВНИМАНИЕ!** для нормальной работы в ОС Windows NT системы сохранения/восстановления конфигурации необходимо, чтобы файлы конфигурации (и, возможно, папка, где они находятся) были доступны для записи/чтения.

Таким образом, состояние модуля управления и данные последнего измерения являются общими для всех пользователей в пределах машины, а настройки ЯВМС и ВИ — индивидуальными для пользователя.

### 3.3. ХРАНЕНИЕ ДАННЫХ ИЗМЕРЕНИЯ В ПРОГРАММЕ

Данные текущего измерения хранятся в ОЗУ компьютера. Хранятся данные всех каналов (ПНЧ1÷ПНЧ5, ПНЧ ВЭУ и Счетчик) и данные по времени интегрирования для всех точек данных.

Объем данных составляет  $\sim(7 \text{ каналов} + 1 \text{ время}) \cdot 2 \cdot 8 \text{ байт} = 128 \text{ байт}$  на точку измерения на шкале масс. Максимальное количество точек — не ограничено, но в реально не превышает 750 000÷800 000 точек — динамический диапазон контроллера эл.магнита.

Реально в памяти хранятся только измеренные точки, по мере поступления данных новых измерений они заносятся в память и размер данных увеличивается динамически, как результат память (ОЗУ), требуемая программе возрастает — теоретически возможно переполнение памяти при работе программы. В результате скорость развертки (при прочих равных условиях) может снижаться с ростом объема хранимых данных.

При повторном измерении точки на шкале масс данные либо заменяются (нормальный режим измерения), либо суммируются с предыдущими, используя время интегрирования как вес (режим аккумуляции).

Данные могут быть в любой момент удалены (стерты) — это необратимый процесс, отменить удаление нельзя.

При необходимости данные могут быть записаны в файл и затем считаны из файла. Считывание данных из файла уничтожает данные текущего измерения.

Данные могут быть экспортированы из программы в виде:

- картинки-графика;
- текстового файла с данными указанного диапазона масс в формате «по колонкам» или «по строкам».

### **3.4. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ДРУГИМИ ПРОГРАММАМИ УПРАВЛЕНИЯ МИ-1201 АГМ**

При работе с программой недопустимо запускать и использовать другие программы изменяющие состояние (управляющие) прибором.

Данная реализация программы не может обнаружить и воспрепятствовать (или обработать) другим программам изменять состояние прибора. Результатом такого взаимодействия могут быть сбои в работе и неправильная работа обеих программ и/или повреждение прибора (последнее маловероятно).

### **3.5. ИНТЕРФЕЙС MATHCAD**

Интерфейс MathCAD (ИМ) представляет собой набор функций, доступных на листе (WorkSheet) MathCAD.

ИМ доступен сразу после запуска MathCAD, при условии, что ПО правильно установлено. Об установке программы и проверке доступности ИМ см. главу 2. При вызове любой функции ИМ, обращающейся к оборудованию, прибор будет включен и приведен в состояние, в котором он был при предыдущем выходе из программы.

Если в MathCAD не обращаться к функциям ИМ, то ИМ остается бездействующим и не мешает MathCAD выполнять расчеты или другие операции; никаких команд оборудованию не будет передано и состояние прибора не будет изменено.

Полный перечень функций и их описание можно найти в файле «Вер.2. Описание интерфейса для MI1201.mcd», там же определены символьные константы для удобства работы с функциями.

Для использования определений констант из файла «Вер.2. Описание интерфейса для MI1201.mcd» в любом файле MathCAD, он должен быть подключен к файлу MathCAD, как это описано в пункте 2.5.3 настоящего руководства.

Работа с этими функциями практически не отличается от работы с обычными функциями MathCAD. В зависимости от переданных данных функции либо меняют состояние прибора, либо возвращают данные о его текущем состоянии. Определены также функции позволяющие вернуть данные измерения в MathCAD в виде массива MathCAD для последующей обработки.

Функции ИМ являются синхронными — при вызове функция изменяет параметр прибора и только после этого возвращает результат. Как следствие, время выполнения некоторых обращений к функциям может быть значительным. Например, при установленном времени интегрирования 64000 мс выпол-

нение запроса на изменение времени интегрирования (или любого другого параметра) может занять до 64 с (т.е. около минуты) если включен процесс измерения. Аналогично, при значительном изменении массы (переходе на другую массу) задержка составит заметную величину — при изменении магнитного поля от нижней до верхней границы полного диапазона масс проходит  $\sim 1,5$  мин.

Основные задачи ИМ:

- обеспечить возможность автоматизации более сложных последовательностей измерений, путем написания программ на встроенном в MathCAD языке программирования;
- обеспечить возможность математической обработки результатов измерения средствами MathCAD.

Подробнее о ИМ см. файл «Вер.2. Описание интерфейса для MI1201.mcd» и «Пример работы с МИ-1201 АГМ.mcd».

### 3.6. ВИЗУАЛЬНЫЙ ИНТЕРФЕЙС

#### 3.6.1. Назначение и состав ВИ

Визуальный интерфейс (ВИ) представляет собой набор окон с управляющими элементами и элементами отображения данных, позволяющими интерактивно управлять прибором и динамически отображать данные измерения в реальном масштабе времени.

Работа с ВИ подобна работе с типичной программой для Windows.

ВИ состоит из главного окна (см. рис. 2.1), окна отображения текущих данных измерения (спектра), см. рис. 3.1 и вспомогательных окон и диалогов.

#### 3.6.2. Запуск и остановка ВИ

При запуске MathCAD ВИ не появляется на экране (недоступен).

Для активизации ВИ необходим однократный вызов функции ИМ « $msControl(cInterface, 1)$ » на листе (WorkSheet) MathCAD. Если ВИ в момент вызова неактивен, то появится только главное окно (см. рис. 2.1). Повторные вызовы « $msControl(cInterface, 1)$ » не влияют на ВИ.

Для удаления ВИ необходим однократный вызов функции « $msControl(cInterface, 0)$ ». Если ВИ в момент вызова отображает несколько окон, то закроются все. Повторные вызовы « $msControl(cInterface, 0)$ » не влияют на ВИ. После удаления ВИ может быть снова активизирован вызовом функции ИМ « $msControl(cInterface, 1)$ ».

Удаление и восстановление ВИ может быть повторено произвольное число раз, данные измерений сохраняются при этом полностью, а состояние окон сохраняется «практически полностью» для двух основных окон и частично для вспомогательных окон и диалогов.

### 3.7. РАБОТА С ВИЗУАЛЬНЫМ ИНТЕРФЕЙСОМ

#### 3.7.1. Управление видимостью окон ВИ

Главное окно (ГО, рис. 2.1) может находиться только в двух состояниях:

- поверх всех окон;
- минимизировано на Панели задач.

Закрывать главное окно совсем можно только так, как это описано в пункте 3.6.2, нажатие на кнопку-крестик в правом верхнем углу только минимизирует ГО.

Окно отображения масс-спектра (далее ОМС, см. рис. 3.1) может находиться в следующих состояниях:

- неактивно — отсутствует на экране в видимом состоянии;
- развернуто (на весь экран или часть) ;
- минимизировано.

Активизировать ОМС можно только из главного окна с панели «Измерение»

рис. 3.6, нажав кнопку  в нижней части панели.

Другие операции по управлению ОМС стандартны для Windows.

#### ОКНО ОТОБРАЖЕНИЯ СПЕКТРА

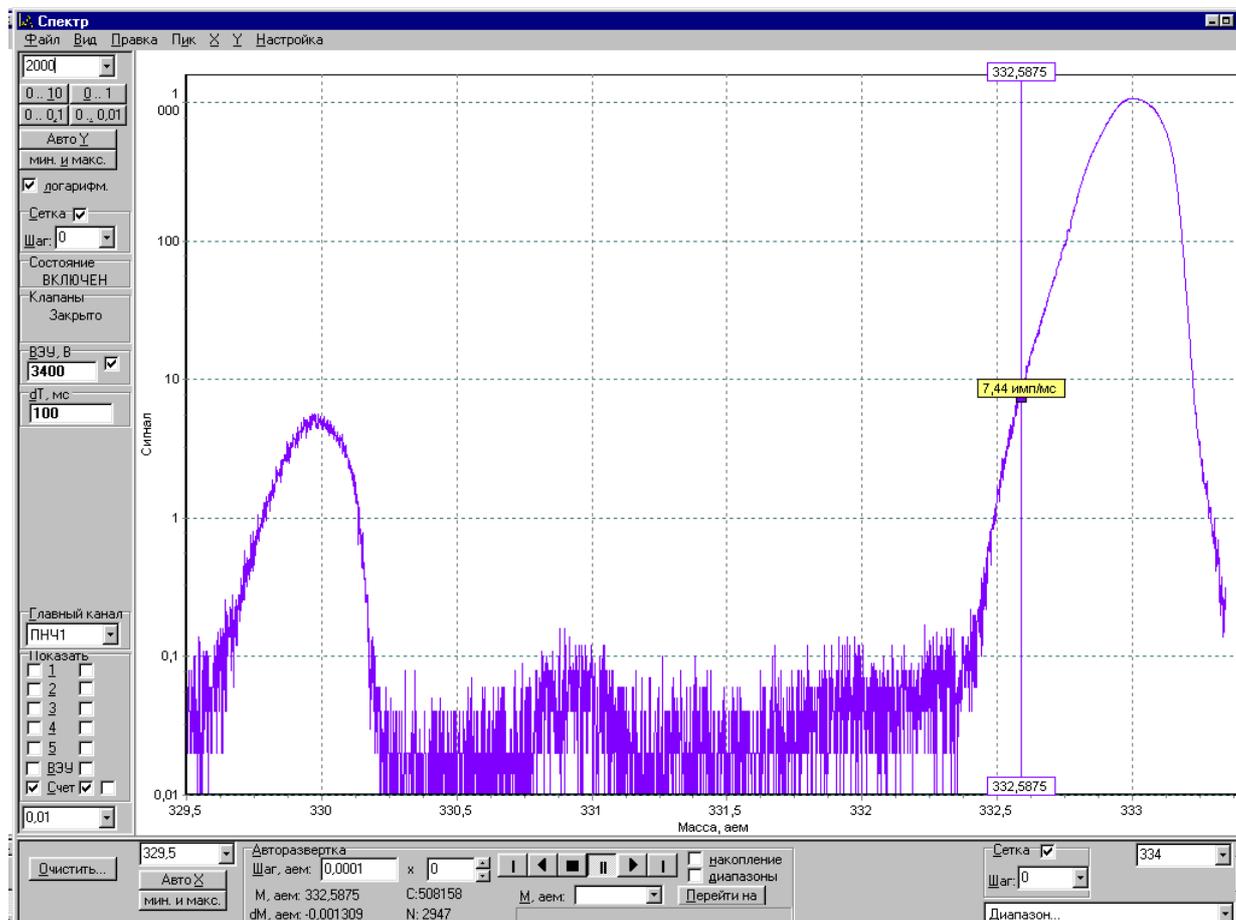


Рис. 3.1

### 3.7.2. Изменение числовых и строковых значений

Для ВИ общим правилом является необходимость нажать клавишу «Enter», после ввода нового значения в любой из элементов управления.

**Если клавишу «Enter» не нажать установки нового значения не произойдет.**

Для отображения текущего значения (если текст или число изменены, но «Enter» не нажат) можно нажать «Esc».

### 3.7.3. Главное окно (ГО) программы

ГО состоит из панелей, переключение которых осуществляется указанием мышкой имени панели в верхней части ГО, см. рис. 2.1.

#### 3.7.3.1. Панель «Вкл./Выкл.»

Панель (см. рис. 2.1) управляет процессом включения и выключения прибора. Значения, установленные на этой панели влияют только на следующее включение/выключение прибора. На этой панели можно задать имя конфигурационного файла, см. пункт 3.2.

И выполнить три операции (см. кнопки в нижней части панели):

- 1) Включить/выключить прибор, см. кнопку «Включить».
- 2) Сбросить состояние ошибки, если таковая возникла, см. кнопку «Сбросить ошибку». Обработка ошибок идет по схеме описанной для модуля управления МИ-1201 АГМ, см. [1].
- 3) Остановить длительную операцию (измерение с большим временем интегрирования или переход на дальнюю массу), не дожидаясь ее окончания. При остановке операции возбуждается ошибка.

Состояние прибора отображается в строке состояния окна (первая панелька), см. рис. 2.1.

Другие панели отображают неверные данные или не отображают данных совсем и большинство операций недоступно до момента включения прибора.

#### 3.7.3.2. Панель «Шкала масс»

Предназначена для настройки и управления шкалой масс прибора, см. рис. 3.2.

МИ-1201 АГМ управляет током электромагнита с помощью прямоугольных электрических импульсов, ток электромагнита изменяется пропорционально числу выданных импульсов и их полярности.

Масса иона (отношение массы к заряду), приходящего на систему регистрации ионного тока пропорциональна квадрату тока в электромагните или квадрату числа импульсов, если предположить, что нуль числа импульсов соот-

ветствует нулевому току эл.магнита (более тонкие эффекты здесь не рассматриваются).

Рамка «Калибровка шкалы масс» содержит две величины  $K$  и  $M_0$  позволяющие пересчитать текущее значение счетчика импульсов в значение массы. Поскольку в МИ-1201 АГМ невозможно иметь абсолютную точку отсчета для импульсов, то шкала масс нуждается в настройке по известному пику при каждом включении прибора.

Значение  $K$  обычно стабильно для прибора и нет необходимости его изменять после настройки. Значение  $K$  никогда не изменяется автоматически.

Значение  $M_0$  может быть изменено автоматически при операциях настройки шкалы масс.

Рамка «Калибровка индикатора массовых чисел (ИМЧ)» содержит две величины  $X$  и  $ИМЧ_0$  позволяющие пересчитать показания ИМЧ в значения массовых чисел. После настройки этих коэффициентов, ИМЧ может использоваться для грубой ( $\pm 1 \div 2$  аем) настройки шкалы масс.

Значения  $X$  и  $ИМЧ_0$  никогда не изменяются автоматически.

Рамка «Текущее значение массы ( $M$ ) и счетчика ( $C$ )» содержит величину  $M$  позволяющую проводить операции по перемещению и настройке шкалы масс. И отображает текущее положение на шкале масс и текущее значение счетчика импульсов.

Позволяет выполнить следующие операции:

- 1) Переход на указанную в  $M$  массу, см. кнопку «Перейти на». Операция перехода осуществляется по умолчанию при нажатии клавиши «Enter», если курсор в  $M$ .
- 2) Установить текущую массу по ИМЧ (если ИМЧ доступен), см. кнопку «по ИМЧ». Считывает показания ИМЧ и соответствующим образом корректирует шкалу масс (только значение счетчика и  $M_0$ ).
- 3) Установить указанную в  $M$  массу, как текущую без изменения тока электромагнита (ручная коррекция шкалы масс по пику), см. кнопку «указанного  $M$ ».
- 4) Установить шкалу масс по аппаратному 0, см. кнопку «по аппаратн. 0...». Грубая ( $\pm 2 \div 3$  аем) настройка шкалы методом уменьшения тока эл. магнита до аппаратного предела. Длительная операция (до 2 мин).

## ПАНЕЛЬ «ШКАЛА МАСС»

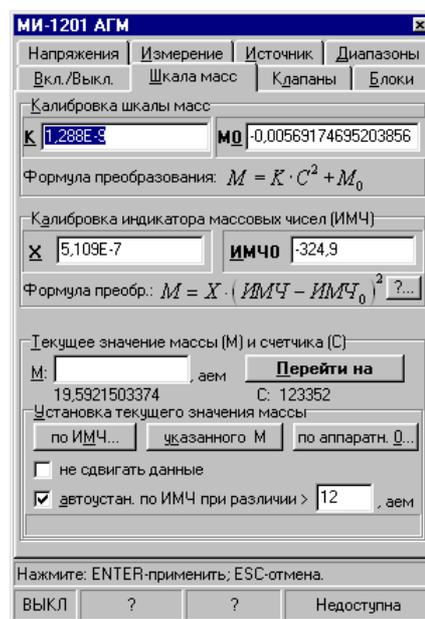


Рис. 3.2

Рамка «Установка текущего значения массы» содержит две опции:

- 1) Опция «не сдвигать данные» — при настройке шкалы масс (2-4 операции) данные измерения не изменяются, иначе данные смещаются вместе с изменением текущей массы.
- 2) «автоустан. по ИМЧ при различии > \_\_\_ аем» — при запуске программы сравнивается текущее значение массы с показаниями ИМЧ, при абсолютном различии более указанного производится операция «2) Установить текущую массу по ИМЧ».

### 3.7.3.3. Панель «Клапаны»

Предназначена для отображения состояния и управления клапанами напуска, см. рис. 3.3.

Клапан может быть открыт на время, указанное в рамке «закреть через, мс» напротив имени клапана, или в режиме «закреть вручную», если указать 0.

Состояние клапанов отображается в строке состояния ГО, см. рис. 3.3.

### 3.7.3.4. Панель «Блоки»

Предназначена для отображения состояния и управления включением блоков МИ-1201 АГМ и установкой некоторых параметров, например, напряжения на ВЭУ, см. рис. 3.4.

### 3.7.3.5. Панель «Источник»

Предназначена для отображения состояния и управления настройкой источника

## ПАНЕЛЬ «КЛАПАНЫ»

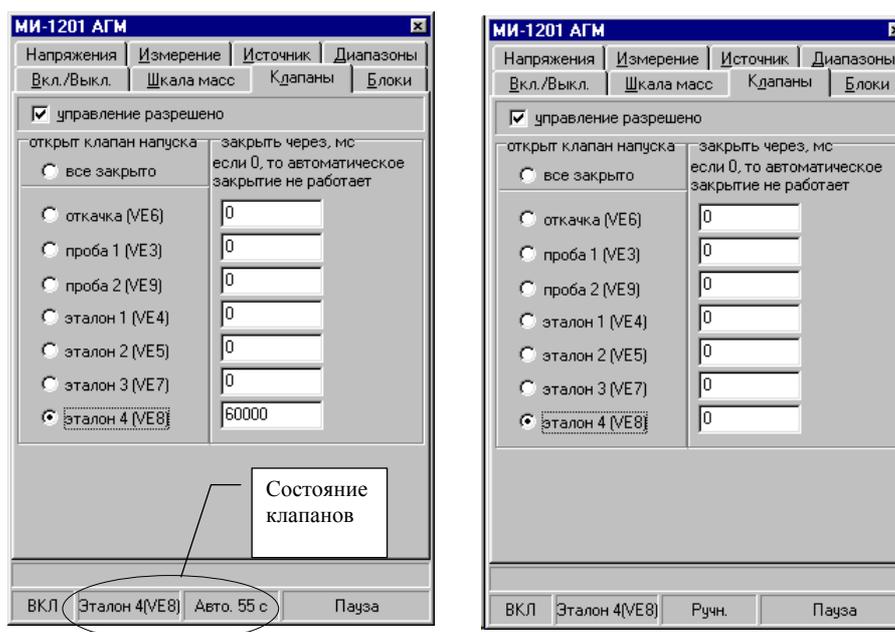


Рис. 3.3

ионов МИ-1201 АГМ, см. рис. 3.5.

Панель содержит индикаторы положения регуляторов источника ионов и позволяет изменять положение регуляторов.

Поскольку программа не может получить сведения о истинном положении регуляторов, то отображаемые значения могут не соответствовать реальности (например, другая программа изменила положение регуляторов).

Кроме того, на панели отображены «индикаторы смещения» (см. рис. 3.5.) — показывают число шагов регуляторов, 0 — соответствует положению регулятора при старте программы.

Доступна операция принудительной установки точного значения, см. кнопки «Уст...» на рис. 3.5. Установка точного значения проводится так, регулятор (шаговый мотор) поворачивается в сторону нижней границы на максимальное число шагов для данного регулятора (т.е. гарантированно достигает нижней границы), а затем выводится на указанное значение.

### 3.7.3.6. Панель «Напряжения»

Не используется и не рекомендуется к использованию.

### 3.7.3.7. Панель «Измерение»

Предназначена для отображения состояния и управления настройкой системы регистрации ионного тока (ПНЧ) и управления разверткой по шкале масс, см. рис. 3.6.

Панель отображает и позволяет изменять величину  $dT$  — время интегрирования сигнала.

Панель отображает, позволяет изменять и автоматически замерять калибровочные характеристики ПНЧ, см. рамку «Калибровка ПНЧ». Можно автоматически замерять калибровочные характеристики

## ПАНЕЛЬ «БЛОКИ»

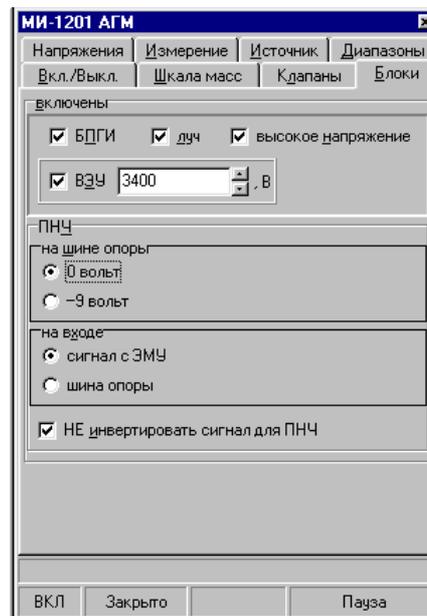


Рис. 3.4

## ПАНЕЛЬ «ИСТОЧНИК» ГО

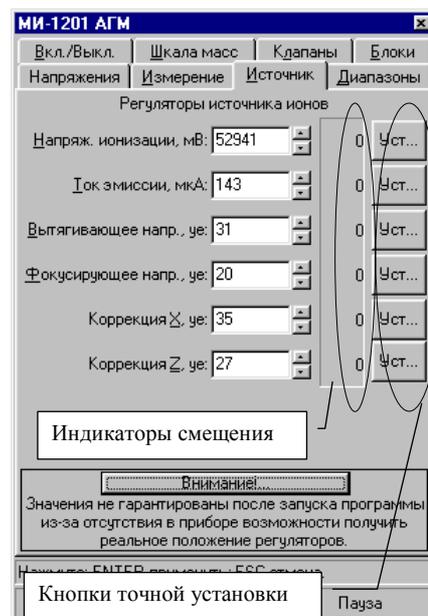


Рис. 3.5

одного канала ПНЧ (см. кнопку «Калибровать...») или всех каналов (см. кнопку «Калибровать все...»). Канал выбирается из списка в верхней части рамки «Калибровка ПНЧ».

Калибровка ПНЧ включает две величины:

- 1) «Коэффициент» — коэффициент пересчета из импульсов в миллисекунду в вольты.
- 2) «Сигнал\_без\_луча» — уровень сигнала при выключенном луче.

Вычисление значения сигнала производится так: число импульсов за интервал интегрирования делится на величину интервала в миллисекундах, умножается на «Коэффициент» и из полученной величины вычитается «Сигнал\_без\_луча».

Изменения калибровки ПНЧ отражаются только в результатах последующего измерения, данные полученные до изменения калибровки не изменяются.

В рамке «Развертка» сгруппированы элементы управления разверткой:

- «Шаг» — отображает текущую установку для минимального шага по шкале масс.
- «x» — отображает текущую установку для множителя шага по шкале масс и позволяет ее изменять.
- «=>» — отображает текущую установку для шага по шкале масс. Вычисляется как  $Шаг \cdot x$ .
- «Установить шаг» — позволяет изменить значение для «Шаг».
- Группа кнопок  — контролирует запуск/останов развертки. Операции при нажатии кнопки:

- Прыжок на нижнюю границу шкалы масс  — это либо  $M = 0$ , либо аппаратная граница контроллера эл. магнита (при правильной настройке шкалы масс эти величины практически совпадают).

- Развертка влево  (в сторону меньших масс) с указанным шагом. Если в момент нажатия множитель шага по шкале масс  $x = 0$ , то присваивается  $x = -1$ , если  $x > 0$  или развертка была остановлена, то присваивается  $x = -|x|$ , иначе шаг удваивается  $x = 2x$ . Повторными нажатиями этой кнопки можно ускорять развертку.

- Останов измерения  — измерение прекращается.
- Останов развертки  — развертка останавливается (множитель шага

Панель «Измерение»

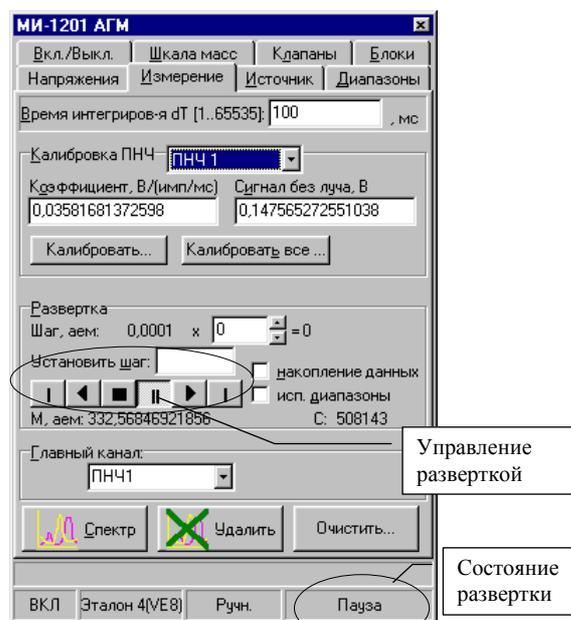


Рис. 3.6

по шкале масс устанавливается в ноль —  $x = 0$ ), а измерение продолжается.

- Развертка вправо  (в сторону больших масс) с указанным шагом. Если в момент нажатия множитель шага по шкале масс  $x = 0$ , то присваивается  $x = 1$ , если  $x < 0$  или развертка была остановлена, то присваивается  $x = |x|$ , иначе шаг удваивается  $x = 2x$ . Повторными нажатиями этой кнопки можно ускорять развертку.
- Прыжок на верхнюю границу шкалы масс  — это аппаратная граница контроллера эл. магнита.

**ВНИМАНИЕ!** независимо от установленной величины шага развертка выполняется с шагом не меньше 1 импульса контроллера эл. магнита.

Опции:

- «накопление данных» — переводит программу в режим аккумуляции данных измерения при повторном измерении в точке с весом, равным полному времени интегрирования.
- «исп. диапазоны» — переводит программу в режим развертки заданных диапазонов на шкале масс, см. панель «Диапазоны» ниже.

В рамке «Главный канал» можно указать канал измерения ионного тока, на котором будут проводиться одноканальные операции, например, нахождение центра пика и т.п. **В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ НЕ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ.**

Группа кнопок в нижней части панели выполняет следующие операции:

- «Спектр» — показывает на экране окно масс-спектра (ОМС).
- «Удалить» — убирает с экрана окно масс-спектра (ОМС).
- «Очистить...» — удаляет данные текущего измерения (безвозвратно).

### 3.7.3.8. Панель «Диапазоны»

Предназначена для управления диапазонами развертки шкалы масс для организации измерений только на нужных участках шкалы и устранения потерь времени на развертку пустых или несущественных участков, рис. 3.7.

В программе можно определить произвольное число диапазонов на шкале масс с индивидуальными параметрами (см. ниже).

Панель «Диапазоны» содержит:

- «Диапазоны:» — список диапазонов с возможностью переключать состояние активен/неактивен, состояние неактивен означает, что диапазон не участвует в развертке.
- «откл. автосохранение» — опция отключающая запись данных измерения в файл по окончании развертки диапазонов. Данные записываются в «файл данных последнего измерения», см. пункт 3.2.
- Кнопки изменения порядка развертки (см. рис. 3.7) — позволяют перемещать выбранный диапазон по списку вверх или вниз. Развертка ведется в порядке списка.

- Область редактирования (см. рис. 3.7) — позволяет создавать новые и редактировать существующие диапазоны. Для редактирования диапазон должен быть выбран в списке, при этом область редактирования заполняется соответствующими значениями:

- «Описание» — краткое описание;
- «Масса» — диапазон массовой шкалы, диапазон всегда преобразуется к виду  $M_{min} \div M_{max}$ , даже если ввели сначала большее, а потом меньшее значение;

- «Шаг по массе» — шаг по шкале масс при развертке, для развертки в направлении от большей к меньшей массе задайте отрицательный шаг;

- «Время инт.» — время интегрирования при развертке;

- Опции:

- «очистить диапазон» — удалить все данные в диапазоне масс перед разверткой;
- «использовать точки» — при развертке проверяется наличие данных для точки в диапазоне и если точка есть, то измерение для нее не проводится;
- «накопление» — включает режим аккумуляции данных, см. 3.7.3.7 «накопление данных».

Кнопки в нижней части панели позволяют:

- «Добавить» — создать новый диапазон с параметрами, указанными в области редактирования.
- «Изменить» — заменить параметры выбранного диапазона на указанные в области редактирования.
- «Удалить» — удалить выбранный диапазон (безвозвратно).

**ВНИМАНИЕ!** при задании диапазонов через интерфейс MathCAD (ИМ) все существующие диапазоны будут уничтожены.

### ПАНЕЛЬ «ДИАПАЗОНЫ»

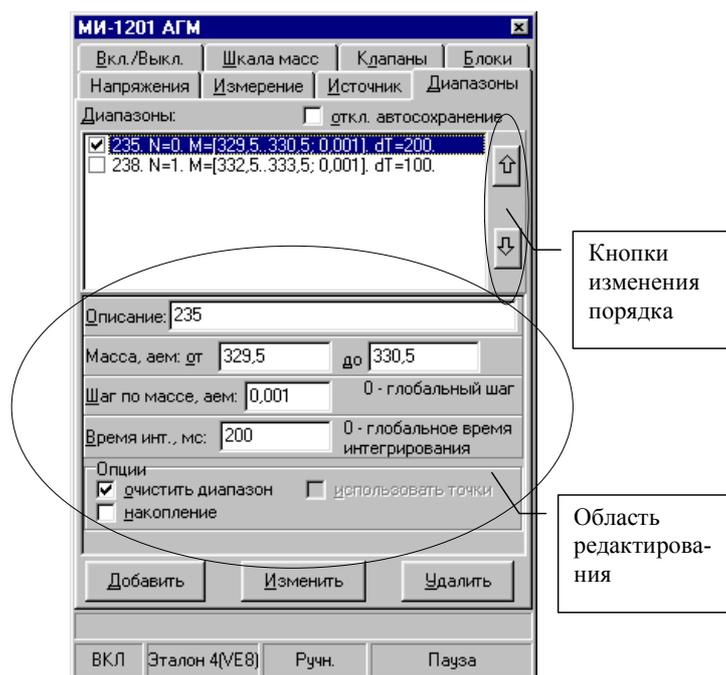
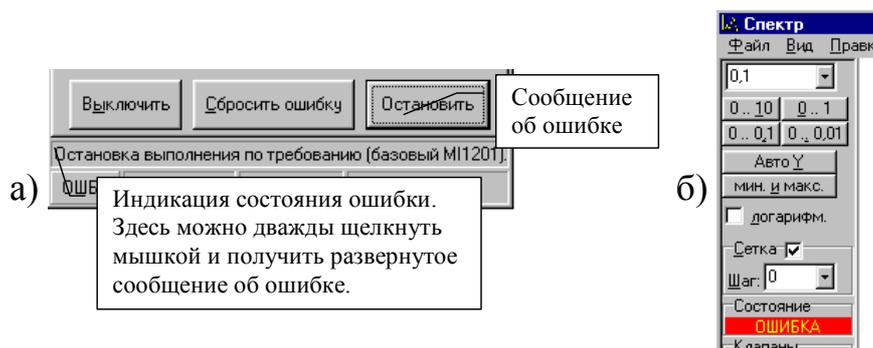


Рис. 3.7

## ИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ОШИБКИ



а) - индикация в главном окне; б) - индикация в ОМС.

Рис. 3.8

### 3.7.4. Обработка и получение информации об ошибках

В нормальных обстоятельствах программа не должна входить в состояние ошибки, исключением составляет ошибка возбуждаемая при нажатии кнопки «Остановить...».

При неполадках в работе прибора могут возникнуть состояния интерпретируемые программой как ошибка, в этом случае строка состояния ГО (первая панелька) меняет свой вид, рис. 3.8 и сравни с рис. 2.1.

Выше строки состояния появляется текст сообщение об ошибке, развернутое сообщение можно получить после двойного щелчка мышкой на «ОШБК».

Если состояние ошибки вызвано случайными обстоятельствами, то работу программы можно продолжить, нажав клавишу «Сбросить ошибку».

### 3.7.5. Окно масс-спектра (ОМС)

Окно масс-спектра (ОМС, рис. 3.9) предназначено для динамического отображения данных измерения и контроля процесса измерения в реальном времени.

Элементы управления, расположенные на ОМС частично дублируют ГО. Предназначение основных частей ОМС описано ниже.

#### 3.7.5.1. Главное меню

Обеспечивает доступ к управлению с клавиатуры к функциям продублированным на панелях ОМС, за исключением пункта «Настройка» и нескольких второстепенных операций. В пункте «Настройка» собраны операции конфигурирования клавиатуры; настройки формата отображения чисел; толщины линии, типа и цвета линий графиков.

#### 3.7.5.2. Левая панель

Содержит:

- «Состояние» — индикация состояния прибора и основные параметры измерения (« $dT$ » — время интегрирования и «ВЭУ» — напряжение на ВЭУ). «Состояние» может принимать 4 значения:
  - ВЫКЛЮЧЕН — прибор выключен операции измерения недоступны.
  - ВКЛЮЧЕН — прибор включен полностью и можно проводить измерения.
  - ВКЛ.(частично) — выключены некоторые блоки прибора (например, луч или высокое напряжение), сигнал (ионный ток) скорее всего отсутствует.
  - ОШИБКА — программа находится в состоянии ошибки.
- «Клапаны» — индикация состояния клапанов.
- «ВЭУ» — дублирует управление ВЭУ, см. пункт 3.7.3.4.
- «Время» — дублирует управление временем интегрирования сигнала, см. пункт 3.7.3.7.
- «Главный канал» — дублирует управление главным каналом, см. пункт 3.7.3.7.
- «Показать» — панель управления графиками управляет видимостью графиков данных измерения (1-я колонка); видимостью маркера сигнала (2-я

### ОСНОВНЫЕ ЧАСТИ ОМС

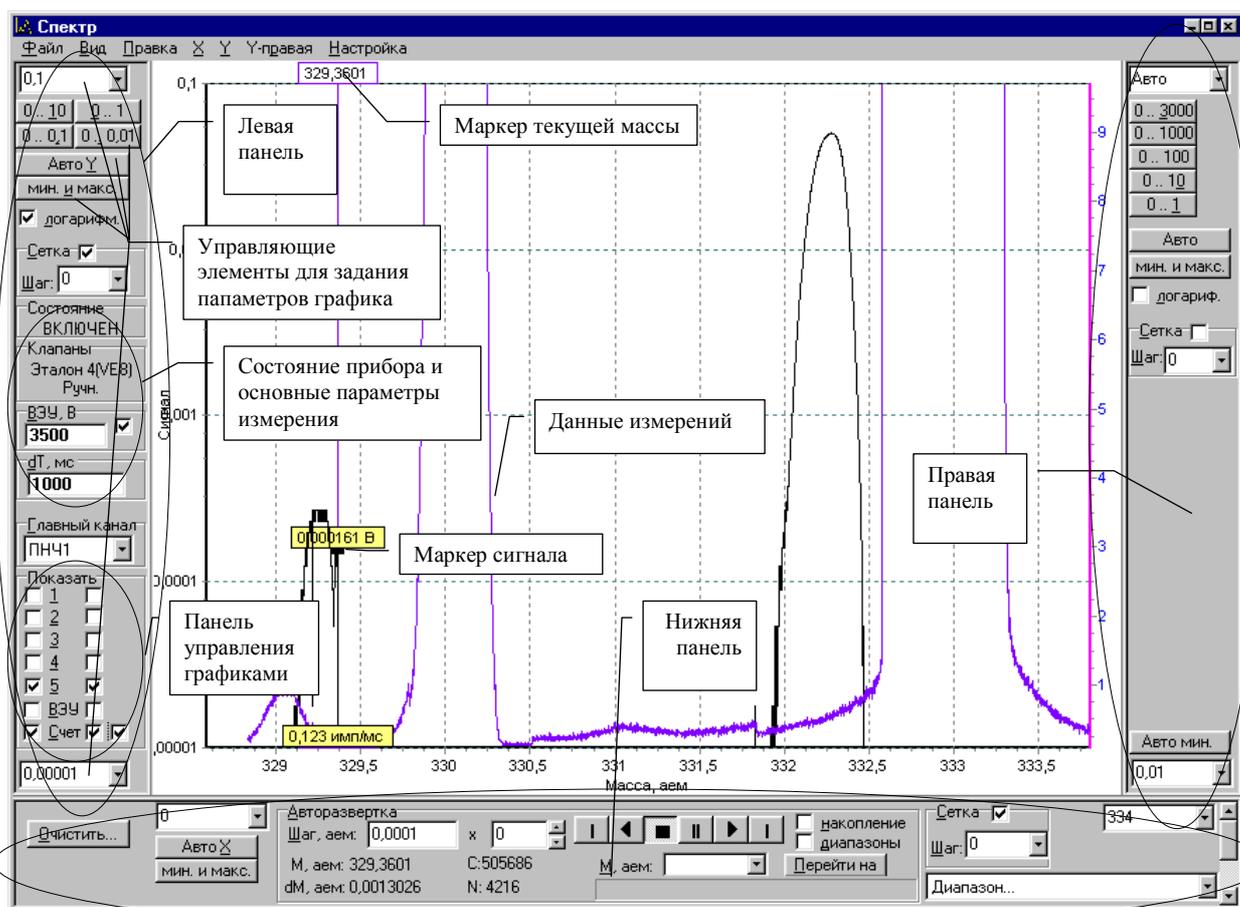


Рис. 3.9

колонка), соответствующего канала измерения. Третья колонка в последней строке включает для счетчика ионов правую ось. Правая ось применяется для одновременного просмотра данных для счетчика ионов и ПНЧ (масштаб величин этих данных сильно различается).

- Управляющие элементы для задания параметров отображения для левой вертикальной оси графика (самый верхний и самый нижний элемент на панели, см. рис. 3.9). Здесь можно ввести значение, выбрать значение из списка, где сохраняются ранее введенные числа, либо установить «Авто» — автоматический подбор границы. **ВНИМАНИЕ! Пределы могут графика могут не соответствовать значениям, указанным в управляющих элементах, это происходит в результате прокручивания поля графика мышкой и масштабирования части графика мышкой (см. пункт 3.7.6), или установки автоматического выбора пределов кнопкой «Авто Y».** При указании параметров графика с помощью управляющих элементов происходит установка параметров, но обратное согласование — при изменении параметра графика, отобразить изменение в управляющем элементе — не производится. Повторно установить указанное в управляющих элементах значение можно дважды щелкнув мышкой на «управляющем элементе для задания пределов».
  - Кнопки «0..10» ÷ «0..0,001» — задают фиксированные пределы левой вертикальной оси.
  - Кнопка «Авто Y» — устанавливает автоматический выбор обоих пределов для левой вертикальной оси.
  - Кнопка «мин. и макс.» — устанавливает оба предела для левой вертикальной оси равными указанным в «управляющих элементах для задания пределов».
  - «логариф.» — включает логарифмический масштаб отображения для левой вертикальной оси.
  - «Сетка» — включает и выключает видимость сетки для левой вертикальной оси и устанавливает шаг сетки.

### 3.7.5.3. Правая панель

Содержит только элементы управления правой осью координат графика.

Функции управляющих элементов аналогичны случаю левой панели, см. выше «Управляющие элементы для задания пределов отображения...».

Правая панель видна только в при наличии галочки в третьем квадратике нижней строки , панели «Показать». Правая ось применяется для одновременного просмотра данных для счетчика ионов и ПНЧ (масштаб величин этих данных сильно различается).

### 3.7.5.4. Нижняя панель

Содержит:

- Кнопка «Очистить...» — удаляет (безвозвратно) данные текущего измерения.
- Панель «Авторазвертка» — дублирует управление разверткой, см. пункт 3.7.3.7.
- Управляющие элементы для задания пределов отображения по нижней оси — смысл и работа с ними совпадают с аналогичными элементами левой панели, см. выше «Управляющие элементы для задания пределов отображения...». Отметим только:
  - Список «Диапазоны...» отображает установленные диапазоны и позволяет отображать их на нижней оси указанием в списке.

### 3.7.6. Операции по управлению графиком с помощью мышки

Доступны следующие операции:

- Прокрутка графика в окне — укажите любую точку на поле графика (**но не на осях**) нажмите правую кнопку мышки и, не отпуская кнопки мышки, перемещайте изображение в нужном направлении.
- Масштабирование части графика в окне — укажите **левую верхнюю** точку прямоугольной области которую вы хотите увеличить до размеров графика, нажмите левую кнопку мышки и, не отпуская кнопки мышки, тащите рамку (она появится на экране) до **правой нижней** границы. Отпустите кнопку мышки — указанная область будет увеличена до целого графика. **ВНИМАНИЕ!** порядок выбора «**левая верхняя**» - «**правая нижняя**» существенен, иначе не работает.
- Отмена масштабирования графика — укажите любую точку в области графика (**но не на осях**), нажмите левую кнопку мышки и, не отпуская кнопки мышки, тащите рамку (она появится на экране) **влево вниз**, отпустите кнопку мышки — будет восстановлен исходная область отображения. **ВНИМАНИЕ!** отмена масштабирования однократная и возвращает состояние до начала масштабирования и прокрутки мышкой.
- Установка **ВЕРХНЕГО** предела по вертикальным осям щелчком на оси — щелчок (исключение см. ниже, «Установка **НИЖНЕГО** предела...») на вертикальной оси устанавливает значение **ВЕРХНЕГО** предела равное значению на оси, где произведен щелчок.
- Установка **НИЖНЕГО** предела по вертикальным осям щелчком на оси — укажите мышкой на управляющий элемент для задания нижнего предела оси и щелкните на вертикальной оси установится значение **НИЖНЕГО** предела равное значению на оси, где произведен щелчок.

### 3.7.7. Перемещение по шкале масс с помощью мышки

Доступны два варианта:

- 1) Щелкните на индикаторе текущей массы, переместите мышку и щелкните на нужной массе.

- 2) Щелкните на нужной массе на нижней горизонтальной оси — текущая масса будет изменена.

Развертка не останавливается и продолжается с новой массы. Если включена развертка диапазонов (см. пункты 3.7.3.7, 3.7.3.8 и ), то переход на массу не будет работать до остановки развертки.

### 3.7.8. Перемещение по шкале масс с клавиатуры

Доступно через меню «Правка»:

- 1) Выбрать пункт «Переход на массу...», активизируется упр. элемент «Масса».
- 2) Указать нужную массу в упр. элементе «Масса» и нажать клавишу «Enter».

Управление «горячими клавишами»:

- 1) Прокрутите нижнюю панель ОМС по вертикали так, чтобы стала видна панель «Перемещение по шкале масс с помощью клавиатуры», рис. 3.10.
- 2) Снимите галочку «блок. клавиш»
- 3) Перейдите в окошко (рядом с соответствующей кнопкой) и нажмите нужную клавишную комбинацию. Повторите процесс для всех четырех кнопок.
- 4) Установите галочку «блок. клавиш».

Кнопка с короткой стрелкой — перемещение на 1 импульс. Кнопка с длинной стрелкой — перемещение на  $N$  импульсов.

### 3.7.9. Трассировка графика

Для начала трассировки:

- Выберите пункт «Трассировка» из меню «Вид». На графике появится новая панель «Трассировка точек» — панель трассировки (ПТ), рис. 3.11.
- Оттащите ПТ в сторону, если она мешает видеть нужную область графика, как перетаскивают обычное окно.
- Щелкните мышкой на интересующем вас графике — на графике появится перекрестье прицела, а на ПТ отобразятся: номер текущей точки и координата по горизонтальной и вертикальной осям.

#### УПРАВЛЕНИЕ МАССОЙ «ГОРЯЧИМИ КЛАВИЩАМИ»

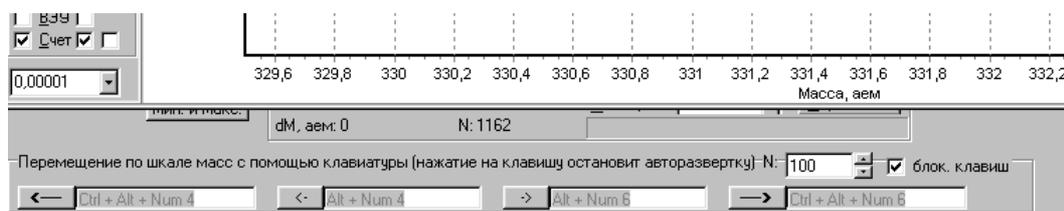


Рис. 3.10

## ТРАССИРОВКА

- Щелчок (двойной) на числовом значении координаты на ПТ копирует текст числа в буфер обмена.
- Перемещение по точкам доступно с помощью кнопок на ПТ или клавиатуры.
- Для установки горячих клавиш трассировки:

1) Снимите флажок «блокировка» — станут доступными два окошка в нижней части ПТ.

2) Перейдите в левое окошко и нажмите комбинацию клавиш «Ctrl», либо «Alt» либо «Shift» (вместе или хотя бы одну из них) и любую другую клавишу — далее эта комбинация будет аналогична нажатию кнопки «←» на ПТ.

3) Перейдите в правое окошко и нажмите комбинацию клавиш «Ctrl», либо «Alt» либо «Shift» (вместе или хотя бы одну из них) и любую другую клавишу — далее эта комбинация будет аналогична нажатию кнопки «→» на ПТ.

4) Установите флажок «блокировка» — два окошка в нижней части ПТ станут недоступными.

Теперь можно использовать заданные выше комбинации клавиш для быстрого перемещения прицела по точкам графика.

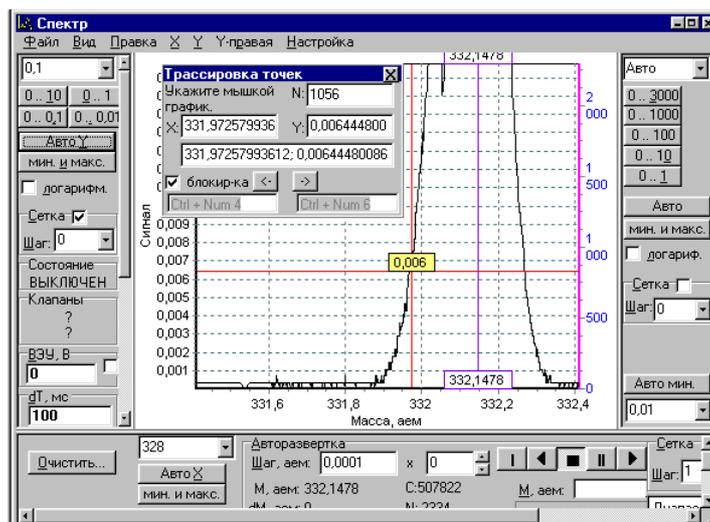


Рис. 3.11

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Программа ПУМС может применяться для масс-спектрометрических измерений на базе МИ-1201 АГМ.

Программа допускает многозадачную работу по управлению ОС семейства Windows, включая Windows NT.

Программа обеспечивает удобный визуальный интерфейс.

Программа позволяет гибко экспортировать данные в другие приложения: 1) в MathCAD — непосредственно через функции доступные на листе MathCAD, минуя файловый ввод/вывод; 2) в другие приложения — через текстовые файлы; 3) создавать картинки-спектры (формат WMF/EMF) — для вставки в тексты, как иллюстрации.

Программа может быть перенесена на другие приборы аналогичного класса и/или расширена дополнительными функциями.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Александров О.Е. Программный модуль управления масс-спектрометром МИ-1201 АГМ: Инструкция по эксплуатации. Екатеринбург: УГТУ, 2000. 59 с.
2. Драйвер Windows NT для МИ 1201-АГМ: Инструкция по эксплуатации. УГТУ, 2000.