

СГС-4

**Стабилизированный сцинтилляционный спектрометр гамма-излучения со
встроенным многоканальным накопителем мёссбауэровских спектров.**

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

**ЗАО «РИТВЕРЦ»
2012**

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ.....	2
НАЗНАЧЕНИЕ.....	3
УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	3
ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ.....	3
КОМПЛЕКТАЦИЯ.....	4
КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ.....	4
ОПИСАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ.....	5
ОПИСАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	6
Общие сведения.....	6
Функциональное назначение.....	7
Вызов и загрузка.....	7
Входные данные.....	7
Выполнение программы.....	7
Интерфейс пользователя.....	7
Операции с амплитудным спектром.....	9
Установка порогов дискриминации.....	9
Окно работы с мёссбауэровскими спектрами.....	10
Закрытие программы.....	11
РАБОТА С ПРИБОРОМ.....	11
Подготовка к работе.....	11
Порядок работы.....	12
МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ.....	14
ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.....	14
ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ.....	14
ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ.....	14

НАЗНАЧЕНИЕ

СГС-4 - стабилизированный сцинтилляционный спектрометр гамма-излучения с одноканальным дифференциальным амплитудным дискриминатором и встроенным накопителем мёссбауэровских спектров предназначен для регистрации рентгеновского и гамма-излучения в диапазоне энергий от 3 до 30 кэВ, а также накопления временных мёссбауэровских спектров.

Требуемые пороги дискриминации устанавливаются при помощи компьютера.

Синхронизация работы накопителя с движением мёссбауэровского вибратора осуществляется с помощью внешних тактовых сигналов «старт» и «канал».

Связь между спектрометром и компьютером осуществляется по каналу стандартного последовательного интерфейса RS-232.

Спектрометр может применяться в Мёссбауэровской спектроскопии, а также в смежных областях.

УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

- температура окружающей среды +15 – +35 °С
- относительная влажность, не более 80%
- атмосферное давление от 460 мм рт. ст. до 800 мм рт. ст.

ВНИМАНИЕ:

Запрещается эксплуатация спектрометра в рассеянных магнитных полях мощных силовых установок!

Максимальная плотность потока гамма-квантов не должна превышать величины $5 \cdot 10^7 \text{ см}^{-2}$.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Эффективность регистрации гамма-квантов, не менее

Для железа-57 (E = 14,4 кэВ)	75%
Для олова-119 (E = 23,8 кэВ)	85%
Мертвое время счетного канала, не более	0,65 мкс

Выход «Строб»:

Вид сигнала	+5В (стандартный логический TTL)
Сопrotивление нагрузки	50 Ом ¹

Выход «Спектр»:

Полярность сигнала	биполярный
Рабочая полуволна	положительная
Максимальная неискаженная амплитуда сигнала	+5В
Сопrotивление нагрузки, не менее	1кОм

Входы «Старт» и «Канал»:

Вид входного сигнала	стандартный логический TTL
Рабочий перепад	отрицательный

Накопитель:

Максимальное число каналов накопителя	1024
Емкость канала	2^{32}

Напряжение питания	+12В
--------------------	------

¹ При длине соединительного кабеля более 2 м необходимо обязательное подключение нагрузочного сопротивления 50 Ом на противоположном конце кабеля.

Потребляемая мощность, не более
Габаритные размеры
Масса, не более

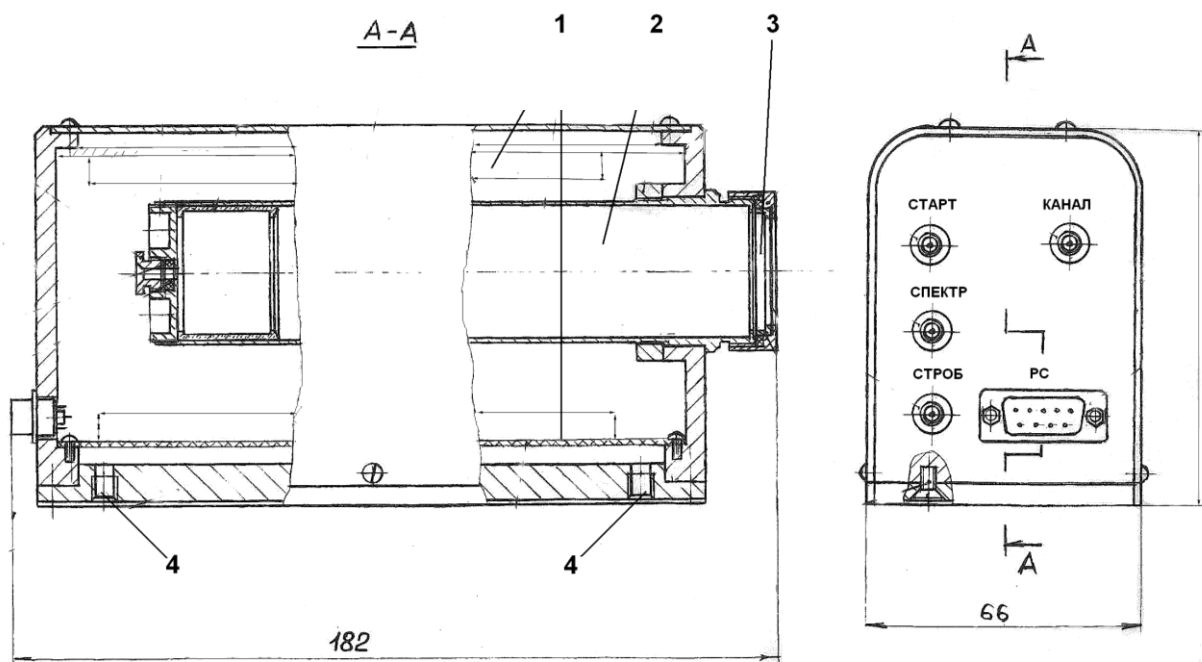
6 Вт
182 x 66 x 90мм
1000г

КОМПЛЕКТАЦИЯ

- СГС-4 1 шт.
- Кабель для подключения к регистрирующему устройству 1 шт.
- Кабель для подключения к системе движения 2 шт.
- Кабель для подключения к источнику питания и компьютеру 1 шт.
- Паспорт 1 шт.
- Техническое описание и инструкция по эксплуатации 1 шт.

КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Конструктивно спектрометр СГС-4 выполнен в малогабаритном металлическом корпусе (см. рисунок 1), внутри которого размещены электронные блоки (1), а также фотоэлектронный умножитель (2) и сцинтилляционный детектор NaI(Tl) (3). На основании прибора расположены крепежные отверстия (4).



- 1 - электронные блоки
- 2 - фотоэлектронный умножитель
- 3 - сцинтилляционный детектор NaI(Tl)
- 4 - крепежные отверстия

Рисунок 1. Конструкция спектрометра СГС-4

На задней стенке детекторного модуля расположены разъемы для внешних подключений:

- «СТРОБ» - выход дифференциального дискриминатора;
- «СПЕКТР» - выходной спектрометрический сигнал;
- «СТАРТ» - вход стартового сигнала от системы движения;
- «КАНАЛ» - вход канальных сигналов от системы движения;
- «РС» - разъем для подключения источника питания и связи с компьютером.

В спектрометре СГС-4 использован принцип регистрации, основанный на взаимодействии исследуемого гамма излучения с оптически активным веществом детектора (сцинтиллятором) и последующим детектировании возникающего света с помощью фотоэлектронного умножителя.

В качестве детектора в спектрометре использован сцинтилляционный кристалл NaI(Tl) толщиной 0,1...0,15мм.

Применение «тонкого» кристалла обеспечивает высокую эффективность регистрации гамма-квантов исследуемого диапазона энергий при низкой эффективности регистрации сопутствующего жесткого рентгеновского и гамма-излучения источника.

ОПИСАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ

Функциональная схема спектрометра СГС-4 изображена на рисунке 2.

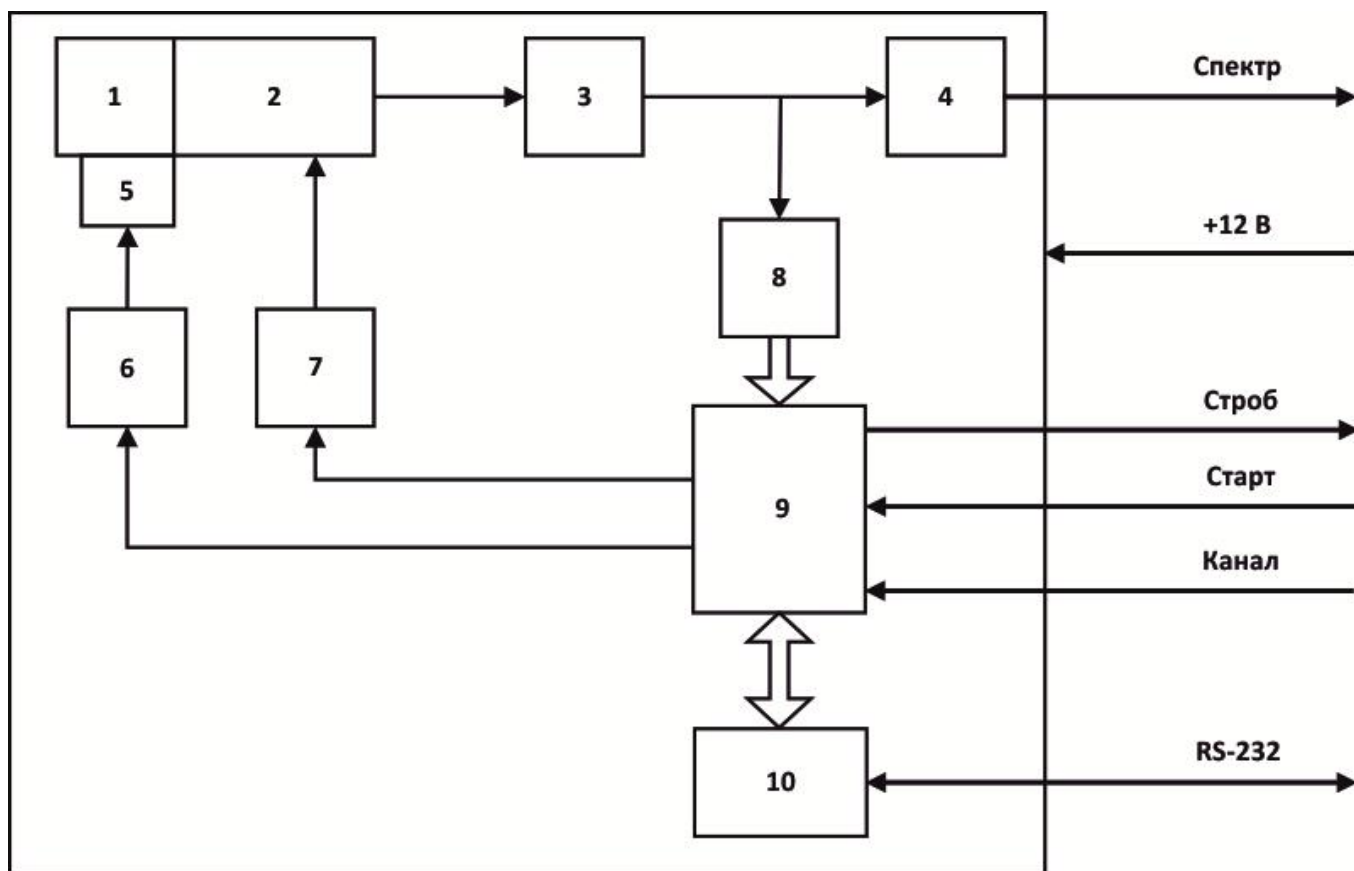


Рисунок 2. Функциональная схема спектрометра СГС-4.

- 1 – сцинтилляционный детектор NaI(Tl)
- 2 – фотоэлектронный умножитель
- 3 – предварительный усилитель
- 4 – спектрометрический усилитель
- 5 – светодиод

- 6 – генератор импульса светодиода
- 7 – высоковольтный преобразователь
- 8 – аналого-цифровой преобразователь (АЦП)
- 9 – устройство программируемой логики (FPGA)
- 10 – процессорный блок

При взаимодействии исследуемого гамма-излучения с рабочим объемом сцинтилляционного детектора (1) происходит образование фотонов света. Фотоэлектронный умножитель (2), оптически связанный с детектором, преобразует эти фотоны в импульс тока, который поступает на предварительный усилитель (3).

С выхода предварительного усилителя сигнал поступает на вход быстрого 12-ти разрядного АЦП (8), а также на вход спектрометрического усилителя (4) и с его выхода на выходной разъем «Спектр», предназначенный для осциллографического контроля сигналов.

Аналоговые сигналы с предварительного усилителя, оцифрованные быстрым параллельным АЦП, поступают на вход устройства программируемой логики (9), где происходит цифровое преобразование сигналов – компенсация постоянной составляющей, отбор событий по порогу срабатывания, измерение амплитуды сигналов путем цифрового интегрирования. Кроме того, устройство программируемой логики реализует алгоритм дифференциального амплитудного дискриминатора, выход которого поступает на выходной разъем «Строб».

В зависимости от режима работы спектрометра, в буферном ОЗУ, также организованном на базе устройства программируемой логики, происходит накопление амплитудных спектров или временных мёссбауэровских спектров, синхронизированных внешними тактовыми сигналами «старт» и «канал».

Управление различными режимами работы спектрометра, а также задание порогов дискриминации обеспечивает управляющий компьютер по каналу RS-232.

Весь спектрометрический тракт детекторного модуля, включая фотоэлектронный умножитель, охвачен системой стабилизации, которая обеспечивает высокую долговременную стабильность и воспроизводимость измерений. Эталонным репером системы стабилизации является импульсный источник света на основе высокостабильного светодиода (5), управляемый генератором светодиода (6). Собственные параметры светодиода остаются неизменными при воздействии дестабилизирующих факторов.

При изменении сигнала светодиода на выходе предварительного усилителя, система стабилизации осуществляет стабилизацию спектрометрического тракта, воздействуя на коэффициент усиления фотоэлектронного умножителя путем изменения выходного напряжения высоковольтного преобразователя (7).

Алгоритм цифровой стабилизации реализуется с помощью процессорного блока (10), который кроме того обеспечивает прием команд управления и передачу накопленной информации в виде амплитудных спектров или временных мёссбауэровских спектров в управляющий компьютер по каналу RS-232.

На основе анализа амплитудных спектров устанавливаются требуемые пороги дискриминации дифференциального амплитудного дискриминатора.

ОПИСАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Общие сведения

Программное обеспечение (ПО) предназначено для использования совместно со стабилизированным сцинтилляционным гамма-спектрометром со встроенным многоканальным накопителем мёссбауэровских спектров СГС-4.

ПО состоит из одного исполняемого модуля **SGS4.exe**.

Программа SGS4.exe представляет собой графическое 32-разрядное оконное приложение, работающее под управлением операционных систем семейства Windows, начиная с Windows XP.

Функциональное назначение.

Программа **SGS4.exe** выполняет следующие задачи:

- обеспечивает считывание спектрометрических данных из детекторного модуля в память компьютера в автоматическом режиме (в режиме временного анализа возможна передача спектрометрических данных по запросу);
- обеспечивает передачу установленных порогов дискриминации из компьютера в детекторный модуль;
- обеспечивает переключение из режима амплитудного анализа в режим временного анализа и обратно;
- предоставляет пользователю графический интерфейс для отображения амплитудных и временных мёссбауэровских спектров и работы с ними в экранном режиме;
- обеспечивает установку количества каналов мёссбауэровского спектра в зависимости от количества временных каналов системы движения.

Вызов и загрузка.

Процедура инсталляции программы не требуется.

Исполняемый модуль **SGS4.exe** может быть запущен с произвольного носителя или каталога.

Программа вызывается без аргументов командой **SGS4.exe** с помощью любых имеющихся в операционной системе средств или программ файловых менеджеров.

Входные данные.

При штатном использовании программы входными данными является поток байтов, принимаемый через канал RS-232.

Выполнение программы.

Загрузка программы производится открытием исполняемого файла **SGS4.exe**

Завершение работы программы производится нажатием кнопки «Закреть» системного меню или закрытием окна программы традиционным способом (Кнопкой «Крестик»). В чрезвычайных случаях допускается принудительное закрытие программы с помощью диспетчера задач.

Во время работы программы не допускается переустановка системной даты/времени, смена параметров рабочего стола.

Интерфейс пользователя.

Главное окно программы реализовано в виде окна работы с амплитудными спектрами (рис.3).

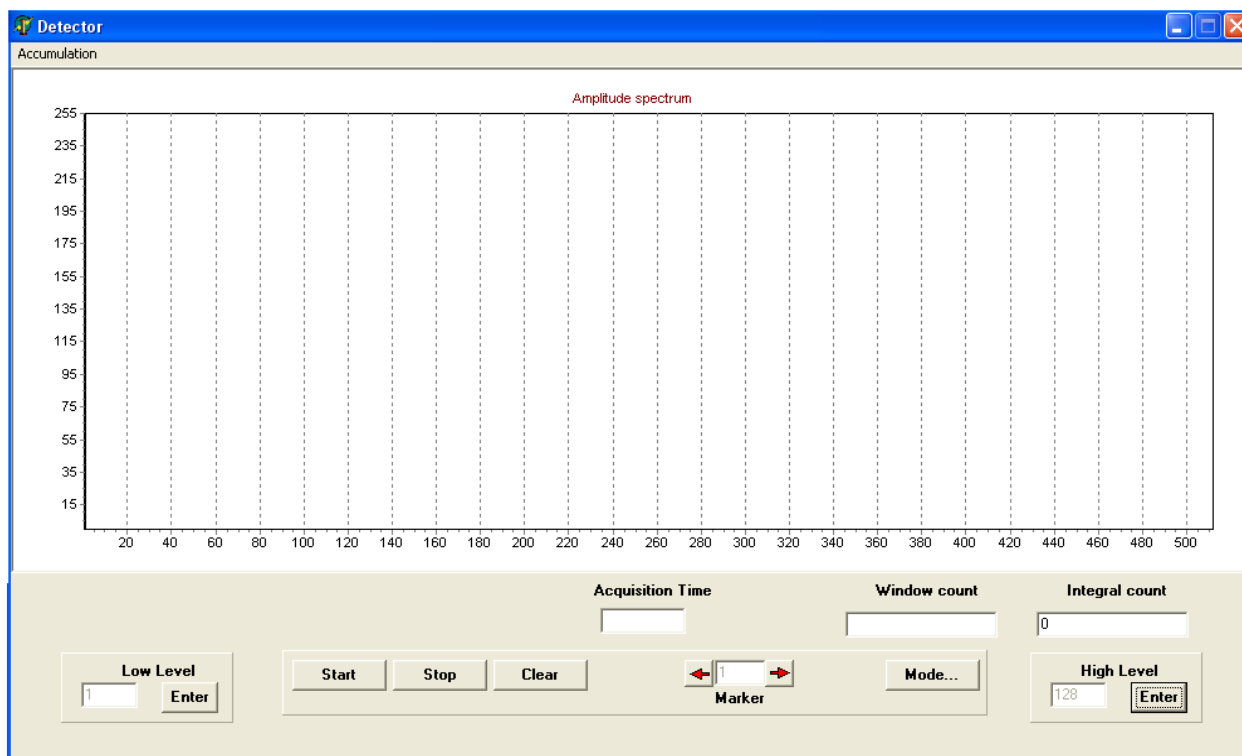


Рисунок 3. Главное окно программы.

Верхнюю часть окна занимает меню и графическое поле для отображения амплитудных спектров, в нижней – расположены элементы управления и индикации.

Панель « Low Level».

На этой панели расположен индикатор положения нижнего порога дифференциального амплитудного дискриминатора и кнопка ввода нового положения нижнего порога. Значение нижнего порога дискриминатора по умолчанию установлено на 1.

Панель « High Level».

На этой панели расположен индикатор положения верхнего порога дифференциального амплитудного дискриминатора и кнопка ввода нового положения верхнего порога. Значение верхнего порога дискриминатора по умолчанию установлено на 128.

Индикатор « Acquisition Time».

Отображает текущее время набора измеряемого спектра в секундах.

Индикатор «Marker».

Отображает текущее положение маркера. Кнопки справа и слева от индикатора позволяют перемещать маркер вправо или влево по шкале. Щелчок на кнопке с соответствующей стрелкой, перемещает маркер на один канал вправо или влево. Нажатие и удержание правой кнопки мыши на кнопке с соответствующей стрелкой, осуществляет быстрое перемещение маркера по шкале.

Индикатор «Window count».

Отображает интегральный счёт в окне дискриминации.

Индикатор «Integral count».

Отображает интегральный счёт по всему спектру источника.

Кнопка «Start».

При нажатии этой кнопки запускается набор спектра. Пока идет набор, окно спектра будет постоянно обновляться. Останов набора происходит по истечении заданного времени, или после нажатия кнопки «Stop».

Кнопка «Stop».

Кнопка принудительной остановки набора спектра.

Кнопка «Clear».

Производит очистку буфера и окна со спектром.

Кнопка «Mode...».

При нажатии этой кнопки на экране отображается окно диалога (Рисунок 4), позволяющее задать номер последовательного порта компьютера, используемого для подключения спектрометра, а также требуемое время набора в диапазоне от 1 до 1000 секунд.

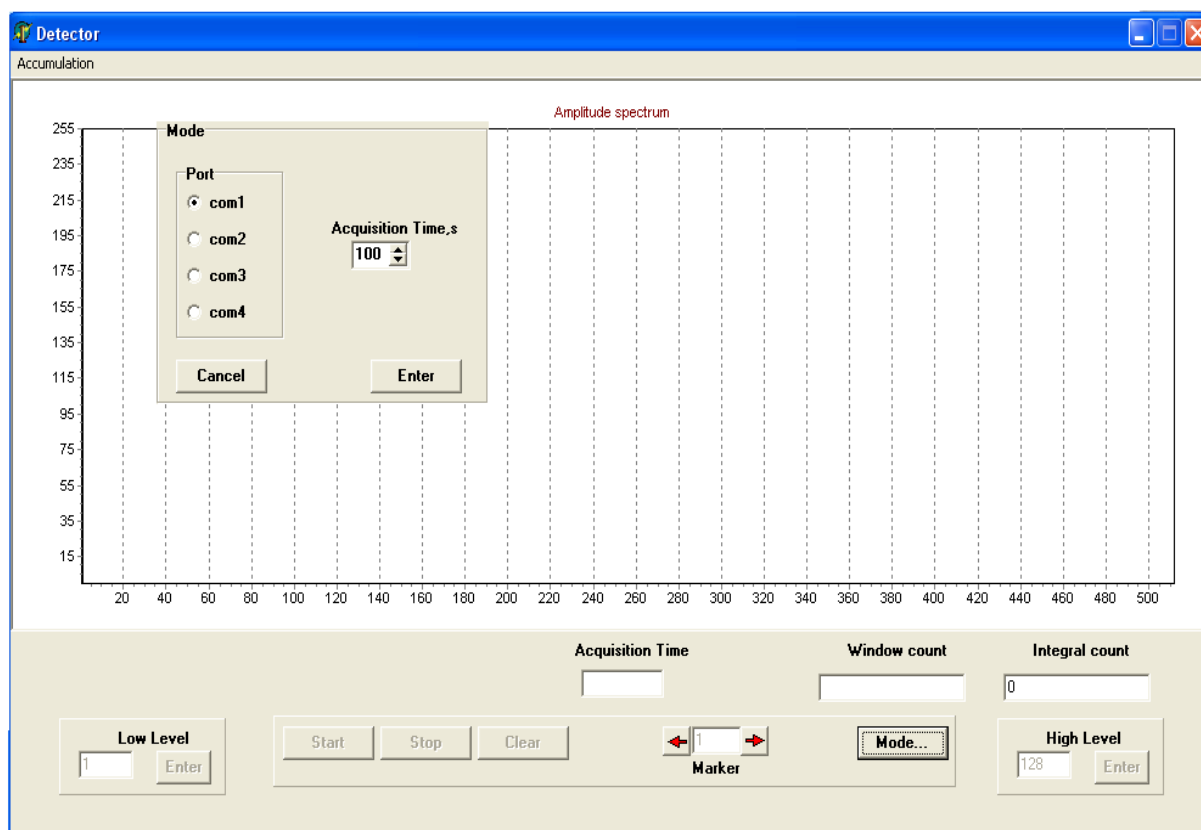


Рисунок 4. Диалог задания режима работы.

Операции с амплитудным спектром.

При нажатии литеры «U» на клавиатуре, происходит растяжка спектра по вертикали.

При нажатии литеры «A» на клавиатуре, спектр приводится в исходное состояние. Масштаб выбирается автоматически.

Установка порогов дискриминации.

Для установки требуемых порогов дискриминации необходимо установить маркер в соответствующем канале и нажать кнопку «Enter» на панели соответствующего порога. При этом индикатор положения порога укажет новое положение порога дискриминации. Спектр внутри окна дискриминации отображается на экране серым цветом, за пределами окна – чёрным.

Окно работы с мёссбауэровскими спектрами.

Переход к окну работы с мёссбауэровскими спектрами (Рисунок 5) производится путем выбора пункта меню «Accumulation».

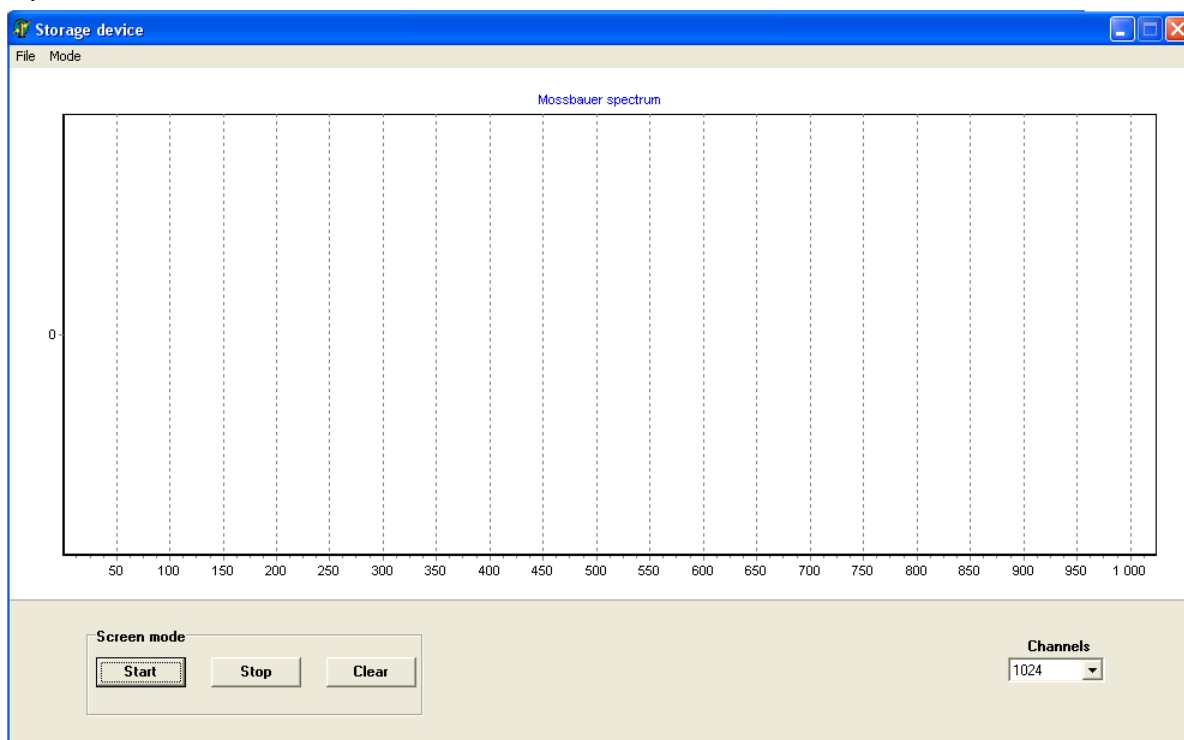


Рисунок 5. Окно работы с мёссбауэровскими спектрами.

Верхнюю часть окна занимает меню и графическое поле для отображения временных мёссбауэровских спектров, в нижней – расположены элементы управления и индикации.

Пункт меню «Mode».

Осуществляет переключение между экранным режимом работы с периодическим выводом информации на экран - «**Screen mode**» и автономным режимом – «**Autonomous**», при котором информация на экран выводится по запросу. Накопление мёссбауэровского спектра в автономном режиме происходит в два раза быстрее, поскольку не расходуется время на регулярную передачу данных из памяти в компьютер.

Пункт меню «File».

Открывает стандартный диалог сохранения накопленной информации в выбранном файле.

Спектр сохраняется в виде трех файлов формата txt. Первый файл содержит информацию по всем 1024 каналам накопления. Два других файла содержат информацию о накоплении спектра в первой и второй половинах спектра. Это удобно при измерении спектра на прямом и обратном ходах мёссбауэровского вибратора.

Кнопка «Start».

При нажатии этой кнопки запускается набор спектра. Если работа происходит в экранном режиме, то пока идет набор, окно спектра будет постоянно обновляться.

Кнопка «Stop»

Кнопка служит для остановки набора спектра. При работе в автономном режиме, при нажатии этой кнопки происходит автоматическое считывание данных спектра из памяти прибора в компьютер и вывод набранного спектра на экран. После остановки и считывания спектра в автономном режиме, возобновление набора спектра производится кнопкой «Start», при этом накопленные данные сохраняются.

Кнопка «Clear».

Производит очистку буфера и окна со спектром.

Индикатор «Channels».

Перед запуском набора необходимо с помощью этого индикатора установить количество каналов спектра, соответствующее количеству временных каналов системы движения.

Заккрытие программы.

Нажатие кнопки «Закреть» системного меню главного окна программы приводит к завершению работы программы и освобождению всех занимаемых ею системных ресурсов.

РАБОТА С ПРИБОРОМ.

Подготовка к работе.

С помощью прилагаемого комплекта кабелей подключить прибор к системе движения мёссбауэровского вибратора или, если внутренний накопитель не используется, к внешнему накопителю мёссбауэровских спектров, а также источнику питания и компьютеру согласно схеме (Рисунок 6).

Примечание: При использовании в составе мёссбауэровского спектрометра прибор предварительно должен быть установлен на аналитическую скамью.

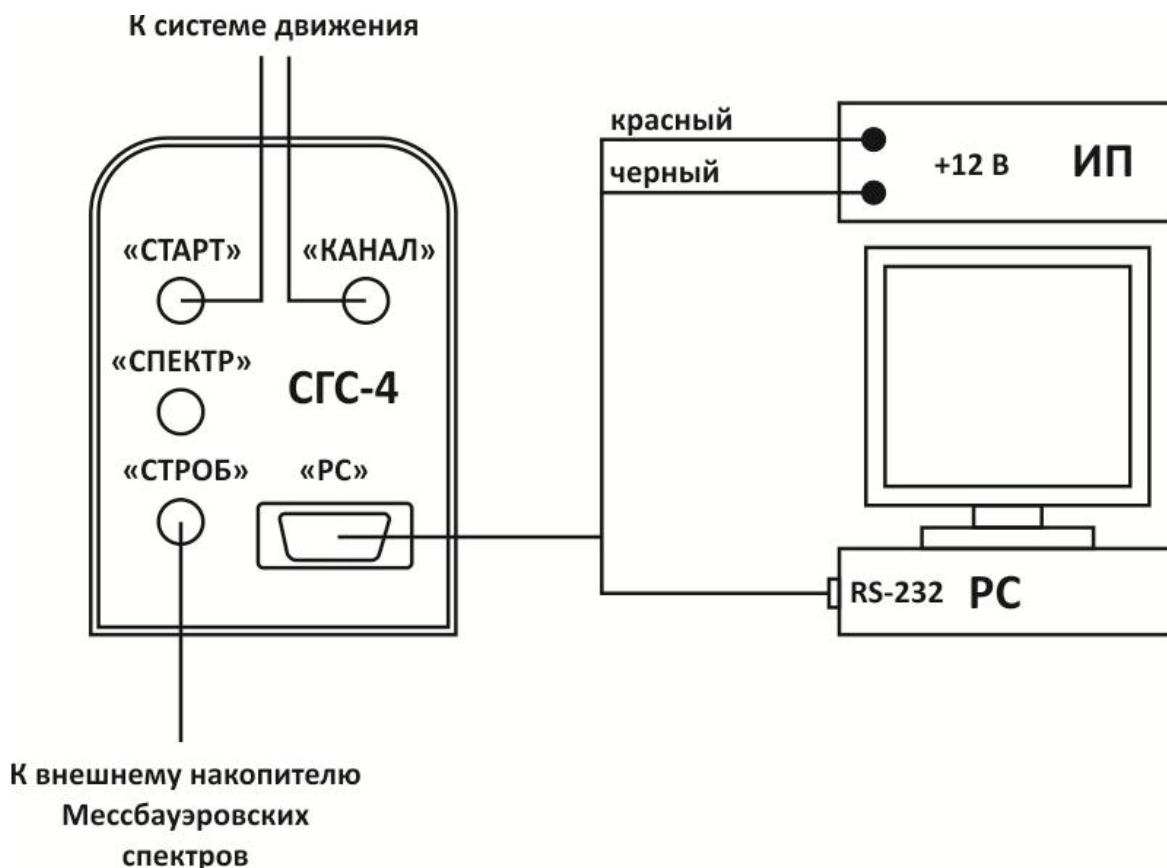


Рисунок 6. Схема подключения СГС-4

Порядок работы.

Подготовить спектрометр к работе по пункту «Подготовка к работе».

Включить источник питания.

Загрузить программу **SGS4.exe**

Щелчком на кнопке «**Mode...**» главного окна программы вызвать диалог задания режима работы.

Установить требуемое время набора и номер используемого COM-порта компьютера. В случае выбора неверного порта, программа выдаст сообщение об ошибке.

Щелчком на кнопке «**Start**» запустить набор измеряемого спектра. Образец набранного спектра приведен на Рисунке 7.

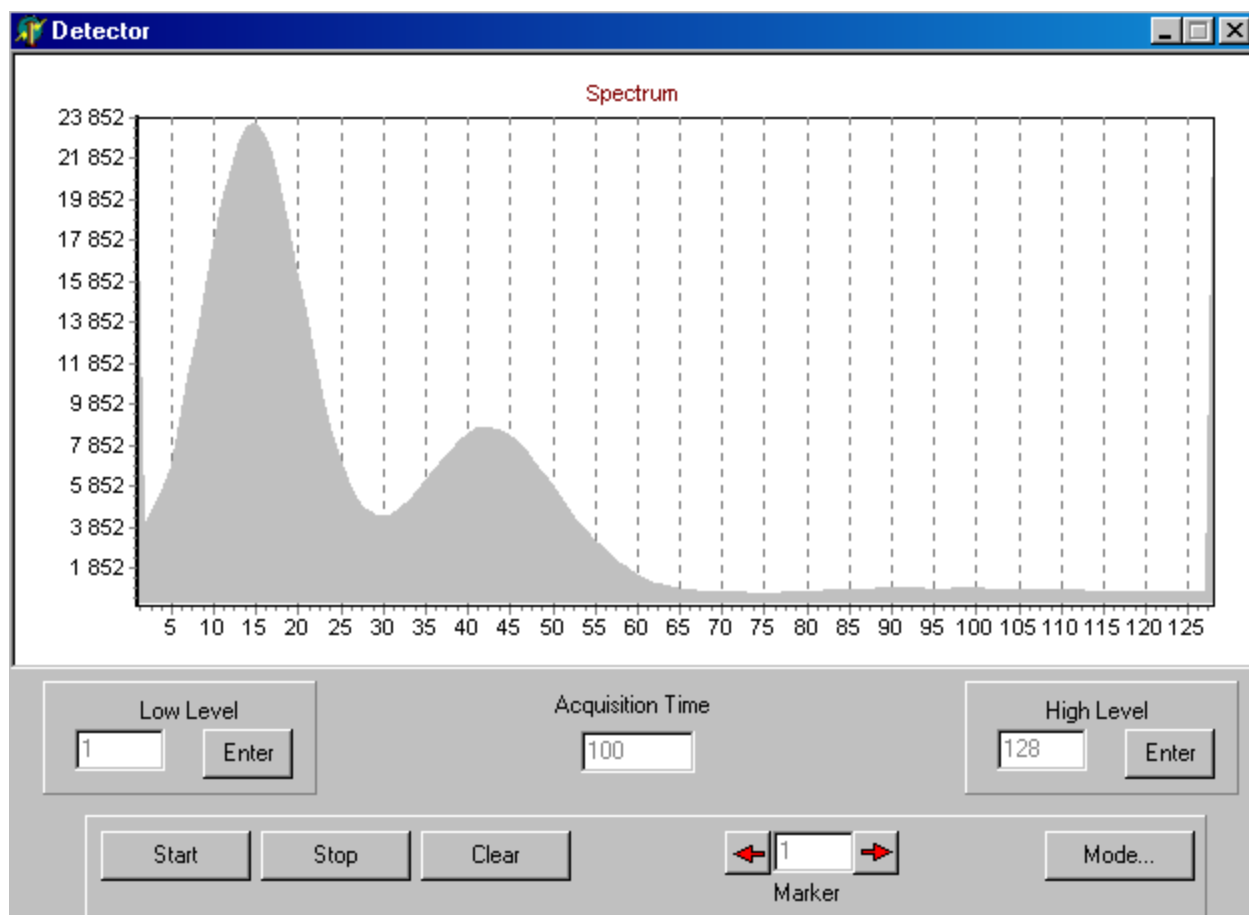


Рисунок 7. Спектр мёссбауэровского источника Кобальт-57

После окончания набора, используя кнопки управления маркером, установить требуемые пороги дискриминации.

Щелчком на кнопке «**Clear**» очистить окно спектра.

При повторном запуске набора спектр за пределами окна дискриминации будет изображен черным цветом (Рисунок 8).

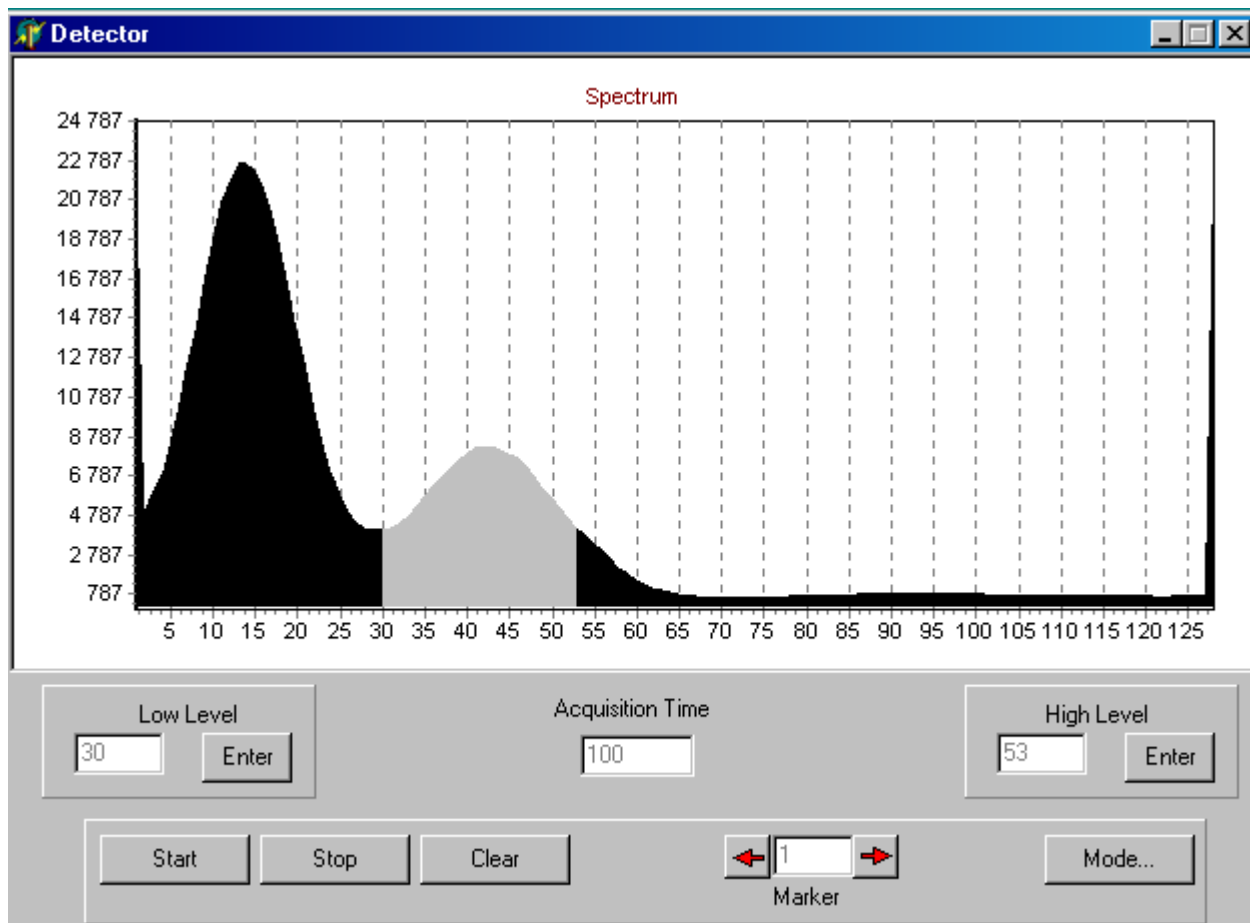


Рисунок 8. Спектр мёссбауэровского источника Кобальт-57 с установленными порогами дискриминации.

При использовании внешнего накопителя мёссбауэровских спектров после установки порогов дискриминации спектрометр СГС-4, при необходимости, может быть отключен от компьютера и работать автономно.

При использовании внутреннего накопителя необходимо с помощью пункта меню «**Accumulation**» перейти в окно работы с временными мёссбауэровскими спектрами.

С помощью пункта меню «**Mode**» выбрать экранный или автономный режим работы спектрометра.

С помощью индикатора «**Channels**» задать количество каналов набираемого спектра, соответствующее количеству временных каналов системы движения.

При необходимости, щелчком на кнопке «**Clear**» очистить окно спектра и далее щелчком на кнопке «**Start**» запустить набор. При работе в экранном режиме окно спектра будет периодически обновляться. При работе в автономном режиме на экране появится сообщение «**Accumulate in progress**». Образец набранного спектра приведен на Рисунке 9.

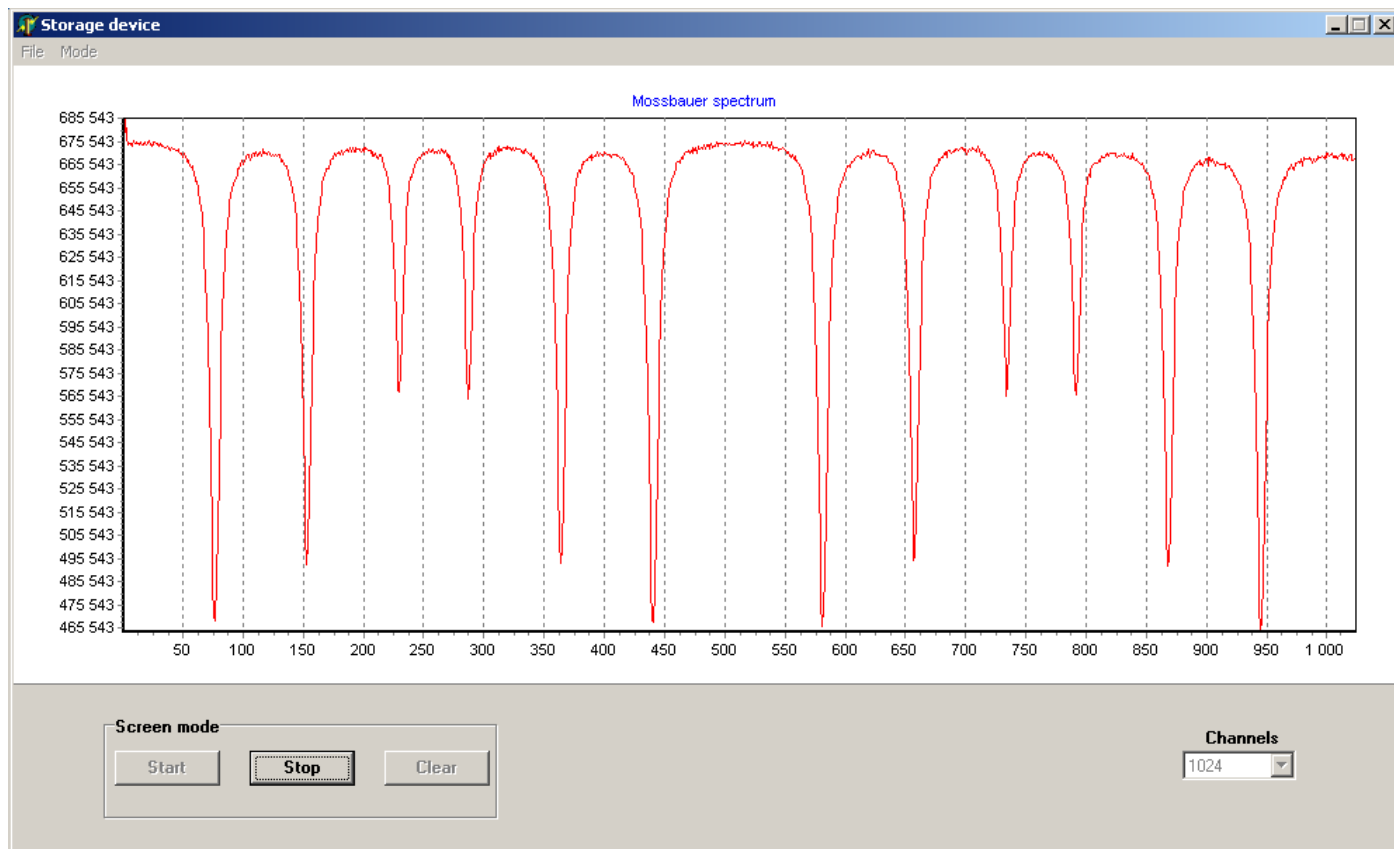


Рисунок 9. Мёссбауэровский спектр. (Правая и левая части отображают набор спектра для прямого и обратного хода доплеровского модулятора соответственно)

При работе в автономном режиме спектрометр СГС-4, при необходимости, может быть отключен от компьютера. При повторном подключении спектрометра к компьютеру и нажатии кнопки «Stop» произойдет перекачка накопленного спектра из встроенного накопителя во внутреннюю память компьютера.

Используя пункт меню «File» можно открыть стандартный диалог сохранения накопленной информации в выбранном файле для последующей обработки.

МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ.

Запрещается включать спектрометр со снятой крышкой, так как часть деталей может находиться под напряжением до 1000 В.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.

Стабилизированный сцинтилляционный спектрометр СГС-4 не требует технического обслуживания.

ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ.

Приборы, предназначенные для хранения, должны храниться в отапливаемых помещениях при температуре воздуха от +5 °С до +40 °С и относительной влажности не более 80% при температуре +25 °С и ниже без конденсации влаги.

ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ.

Прибор допускает транспортирование всеми видами транспорта, за исключением авиационного в негерметизированных отсеках, при условиях защиты от прямого воздействия атмосферных осадков и пыли. Транспортирование прибора производится в потребительской таре.