

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РОСАТОМ»
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ»**

**ЦИФРОВОЕ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО
ЦСУ -1К**

**Руководство по эксплуатации
УЛКА.412131.028 РЭ**

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Назначение изделия	3
2. Технические характеристики	4
3. Комплектность	5
4. Устройство и работа	6
5. Маркировка и упаковка	7
6. Подготовка к использованию	8
7. Использование ЦСУ-1К	19
8. Техническое обслуживание	22
9. Проверка технического состояния	22
10. Срок службы и гарантии изготовителя	25
11. Транспортирование и хранение	25
12. Свидетельство о приемке	26
13. Свидетельство об упаковывании	26
14. Сведения о рекламациях	26

Приложение1. Описание интерфейсной части ЦСУ-1К.

Настоящее руководство по эксплуатации, совмещенное с техническим описанием и паспортом, предназначено для изучения устройства и принципа действия цифрового спектрометрического устройства ЦСУ-1К, в объеме, обеспечивающем его правильную эксплуатацию и полное использование технических возможностей.

К работам по использованию и техническому обслуживанию ЦСУ-1К допускаются специалисты, изучившие настоящее руководство по эксплуатации и обученные представителем предприятия-изготовителя или уполномоченной им организацией с документальным подтверждением обучения.

1. НАЗНАЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЯ

Цифровое спектрометрическое устройство ЦСУ-1К предназначено для создания спектрометрического тракта ионизирующих излучений и служит для линейного преобразования выходного сигнала от блока детектирования ионизирующего излучения в цифровой код, накопления кода в виде амплитудного спектра с последующим считыванием спектра в персональный компьютер по универсальной последовательной шине (USB).

В зависимости от особенностей измерительной задачи ЦСУ-1К обеспечивает совместную работу с блоками детектирования ионизирующих излучений на основе полупроводниковых детекторов, а также сцинтилляторов, пропорциональных счетчиков и ионизационных камер.

Цифровое спектрометрическое устройство предназначено для эксплуатации в промышленных и лабораторных условиях. Рабочие условия применения соответствуют исполнению УХЛ категории 3.1 ГОСТ 15150-69.

Цифровое спектрометрическое устройство изготавливается в 2 исполнениях, отличающихся источниками питания блоков детектирования.

Согласно заказу поставляется одно из двух исполнений цифрового спектрометрического устройства.

Пример записи обозначения при заказе и в документации другого изделия, в котором ЦСУ-1К может быть применено:

Цифровое спектрометрическое устройство ЦСУ-Н-1К или ЦСУ-В-1К, где:

- ЦСУ – цифровое спектрометрическое устройство;
- Н – источник питания блока детектирования **НИЗКОВОЛЬТНЫЙ** (нерегулируемый выход $\pm 12\text{В}$, программно регулируемый выход источника тока ($0,2 \div 0,7 \text{ А}$) и программно регулируемый выход источника напряжения ($+50 \div +250 \text{ В}$);
- В – источник питания блока детектирования **ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ** (нерегулируемый выход $\pm 24\text{В}$ и программно регулируемый выход ($+400 \div +4000\text{В}$ либо $-400 \div -4000\text{В}$), источник тока отсутствует;
- 1К - номер разработки и индекс предприятия-разработчика.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1. Номинальные и действительные значения основной технической характеристики ЦСУ-1К приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование	Значение величины	
	Номинальное	Измеренное
Закон преобразования – линейный. Основная погрешность характеристики преобразования (интегральная нелинейность), %, не более	0,02	

- 2.2. Число каналов 8К, 4К, 2К, 1К, 0,5К.
- 2.3. Время нарастания функции отклика цифрового фильтра, мкс 0,5÷50 с шагом 0,1 мкс
- 2.4. Время установления рабочего режима, мин, не более 30
- 2.5. Время непрерывной работы, час, не менее 24
- 2.6. Параметры входных сигналов:
- полярность «+» или «-»
 - время нарастания, нс, не более 200
 - постоянная времени спада, мкс, не менее 5
- 2.7. Входное сопротивление, кОм 1±0,1
- 2.8. Временная нестабильность характеристики преобразования за 24 часа непрерывной работы, %, не более 0,02
- 2.9. Температурная нестабильность характеристики преобразования, %/°С, не более 0,01
- 2.10. Максимальная входная статистическая загрузка, с⁻¹, не менее 2 · 10⁵
- 2.11. Электропитание:
- с сетевым адаптером – переменный ток:
- напряжение, В 220±35
 - частота, Гц 50
- без сетевого адаптера - постоянный ток:
- напряжение, В плюс12
- 2.12. Потребляемая мощность:
- от сети переменного тока, ВА, не более 15
 - от источника постоянного тока, Вт, не более 10
- 2.13. Габаритные размеры, мм, не более 190×123×57
- 2.14. Масса, кг, не более 0,2
- 2.15. Программное обеспечение позволяет реализовать следующие функциональные возможности ЦСУ-1К:
- настройка параметров цифрового спектрометрического устройства;
 - настройка режимов питания блока детектирования;
 - накопление информации с экспозицией по времени и по заданному счету в интервале спектра;

- визуализацию графической и алфавитно-цифровой информации на экране монитора;
- калибровку по энергии;
- определение энергетического разрешения по моноэнергетическому пику;
- вывод спектров и результатов их обработки на экран монитора и в виде файлов на диск.

2.16. Для обеспечения работы ЦСУ-1К с программами сторонних производителей в комплект поставки включена библиотека API (DLL), позволяющая обращаться ко всем функциям управления устройством из программ, написанных на таких языках программирования, как VC++, VB, Delfi.

3. КОМПЛЕКТНОСТЬ

3.1. Комплект поставки ЦСУ-1К приведен в таблице 2.

Таблица 2

Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
УЛКА. 412131.028	Цифровое спектрометрическое устройство ЦСУ- - 1К	1	
УЛКА.566112.601	Источник электропитания АП-6121 (12 В, 1 А)	1	
УЛКА.685683.601	Кабель питания БД и передачи сигнала	1	Для ЦСУ-Н-1К
	Кабель связи с компьютером USB A–USB B	1	Длина 2 м
УЛКА.685683.602	Кабель питания БД	1	Для ЦСУ-В-1К
УЛКА.685683.603	Кабель сигнальный	1	Для ЦСУ-В-1К
УЛКА.685683.604	Кабель высоковольтный	1	Для ЦСУ-В-1К
	Программа «GammaMCA-8000»	1	Программа анализатора и справочные файлы программы анализатора на носителе данных
	Библиотека API (DLL)	1	
	Комплект эксплуатационных документов согласно ведомости УЛКА. 412131.028 ВЭ	1	
УЛКА. 412131.028ВЭ	Ведомость эксплуатационных документов	1	

4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА

Конструктивно цифровое спектрометрическое устройство ЦСУ-1К выполнено в цельнометаллическом корпусе, на торцевых панелях которого размещены выключатель питания со световым индикатором и электрические разъемы для подсоединения блока детектирования и управляющего компьютера. Внешний вид с габаритными и присоединительными размерами цифрового спектрометрического устройства представлен на рисунке 1.

Сердцем ЦСУ-1К является подсистема Цифрового Сигнального Процессора (ЦСП). В отличие от традиционных систем, в которых оцифровка сигнала выполняется в конце цепочки обработки сигнала, в ЦСУ сигнал с блока детектирования поступает на входной каскад спектрометрического устройства, представляющий собой маломощный высокоскоростной линейный усилитель с регулируемым коэффициентом усиления (4 фиксированных значения) и переключаемой постоянной времени входного «белящего» фильтра (2 фиксированных значения), а затем оцифровывается. При таком подходе количество входных аналоговых схем сокращается до минимума, обеспечивая повышение стабильности, точности и повторяемости результата.

Применение технологии ЦСП позволяет также улучшить общие параметры набора спектров. Традиционные аналоговые фильтры предоставляли весьма ограниченные возможности по формированию сигнала.

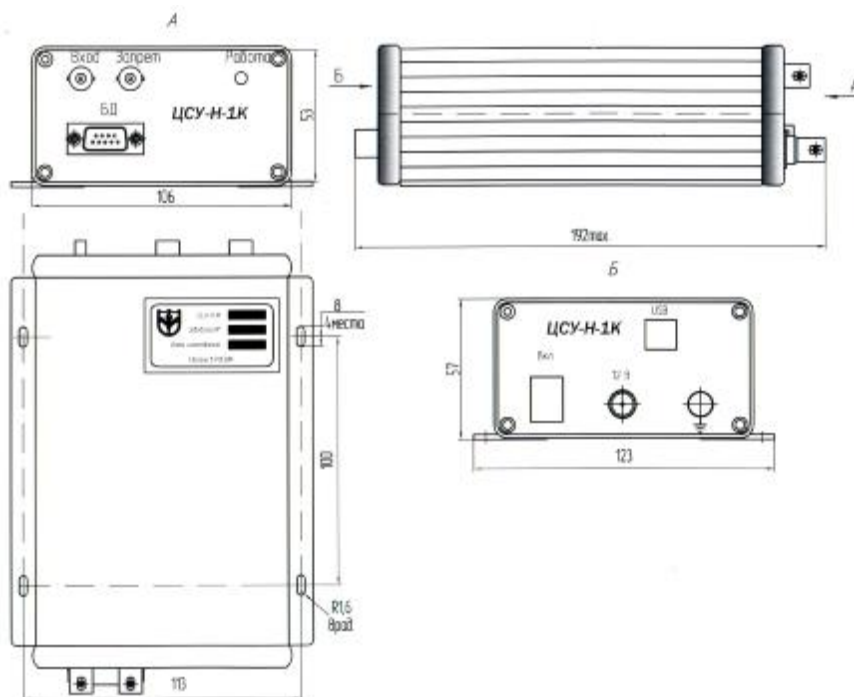


Рис. 1. Габаритно-присоединительный чертеж ЦСУ-1К.

ЦСП позволяет реализовать функции фильтрации и получить формы импульсов, невозможные для аналоговой схемотехники. Ставшая теперь доступной функция трапецидального фильтра обеспечивает снижение времени обработки, снижение чувствительности к неполному сбору заряда и повышение разрешения. За счет применения трапецидального фильтра импульсы обрабатываются быстрее и точнее, в результате чего улучшается разрешение спектра и повышается производительность.

Уникальная реализация ЦСП функции режектора наложенных импульсов позволяет увеличить пропускную способность анализатора путем регистрации частично-наложенных импульсов.

Поддерживаются два типа интерфейса с гальванической развязкой. Наиболее предпочтительным является использование универсальной последовательной шины (USB) обеспечивающей связь с компьютером на скорости 12 Мбит/с. Помимо этого, разветвитель USB обеспечивает возможность подключения нескольких приборов к одному компьютеру. Для поддержки порта USB на компьютере должна быть установлена операционная система “Windows 98”, “Windows Me”, “Windows 2000”, “Windows XP” или “Windows Vista”.

Помимо USB, связь с компьютером может осуществляться через стандартный последовательный порт RS-232 или RS-485 (выбор типа интерфейса осуществляется на этапе заказа анализатора). Из-за ограничений, налагаемых на скорость обмена последовательными портами, в ЦСУ-1К реализованы оптимизированные протоколы обмена с высокой степенью сжатия данных.

Для облегчения настройки параметров фильтра ЦСП (в том числе и компенсации “Pole Zero”) в программном обеспечении предусмотрен режим двухканального виртуального осциллографа, реализованного аппаратными средствами ЦСУ-1К с возможностью выбора виртуального источника сигнала для каждого канала. С его помощью оператор может наблюдать графическое представление оцифрованного сигнала, прошедшего через фильтр. Масштабирование и синхронизация осуществляются так же, как и в традиционном осциллографе. Кроме двух каналов «аналоговых» сигналов на экран осциллографа может выводиться 4 «цифровых» канала, что еще больше расширяет функциональные возможности цифрового осциллографа ЦСУ-1К.

Цифровой осциллограф восстанавливает выходной сигнал цифрового фильтра (в котором используется трапецеидальная взвешивающая функция) и обеспечивает его визуализацию. Форма импульса, наблюдаемая на цифровом осциллографе, похожа на форму импульса традиционного спектрометрического усилителя, наблюдаемого на аналоговом или цифровом осциллографе. Однако в цифровом осциллографе ЦСУ-1К имеются встроенная функция усреднения, обеспечивающие снижение шума для повышения достоверности формы сигнала. Благодаря этому существенно ускоряется и упрощается процесс настройки системы.

Кроме того, при построении сложных разветвленных измерительных комплексов остро стоит задача избавления от помех и наводок. Реализованный в ЦСУ-1К уникальный режим виртуального анализатора спектра значительно облегчает задачу обнаружения помех, влияющих на качество работы всего комплекса в целом.

5. МАРКИРОВКА И УПАКОВКА

5.1. Маркировочное обозначение ЦСУ-1К включает в себя:

- товарный знак ФГУП ИФТП;
- условное обозначение («Цифровое спектрометрическое устройство ЦСУ-Н-1К либо ЦСУ-В-1К»);
- серийный номер и год изготовления.

5.2. ЦСУ-1К упаковывается в тару в соответствии с конструкторской документацией.

6. ПОДГОТОВКА К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

6.1. Меры безопасности.

- 6.1.1. Перед началом работ обслуживающий персонал должен ознакомиться с настоящим руководством по эксплуатации.
- 6.1.2. Порядок допуска персонала к работам и организация работ должны соответствовать требованиям:
- «Основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности» ОСПОРБ-99;
 - «Норм радиационной безопасности» НРБ-99;
 - «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей»;
 - «Межотраслевых правил по охране труда (правил безопасности) при эксплуатации электроустановок ПОТ РМ-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00».
- 6.1.3. К эксплуатации ЦСУ-1К допускается персонал, имеющий опыт работы со спектрометрической аппаратурой и компьютером.
- 6.1.4. Электропитание ЦСУ-1К от сети переменного тока производить только через поставляемый совместно с ним сетевой адаптер.

6.2. Общие указания и требования.

- 6.2.1. Извлечь ЦСУ-1К и его комплектующие из упаковки, произвести их внешний осмотр, обращая внимание на отсутствие механических повреждений.
- 6.2.2. При первом подключении ЦСУ-1К к компьютеру необходимо произвести установку драйвера USB и программы GammaMCA-8000.
- 6.2.3. Для установки программы GammaMCA-8000 необходимо скопировать содержимое каталога с программой с поставляемого компакт-диска в выбранный каталог на компьютере.

В качестве микросхемы-преобразователя интерфейса в анализаторе Gamma-MK применен чип FT232BM компании FTDI. Компания FTDI бесплатно распространяет USB-драйверы, обеспечивающие создание пользовательского приложения для управления обменом данными между компьютером и USB-устройствами, использующими кристаллы FTDI. Для корректной работы программы GammaMCA-8000 необходима установка драйвера "D2XX". Если этот драйвер еще не установлен, следуйте приведенным ниже инструкциям по настройке драйвера USB:

- включить питание ЦСУ-1К;
 - подключить ЦСУ-1К к управляющему компьютеру, соединив порты USB с помощью кабеля. "Windows" обнаружит новое устройство и автоматически запросит дискету с драйвером USB.
 - установить драйвер USB, следуя инструкциям Мастера «Установка оборудования». Использовать установки по умолчанию, щелкая по кнопке «Далее».
 - выбрать опцию по умолчанию «Поиск наилучшего драйвера для данного устройства», щелкнув по кнопке «Далее».
 - пометить флажок рядом с полем « Задайте расположение » и ввести имя дисководов CD-ROM и имя каталога "D2XX" на этом диске.
 - для завершения установки драйвера USB нажать кнопку «Далее» и «Готово». Перезагружать систему не требуется.
- 6.2.4. Проверить установку соединения, для чего:
- подключить ЦСУ-1К к управляющему компьютеру, соединив порты USB с помощью кабеля;
 - включить питание устройства;
 - запустить программу GammaMCA-8000. При старте программы производится попытка автоматической установки связи с ЦСУ-1К. В случае

успешной установки связи зеленый «светодиод» в правом нижнем углу главного окна программы начинает «мигать».

Примечания: 1. При включении устройства *всегда* соблюдать последовательность, описанную выше.

6.2.5. Настроить источник тока термоэлектрического охладителя БД (для ЦСУ-Н-1К) и источник напряжения смещения детектора БД.

Включение и выключение источника высокого напряжения, а также установка величины напряжения осуществляется программно, с помощью компьютера, из среды GammaMCA-8000. При этом полярность и диапазон высокого напряжения зависит от типа источника питания, установленного в ЦСУ-1К.

Настройка параметров питания необходимо осуществлять до подключения блока детектирования к ЦСУ-1К.

Установка величины тока питания термоэлектрического охладителя БД также осуществляется программно.

Возможности по установке напряжений питания детектора зависят от установленного в ЦСУ-1К источника питания блока детектирования. При запуске программы GammaMCA-8000 происходит автоматическое определение типа модуля питания.

Для изменения параметров питания детектора необходимо вызвать диалог «Питание детектора» с помощью пункта меню «**Настройка ЦСУ / Параметры детектора**» (Рис. 2).

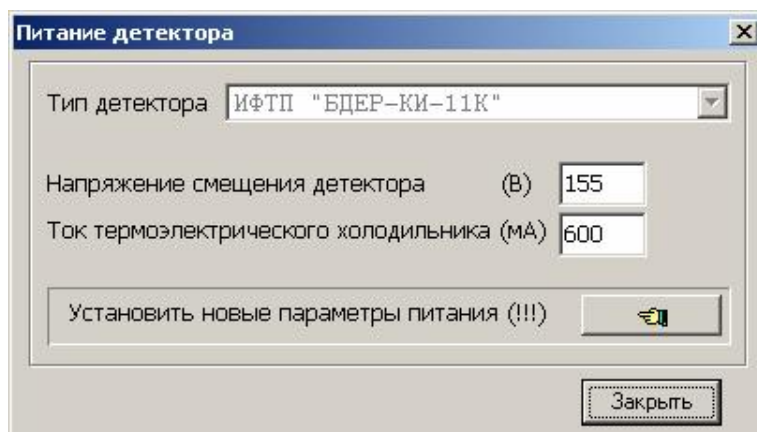




Рис. 2 . Панель настройки параметров питания детектора.

Для изменения параметров питания детектора установить новые значения высокого напряжения и/или тока полупроводникового охладителя (*только для модификации ЦСУ-Н-1К*). Изменения вступают в силу после нажатия кнопки «Установить новые параметры питания» 

Параметры питания детектора *запоминаются* в энергонезависимой памяти анализатора (*только для модификации ЦСУ-Н-1К*) и *устанавливаются автоматически* при каждой последующей подаче напряжения питания на анализатор.

Модификация ЦСУ-В-1К содержит высоковольтный модуль питания (до 4 кВ) и не содержит источника тока для термоэлектрического охладителя БД. Настройка величины высокого напряжения производится с помощью диалога «Питание детектора», а включение и выключение – с помощью кнопки «Высокое» на главном окне программы.

 Высокое=150.0

Установить требуемые (указанные в руководстве по эксплуатации на блок детектирования) значения тока питания термоэлектрического охладителя БД и напряжения смещения детектора БД.

После редактирования параметров источника питания **выключить** ЦСУ-1К. Присоединить разъем питания БД и разъем источника напряжения только при **выключенном** ЦСУ-1К.

ВНИМАНИЕ! Превышение допустимого значения напряжения и/или неверно выбранная полярность может привести к выходу детектора из строя.

6.2.6. Настроить входной каскад ЦСУ-1К, для чего включить питание устройства и запустить программу GammaMCA-8000.

Пункт меню «**Настройка ЦСУ / Панель управления ЦСУ**» вызывает диалоговое окно, в котором сосредоточены основные органы настройки входного каскада ЦСУ-1К и виртуального осциллографа.

Тонкая подстройка усиления, выбор полярности входного сигнала, настройка звена компенсации «Pole/Zero», блокировка импульса разряда детектора и прочие сервисные функции реализуются программно в микрокоде ЦСП.

На Рис. 3 представлена панель с основными органами настройки входной цепи ЦСУ-1К

Инверсия входного сигнала – установка флажка позволяет изменить полярность входного сигнала, если это необходимо для согласования с полярностью выходного сигнала блока детектирования.

Делитель (1/3) входного сигнала – включает аттенюатор 1:3 для входного каскада ЦСУ-1К.

Делитель (1/10) входного сигнала – включает дополнительный аттенюатор 1:10 для входного каскада устройства. Комбинация этих двух аттенюаторов дает четыре фиксированных значения коэффициента усиления входного каскада, что позволяет согласовать его с широким спектром блоков детектирования.

Максимальная чувствительность входного каскада составляет 17 мВ на всю шкалу входного АЦП и реализуется при выключении (снятии флажков) обоих аттенюаторов.

Короткая постоянная входной цепи – установка флажка примерно в три раза уменьшает постоянную входного «белящего» фильтра, что позволяет увеличить перегрузочную способность входного каскада при больших входных нагрузках.

Включить компенсацию “Pole Zero” – установка флажка включает в цепь обработки входного сигнала звено компенсации «Pole/Zero» для согласования входа ЦСУ-1К с предусилителем блока детектирования с резистивной обратной связью.

Задать параметр этого звена можно с помощью слайдера или вводом значения непосредственно в поле редактирования.

Блокировать импульс разряда детектора – Установка флажка включает блокировку (запирание входа фильтра) на время действия импульса разряда детектора (для блоков детектирования с импульсной обратной связью). Длительность импульса блокировки и порог срабатывания блокировки устанавливаются в соответствующих полях.

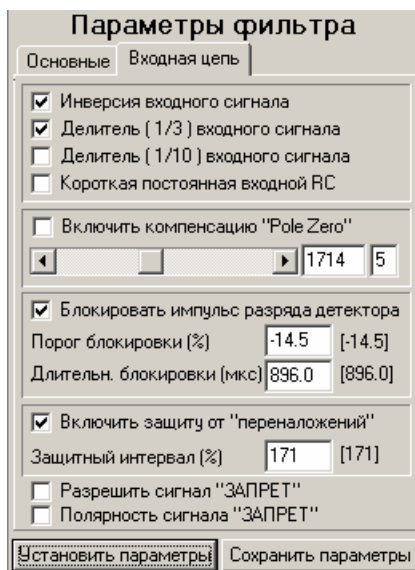


Рис. 3. Страница настройки параметров входного каскада анализатора.

Включить защиту от «переналожений» – Установка флажка позволяет включить защиту, сбрасывающую цепь обнаружения импульса в медленном канале ЦСП в том случае, когда длительность детектированного импульса превышает заданный защитный интервал. Это позволяет предотвратить «залипание» схемы обнаружения импульсов в том случае, когда сигнал с выхода цифрового фильтра по каким-то причинам не опускается ниже порогового значения.

100% длительности защитного интервала = $20 * T_{\text{фронта}}$ импульса в медленном канале.

Разрешить вход «ЗАПРЕТ» - установка флажка разрешает блокировку регистрации импульсов на время действия сигнала (TTL) на входе «ЗАПРЕТ» ЦСУ.

Полярность сигнала «ЗАПРЕТ» - выбор полярности сигнала. Установленный флажок означает выбор *инверсной* полярности, когда запрет осуществляется подачей уровня логического нуля.

6.2.7. Установить параметры ЦСП – фильтра, для чего открыть окно настройки параметров цифрового фильтра с помощью пункта меню «**Настройка ЦСУ / Панель управления ЦСУ**» (Рис.4).

Время нарастания - Определяет симметричные значения времени нарастания и спада временной характеристики цифрового фильтра. При формировании сигнала гауссовой формы степень фильтрации уровня шума пропорциональна времени нарастания. Можно устанавливать любое значение (с шагом 0.1 мкс) в пределах:

0.5..25 мкс для частоты опроса АЦП = 40 МГц;

0.5..50 мкс для частоты опроса АЦП = 20 МГц;

0.5..100 мкс для частоты опроса АЦП = 8 МГц.

Параметры фильтра

Основные | Входная цепь

Время нарастания (мкс) (Rise Time)	<input type="text" value="24.0"/>	[24.0]
Плоская вершина (мкс) (Flat Top Time)	<input type="text" value="0.0"/>	[0.0]
Усиление (вся шкала, мВ) (Full Scale Range)	<input type="text" value="14.9"/>	[14.9]
Порог шума медл. кан. (мВ) (SlowNoise TH)	<input type="text" value="0.211"/>	[0.211]
Порог шума быст. кан. (мВ) (FastNoise TH)	<input type="text" value="0.537"/>	[0.537]

Дискр. нижнего уровня ▼

Восст. базовой линии ▼

Режектор наложный ▼

Рис. 4. Страница настройки параметров цифрового фильтра.

Плоская вершина – Определяет ширину плоской вершины временной характеристики цифрового фильтра. Плоская вершина согласовывает фильтр с характеристиками сбора заряда детектора, что позволяет минимизировать эффекты баллистического дефицита. Можно устанавливать любое значение (с шагом 0,1 мкс) в пределах 0..12 мкс.

Усиление (вся шкала) – Определяет максимальную амплитуду входного импульса (в милливольтгах), попадающую в самый *правый* канал амплитудного спектра ЦСУ-1К. Фактически этот параметр определяет коэффициент усиления (программный) всего тракта ЦСП. Физический коэффициент усиления устанавливается с помощью делителей 1:3 и 1:10 входного каскада.

Порог шума медленного канала – Определяет порог дискриминатора нижнего уровня (в процентах от всей шкалы) в «медленном» канале цифрового фильтра. Установка этого параметра влияет на работу фильтра, только если установлен *ручной режим детектора шума*.

Порог шума быстрого канала – Определяет порог дискриминатора нижнего уровня (в процентах от всей шкалы) в «быстром» канале цифрового фильтра.

Режим детектора шума – Определяет режим работы детектора шума медленного канала. Предлагается выбор одного из четырех режимов:

- Ручной абсолютный – уровень дискриминатора «медленного» канала задается как абсолютное значение *порога шума медленного канала*.
- Ручной относительный – уровень дискриминатора «медленного» канала задается как значение *порога шума медленного канала* относительно текущего уровня базовой линии.
- автоматический абсолютный – уровень дискриминатора «медленного» канала определяется автоматически по уровню текущего шума.
- автоматический относительный – уровень дискриминатора «медленного» канала определяется автоматически по уровню текущего шума относительно текущего уровня базовой линии.

Восстановление базовой линии – Определяет режим работы восстановителя постоянной составляющей (ВПС). В режиме АВТО ВПС автоматически оптимизируется как функция времени формирования трапецеидального импульса и скорости счета. В режимах БЫСТРЫЙ, СРЕДНИЙ и МЕДЛЕННЫЙ ВПС устанавливается на выбранную фиксированную скорость.

Режектор наложений – Определяет режим работы режектора наложенных импульсов:

- Выключен – отключает режектор наложений.
- Режим 1 – самый простой режим работы детектора наложений основанный на временной селекции импульсов с выхода «медленного» канала по их длительности. Информация из «быстрого» канала данным режиме не учитывается.
- Режим 2 – режим работы детектора наложений основанный на информации выхода «медленного» и «быстрого» каналов. Все (даже частично наложенные) импульсы режектируются.
- Режим 3 – самый «продвинутый» режим работы детектора наложений, позволяющий производить обработку «частично наложенных» импульсов. Данный режим работы режектора наложений позволяет увеличить пропускную способность ЦСУ-1К по сравнению с традиционной схемой построения режектора.

Новые параметры цифрового фильтра передаются на анализатор нажатием кнопки на панели *параметры фильтра*

Записать параметры цифрового фильтра в энергонезависимую память ЦСУ можно нажатием кнопки

6.2.8. Настроить компенсацию «Pole/Zero» с помощью цифрового осциллографа, для чего:

6.2.8.1. Вызвать панель управления и графический экран осциллографа (Рис. 5 и рис. 6) с помощью меню «**Настройка ЦСУ / Панель управления ЦСУ**».

Примечание: Во время набора спектра вызов окна «панель управления ЦСУ» невозможен.

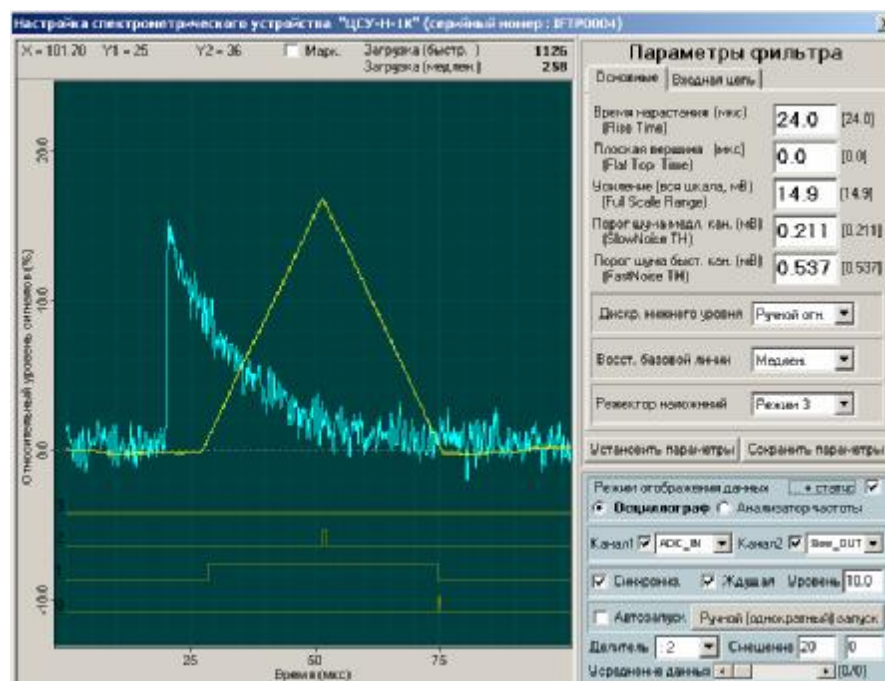


Рис. 5. Окно цифрового осциллографа.

Панель управления цифрового осциллографа и спектроанализатора представлена на рисунке 6, где:

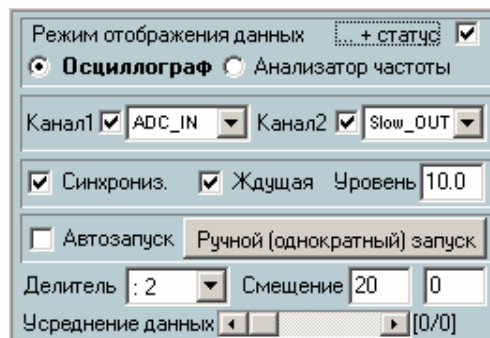


Рис. 6. Панель управления цифрового осциллографа.

Режим отображения данных – Позволяет переключать режим отображения данных с режима цифрового осциллографа в режим анализатора спектра.

Статус – Установка этого флажка включает режим отображения 4-х дополнительных «цифровых» каналов.

- Статусный канал «0» - логический сигнал записи амплитуды импульса в спектр анализатора.
- Статусный канал «1» - логический сигнал превышения импульсом с выхода «медленного» канала шумового порога.
- Статусный канал «2» - логический сигнал превышения импульсом с выхода «быстрого» канала шумового порога.
- Статусный канал «3» - логический сигнал блокировки импульса разряда детектора.

Канал 1 (2) – Выбор источника сигнала для первого и второго канала осциллографа из следующего списка:

- ADC IN – Сигнал непосредственно с выхода входного усилителя анализатора Gamma-МК.
- Filter IN – Сигнал на входе цифрового фильтра после прохождения звена компенсации «Pole/Zero».
- Slow OUT – Сигнал с выхода «медленного» канала цифрового фильтра.
- Fast OUT – Сигнал с выхода «быстрого» канала цифрового фильтра.

Синхронизация – Как и в обычном осциллографе, включает синхронизацию отображения данных – привязку синхронизирующего события к определенному месту на временной шкале осциллографа.

Примечание: Только Канал 1 осциллографа может выступать источником данных для синхронизации.

Ждущая (синхронизация) – Включает режим ждущей синхронизации. При включении этого режима «развертка» осциллографа не запускается, пока не наступит синхронизирующее событие.

Уровень (синхронизации) – Задаёт порог для «компаратора», вырабатывающего «синхроимпульс». Порог задается в процентах от полной шкалы сигнала (в канале 1 осциллографа). Порог может принимать как положительное, так и отрицательное

значение. Например для настройки блокировки импульса разряда детектора (имеющего отрицательную полярность) нужно установить порог на уровне примерно -10 и включить флажок *ждущая*.

Автозапуск – Включает режим автоматического периодического запуска развертки осциллографа. Если этот флажок снят, то становится доступной кнопка ручного однократного запуска развертки.

Ждущая (синхронизация) – Включает режим ждущей синхронизации. При включении этого режима «развертка» осциллографа не запускается, пока не наступит синхронизирующее событие.

Делитель – Устанавливает коэффициент деления для масштабирования данных по горизонтали.

Смещение – Смещение позиции синхронизации по оси времени (по горизонтали). Задается в процентах от всей шкалы времени.

Усреднение данных – с помощью этого слайдера можно установить коэффициент усреднения данных для уменьшения влияния шумов и помех на отображение данных.

Примечание: Изменение масштаба графического окна осциллографа по вертикали и горизонтали производится при помощи курсора мыши при нажатии и удержании левой (масштабирование) или правой (сдвиг) кнопки мыши.

6.2.8.2. Расположить радиоактивный источник ^{55}Fe перед входным окном блока детектирования таким образом, чтобы скорость счета на входе ЦСУ-1К составляла от 40 до 20000 имп/с. Скорость счета можно проверить в поле «загрузка» на главном окне программы GammaMCA-8000.

Примечание: Несмотря на то, что в этой процедуре можно использовать любой радиоактивный источник, наиболее точная настройка достигается при использовании источников с малым количеством пиков, типа ^{55}Fe , ^{57}Co , ^{137}Cs или ^{60}Co .

Установить коэффициент усиления системы таким, чтобы относительный уровень сигналов составлял от 75% до 95% шкалы осциллографа.

6.2.8.3. Установить в качестве источников каналов осциллографа ADC_IN (первый канал) и Slow_OUT (второй канал). Настроить уровень синхронизации и масштаб изображения, чтобы получить «неподвижное» изображение импульсов на экране осциллографа.

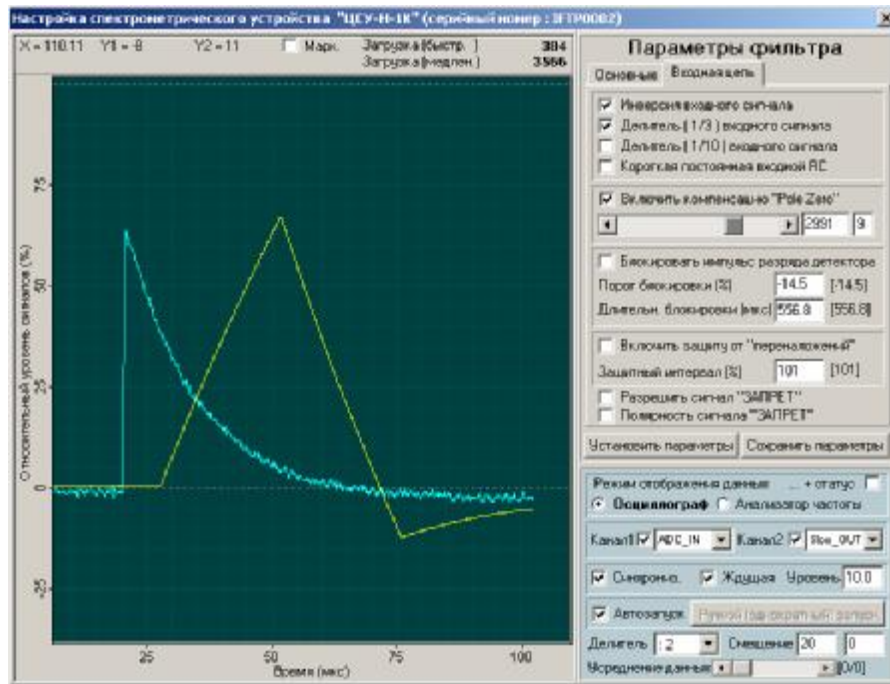


Рис. 7. Недокомпенсация «Pole/Zero».

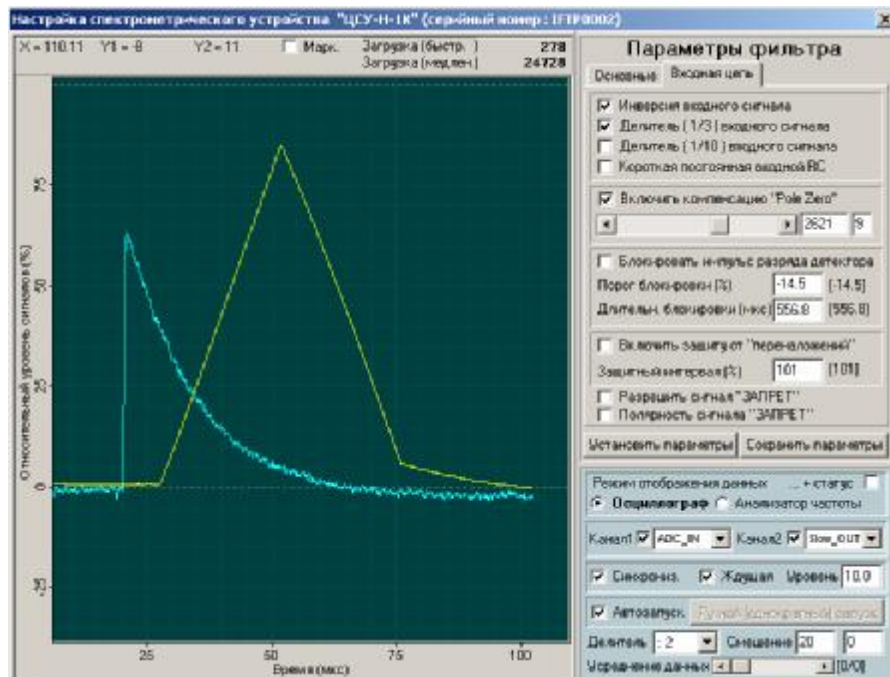


Рис. 8. Перекомпенсация «Pole/Zero».

6.2.8.4. Перетаскивая ползунок слайдера «Pole/Zero» указателем мыши, добиться полной компенсации, как показано на рисунке 9. Для более детального представления интересующей области настройте масштаб графического окна осциллографа по вертикали.

6.2.8.5. После завершения настройки заменить калибровочный источник измеряемым образцом и восстановить требуемый коэффициент усиления.

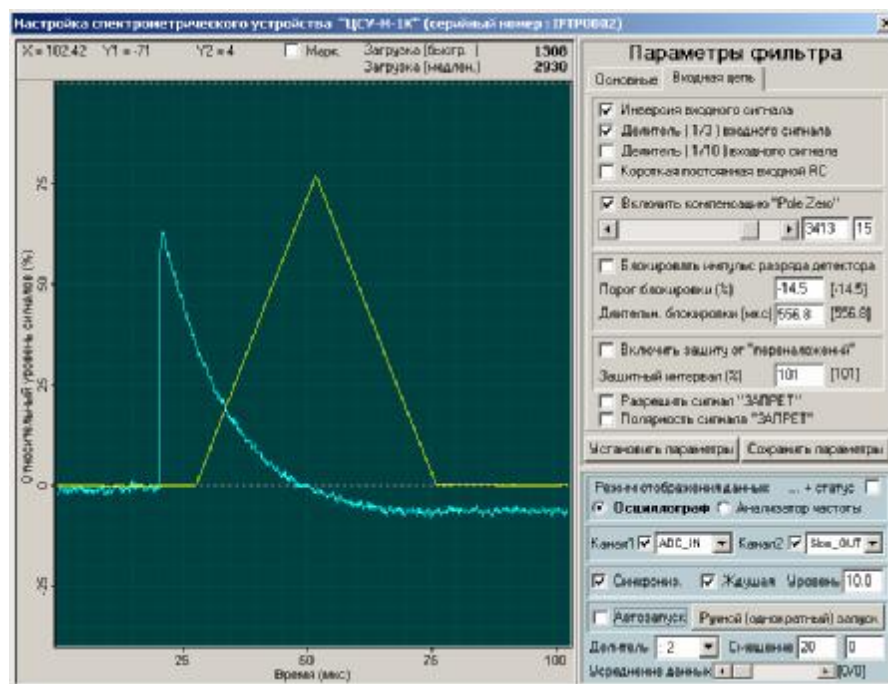


Рисунок 9. Настроенный компенсатор «Pole/Zero».

6.2.9. Настроить блокировку импульса разряда блока детектирования с помощью цифрового осциллографа. Настройка уровня и длительности блокировки импульса разряда необходима, если в системе используется блок детектирования с импульсной обратной связью.

6.2.9.1. Выполнить указания по пп. 6.2.8.1 - 6.2.8.3.

6.2.9.2. Установить органы управления осциллографом в положение, указанное на рис. 10. Обратите особое внимание на «уровень» синхронизации. Он должен быть отрицательным. Обязательно установите флажки «Синхронизация» и «Ждущая». Для визуализации интервала блокировки установите флажок «статус». Цифровой статусный канал «3» на экране осциллографа отображает импульс блокировки.

6.2.9.3. Снять флажок «Автозапуск» и нажать кнопку «Ручной (однократный) запуск». В результате на экране осциллографа должны отобразиться данные, аналогичные приведенным на рис.13.

6.2.9.4. Изменяя «Порог блокировки» и/или «Длительность блокировки» добиться ситуации, когда импульс блокировки (статусный канал «3») по длительности немного превосходил длительность импульса разряда детектора. Для обновления экрана осциллографа при отключенном автозапуске используйте кнопку «Ручной (однократный) запуск».

Примечание: Новые значения параметров вступают в силу только после нажатия кнопки «Установить параметры».

6.2.9.5. Для включения режима блокировки установить флажок «Блокировать импульс разряда детектора»

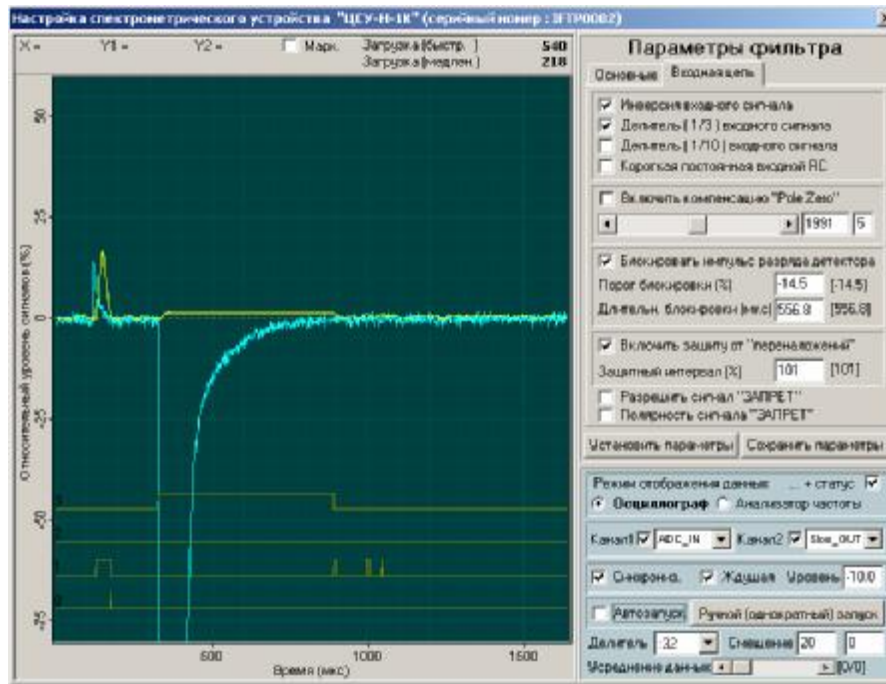


Рис. 10. Настройка блокировки импульса разряда детектора.

6.2.10. Уникальным режимом отображения данных, поступающих на вход ЦСУ-1К, является режим виртуального анализатора спектра. Использование этого режима позволяет визуализировать спектр шумов и помех, поступающих на вход анализатора, что, в свою очередь, позволяет локализовать и удалить источники помех и наводок.

На рисунке 11 приведен пример окна цифрового анализатора спектра.

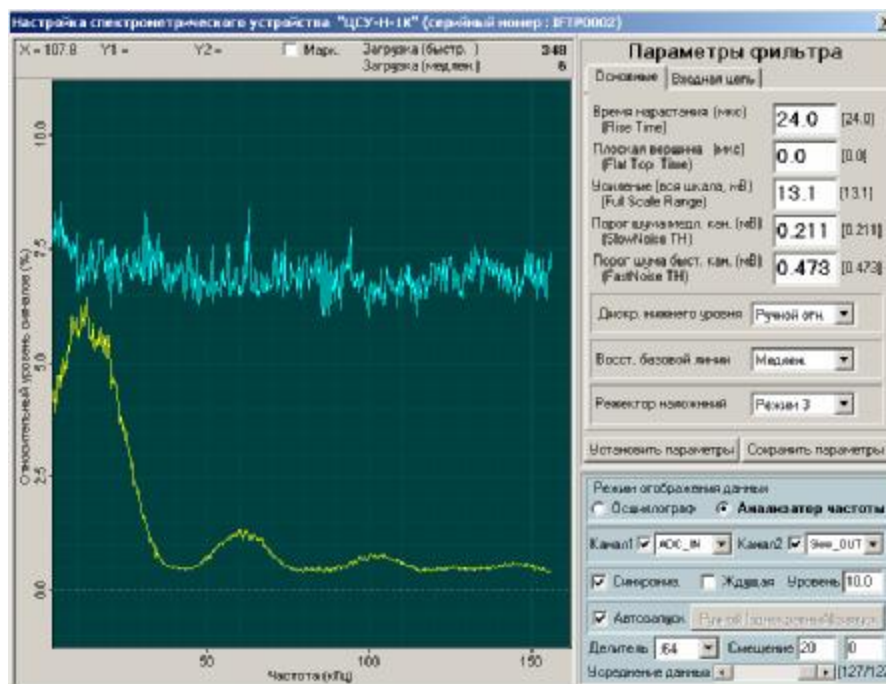


Рис. 11. Цифровой анализатор спектра.

7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦСУ-1К

7.1. Включение питания

- 7.1.1. Установить выключатель напряжения питания ЦСУ-1К на лицевой панели в положение «Вкл» и проконтролировать включение питания по засветившемуся светодиоду в клавише выключателя.
- 7.1.2. Включить компьютер, запустить программу GammaMCA-8000. и убедиться, что связь с анализатором установлена. В правом нижнем углу главного окна программы должен мигать зеленый «светодиод». Если этого не произошло, произвести настройку параметров коммуникационного порта (см. п.6.2.4)

7.2. Работа в режиме измерения.

- 7.2.1. Настроить усиления входного тракта, для чего подать на вход анализатора исследуемые импульсы. Открыть окно управления Gamma DPP и настроить осциллограф так, что бы на его экране были видны входные импульсы (см. Рис. 12).

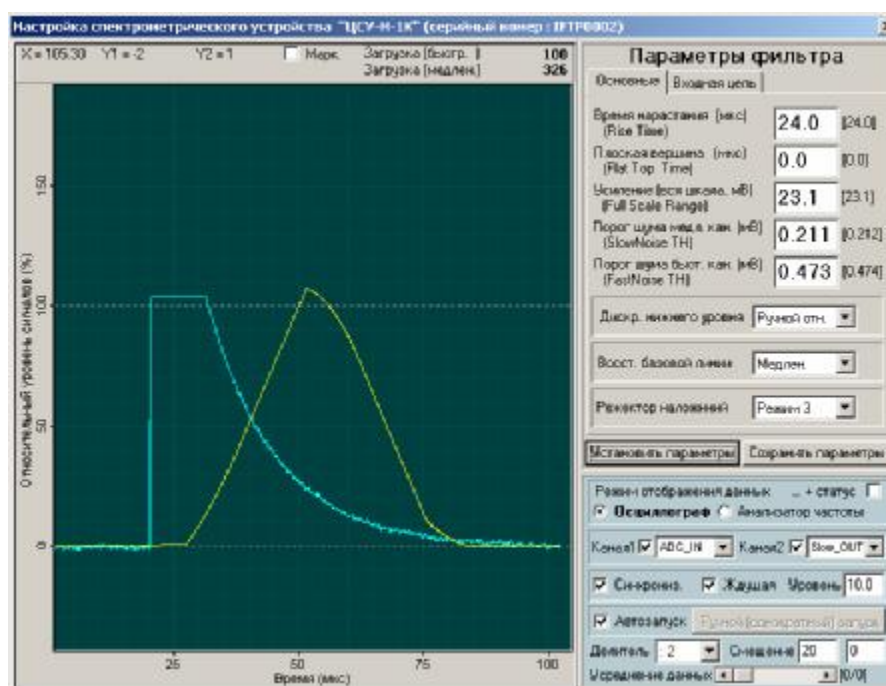


Рис. 12. Ограничение импульсов входным трактом анализатора.

Если амплитуда входных импульсов (с экспоненциальным спадом) на экране осциллографа превышает 90% или явно видны искажения (ограничение) вершины экспоненциального импульса, необходимо включить дополнительный делитель, уменьшающий коэффициент усиления входного каскада анализатора ЦСУ-1К. Подбирая комбинацию из двух делителей (1:3 и 1:10), добиться передачи входных импульсов без искажений, как показано на рисунке 13 (Включен делитель 1:3).

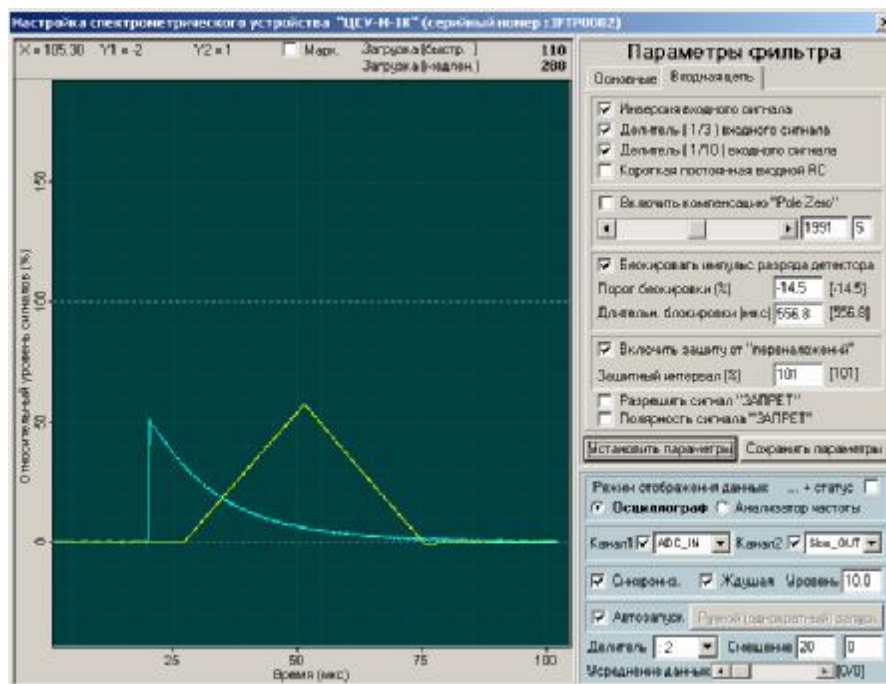


Рис. 13. Нормальная регистрация входных импульсов.

7.2.2. Настроить общее усиление системы.

С помощью программного регулятора «Усиление (вся шкала)», который находится на странице «Основные» панели «Параметры фильтра» настроить коэффициент передачи (программный !!!) цифрового фильтра и, таким образом, добиться попадания импульсов с определенной амплитудой в нужный канал спектра анализатора. Этот параметр никак не влияет на коэффициент усиления входного каскада анализатора.

Рекомендуется устанавливать этот параметр равным диапазону входных сигналов, проходящих без искажения через входной каскад для различных значений коэффициента усиления. В этом случае амплитуда входных импульсов и импульсов с выхода цифрового фильтра на экране цифрового осциллографа будет равной. Примерную величину этого параметра можно определить из следующей таблицы.

Таблица 3. Коэффициент передачи входного каскада ЦСУ-Н-1К.

Делитель 1:2	Делитель 1:5	Максимальная амплитуда входных импульсов
Отключен	Отключен	7 мВ
Включен	Отключен	15 мВ
Отключен	Включен	34 мВ
Включен	Включен	68 мВ

7.2.3. Настройка параметров цифрового фильтра.

7.2.3.1. Выполнить указания по п.6.2.7.

В ЦСУ-1К предусмотрена возможность оптимизации формы трапецеидального сигнала для различных блоков детектирования и задач. Параметры согласования зависят от характеристик блока детектирования, энергетического диапазона и требуемой скорости счета. Цифровой фильтр ЦСУ-1К допускает независимое регулирование времени нарастания и длительности плоской вершины. Благодаря этому время нарастания, определяющее степень фильтрации шумов, может быть установлено независимо от длительности плоской вершины, которое устанавливается таким образом, чтобы

обеспечить полный сбор заряда в детекторе и снизить эффект баллистического дефицита в германиевых детекторах. При настройке времени нарастания и длительности плоской вершины обычно приходится идти на компромисс между оптимизацией по разрешению и производительностью.

7.2.4. Набор спектра.

На рис. 14 приведен фрагмент главного окна программы GammaMCA-8000 – панель с органами управления набором спектра и индикаторами статусной информации, где

Кнопка «СТАРТ» - включение режима набора спектра.

Кнопка «СТОП» - окончание режима набора спектра.

Кнопка «ПАУЗА» - приостановка режима набора спектра.

Кнопка «ОЧИСТКА» - очистка буфера анализатора спектра.

Кнопка «СПЕКТР» - передача спектра из буфера анализатора в компьютер.

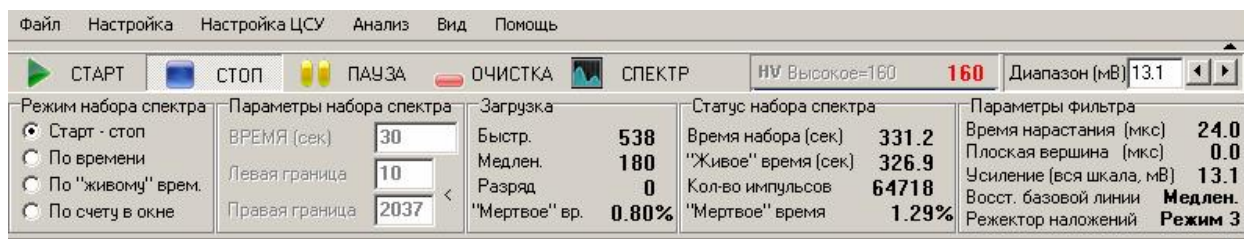


Рис. 14. Панель управления набором спектра программы GammaMCA-8000.

7.2.4.1. Установить требуемый режим набора спектра. В случае выбора режима «По времени» (по «живому» времени) установить значение времени в окне «Время», а в случае выбора режима «По счету в окне» установить границы окна.

7.2.5. Проводить измерения через 30 минут после подачи питания на ЦСУ-1К.

7.2.6. По окончании измерений выключить питание ЦСУ-1К.

7.3. Возможные неисправности и способы их устранения.

7.3.1. Наиболее вероятные неисправности ЦСУ-1К приведены в таблице 4.

Таблица 4

Наименование неисправности, внешние проявления и дополнительные признаки	Вероятная причина	Способ устранения
Нет сигнала с выхода блока детектирования	1. На блок детектирования не поступает напряжение питания. 2. Неисправен сигнальный кабель	Проверить исправность кабелей и наличие напряжений на контактах разъема DB-9В ЦСУ-1К
Существенное ухудшение энергетического разрешения	1. Велика интенсивность измеряемого излучения. 2. Неоптимально установлены параметры входного каскада и ЦСП-фильтра	1. Снизить интенсивность измеряемого излучения. 2. Отрегулировать параметры входного каскада и ЦСП-фильтра.

После устранения неисправности провести проверку ЦСУ-1К в соответствии с разделом 9 настоящего руководства по эксплуатации.

8. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

8.1. Общие указания.

8.1.1. Техническое обслуживание проводится с целью содержания ЦСУ-1К в исправном состоянии в течение установленного срока службы и включает в себя работы, выполняемые при текущей эксплуатации.

8.1.2. Техническое обслуживание проводится специалистами, изучившими настоящее руководство по эксплуатации и имеющими навыки работы со спектрометрической аппаратурой и компьютером.

8.2. Меры безопасности.

8.2.1. При проведении технического обслуживания соблюдать меры безопасности, изложенные в п. 6.1

8.3. Порядок технического обслуживания.

8.3.1. Техническое обслуживание ЦСУ-1К проводить не реже одного раза в год.

8.3.2. Промывать контакты разъемов ЦСУ-1К и соединительных кабелей спиртом ректифицированным и протирать пыль с внешних поверхностей устройства марлей хлопчатобумажной.

8.3.3. Количество расходных материалов для проведения технического обслуживания ЦСУ-1К в год:

- спирт ректифицированный ГОСТ 18300-87 - 0,05л;
- марля хлопчатобумажная ГОСТ 11109-90 - 10дм²

9. ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

9.1. Общие указания

9.1.1. Проверке подлежат вновь произведенные, вышедшие из ремонта и находящиеся в эксплуатации ЦСУ-1К. Последние проверяются не реже одного раза в год.

9.1.2. Проверка ЦСУ-1К заключается в измерении напряжений питания на разъеме «БД» (DB-9B) и в определении интегральной нелинейности спектрометрического тракта.

9.2. Условия проверки.

9.2.1. Проверка проводится в нормальных климатических условиях:

- температура окружающего воздуха плюс $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- относительная влажность окружающего воздуха $(60 \pm 15)\%$;
- атмосферное давление $(100 \pm 4)\text{кПа}$.

9.3. Средства проверки

9.3.1. При проверке применяется оборудование, приведенное в таблице 5.

Таблица 5

Наименование	Условное обозначение	Обозначение стандартов, ТУ, чертежа	Краткая характеристика
Генератор	ORTEC-448	Производство США	
Киловольтметр	C-50	ГОСТ 8711-60	Класс точности 1,0
Мультиметр	ESCORT 95T	Производство Тайвань	

Примечание: Допускается использование другого аттестованного оборудования с характеристиками, обеспечивающими требуемую точность измерения.

- 9.4. Измерение напряжения питания на разъеме «БД» ЦСУ-1К.
- 9.4.1. Подключить ЦСУ-1К к управляющему компьютеру, соединив порты USB с помощью кабеля.
- 9.4.2. Включить питание устройства.
- 9.4.3. Запустить программу GammaMCA-8000.
- 9.4.4. Выполнить операции по п.6.2.5.
- 9.4.5. Измерить напряжения питания на нагрузках с сопротивлениями, указанными в таблицах 6 и 7.
- 9.4.6. Напряжения питания на контактах разъема «БД» ЦСУ-Н-1К должны соответствовать значениям, указанным в таблице 6, а на контактах разъемов «БД» и «Высокое» ЦСУ-В-1К – в таблице 7.

Таблица 6

Контакт	Наименование	Напряжение, В	Сопротивление нагрузки, Ом	Примечание
1	+12V	+12В±5%	150	Питание БД
2	-12V	-12В±5%	150	Питание БД
3	+3VK	+1,5 ÷ 2,97	3,3	Плюс питания ТЭО, регулируется программно в пределах (0,2÷0,7)А
4				
5	+HV	+70 ÷ +200	5×10 ⁸	Смещение детектора регулируется программно в указанных пределах
6	GND	0		Общий питания БД
7	-3VK	-1,5 ÷ 2,97	3,3	Минус питания ТЭО
8	GND	0		Общий питания БД
9	GND	0		Общий питания БД

Таблица 7

Контакт разъема «БД»	Наименование	Напряжение, В	Сопротивление нагрузки, Ом	Примечание
1	GND	0		Общий питания БД
2	GND	0		Общий питания БД
3	свободный			
4	+12V	+12В±5%	150	Питание БД
5	свободный			
6	-24V	-24В±5%	470	Питание БД
7	+24V	+24В±5%	470	Питание БД
8	свободный			
9	-12V	-12В±5%	150	Питание БД
Центральный контакт разъема	±HV	«+» или «-» 400 ÷ 4000	5×10⁸	Смещение детектора регулируется программно в

«Высокое»				указанных пределах
-----------	--	--	--	--------------------

- 9.4.6.1. ЦСУ-1К считается выдержавшим проверку, если измеренные значения напряжения питания на контактах разъема «БД» и центральном контакте разъема «HV» находятся в пределах, указанных в таблицах 6 или 7.
- 9.4.7. Проверка интегральной нелинейности.
- 9.5.1. Соединить кабелем разъем «OUTPUT» генератора ORTEC-448 с разъемом «ВХОД» ЦСУ-1К.
- 9.5.2. Установить органы управления ORTEC-448 в следующие положения:
- «PULSE HEIGHT»99990
 - «RELAY»INT OSC
 - «PULSE/SEC»20
 - «RISE TIME»20
 - «POLARITY»NEG
 - «TIME CONSTANT»1000
 - «ATTENUATION»все тумблеры в верхнее положение
- 9.5.3. Включить питание ЦСУ-1К, используемого оборудования и компьютера.
- 9.5.4. Запустить программу GammaMCA-8000.
- 9.5.5. Установить органы управления программы GammaMCA-8000 в следующие положения:
- КАНАЛЫ (РАЗРЯДНОСТЬ АНАЛИЗАТОРА)2048
 - НАБОРпо реальному времени
 - ВРЕМЯ НАБОРА 100 сек
 - ВРЕМЯ НАРАСТАНИЯ 24 мкс
 - ПЛОСКАЯ ВЕРШИНА 0 мкс
 - ПОРОГ ШУМА МЕДЛЕННОГО КАНАЛА Авто
 - ДИСКРИМИНАТОР НИЖНЕГО УРОВНЯ Авто отн.
 - ВОССТАНОВИТЕЛЬ БАЗОВОЙ ЛИНИИ медленный
 - РЕЖЕКТОР НАЛОЖЕНИЙ режим 3
- 9.5.6. Включить набор спектра и, регулируя усиление, добиться того, чтобы пик от генератора наблюдался примерно в 1800 канале. Выключить набор.
- 9.5.7. Провести набор спектра в течение 1000 сек. по 100 сек для каждого положения переключателя « PULSE HEIGHT» генератора 99990, 89990, 79990, 69990, 59990, 49990, 39990, 29990, 19990, 09990.
- 9.5.8. Определить центроиды пиков Ni. Провести через полученные точки прямую, рассчитанную по методу наименьших квадратов. Допускается проводить прямую через вторую и предпоследнюю точки. Определить модуль максимального отклонения от прямой – ΔN_{imax} .
- 9.5.9. Вычислить интегральную нелинейность В в процентах по формуле:
- $$B = (\Delta N_{imax}/N_{imax}) \times 100$$
- где N_{imax} – численнле значение центроиды пика, набранного при положении переключателя 99990.
- 9.5.10. ЦСУ-1К считается выдержавшим проверку, если измеренное значение интегральной нелинейности соответствует таблице 1.

10. СРОК СЛУЖБЫ И ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

- 10.1. Средний срок службы ЦСУ-1К составляет 8 лет.
- 10.2. Гарантийный срок эксплуатации ЦСУ-1К составляет 18 месяцев с даты отгрузки потребителю.
- 10.3. В течение гарантийного срока эксплуатации изготовитель производит безвозмездный ремонт ЦСУ-1К при условии соблюдения потребителем правил эксплуатации, транспортирования и хранения.
- 10.4. В случае гарантийного ремонта (по рекламации) гарантийный срок эксплуатации продлевается на время, в течение которого ЦСУ-1К не использовалось из-за обнаруженных неисправностей.
- 10.5. По истечении гарантийного срока эксплуатации изготовитель производит ремонт и техническое обслуживание ЦСУ-1К по отдельному договору.

11. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

11.1. Транспортирование.

- 11.1.1. Транспортирование должно производиться с соблюдением мер предосторожности, предохраняющих ЦСУ-1К от действий ударов и тряски.
- 11.1.2. Транспортирование может производиться любым видом транспорта на любые расстояния в упаковке предприятия-изготовителя при соблюдении следующих правил:
 - перевозка по железной дороге должна производиться в крытых чистых вагонах;
 - при перевозке открытым автотранспортом ящики со спектрометрическим устройством должны быть накрыты брезентом;
 - при перевозке воздушным транспортом ящики со спектрометрическим устройством должны быть размещены в герметичном отапливаемом отсеке;
 - при перевозке водным транспортом ящики со спектрометрическим устройством должны быть размещены в трюме.
- 11.1.3. Климатические условия транспортирования:
 - значение температуры окружающего воздуха от минус 50 до плюс 50°C;
 - значение относительной влажности окружающего воздуха до 98% при температуре плюс 35°C и более низких температурах без конденсации влаги.
- 11.1.4. Указания предупредительной маркировки на транспортной таре должны выполняться на всем пути следования от грузоотправителя до грузополучателя.
- 11.1.5. Размещение и крепление ящиков с ЦСУ-1К на транспортных средствах должны обеспечивать их устойчивое положение при следовании в пути, отсутствие смещения и ударов друг о друга и о стенки транспортных средств.

11.2. Хранение.

- 11.2.1. Климатические условия длительного хранения ЦСУ-1К в упаковке предприятия изготовителя в вентилируемых, сухих, отапливаемых помещениях:
 - Значение температуры окружающего воздуха от плюс 5 до плюс 40°C;
 - Значение относительной влажности окружающего воздуха до 98% при температуре плюс 25°C.
- 11.2.2. Климатические условия хранения ЦСУ-1К без упаковки:
 - Значение температуры окружающего воздуха от плюс 10 до плюс 35°C;

- Значение относительной влажности окружающего воздуха до 80% при температуре плюс 25°C.

11.2.3. В помещении не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, а также агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию металлов и нарушение внешних покрытий блоков и комплектующих изделий.

12. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

12.1 Цифровое спектрометрическое устройство ЦСУ - - 1К УЛКА 412131.028, серийный номер _____ соответствует комплекту конструкторской документации и признано годным для эксплуатации.

МП

Дата выпуска «___» _____ 20__ г.

Представитель ОТК _____
(подпись)

13. СВИДЕТЕЛЬСТВО ОБ УПАКОВЫВАНИИ

13.1. Изделие – цифровое спектрометрическое устройство ЦСУ - - 1К УЛКА 412131.028, серийный номер _____, упаковано согласно требованиям, предусмотренным конструкторской документацией.

Упаковывание произвел _____
(подпись) (фамилия)

Дата упаковывания _____ 20__ г.

14. СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ

14.1. При отказе в работе или неисправности в период гарантийного срока эксплуатации потребителем должен быть составлен акт о необходимости ремонта и отправлен изготовителю по адресу:

141980 г. Дубна Московской области, ГУС, а/я 39
телефоны: (49621) 62789, (49621) 65783
факс (49621) 65082

14.2. Все предъявленные рекламации регистрируются в таблице 8.

Таблица 8

Дата выхода из строя	Краткое содержание рекламации	Меры, принятые по рекламации

Описание интерфейсной части ЦСУ-1К

Программное управление ЦСУ (установка параметров фильтра, задание режима набора спектра, передача спектра на компьютер и т.д.) осуществляется с помощью библиотеки API (Application Programming Interface – интерфейс прикладного программирования) «GammaCtrl.dll», входящей в комплект поставки ЦСУ.

Вызов функций этой библиотеки может быть осуществлен из любой пользовательской программы (написанной, например, на Delphi, C++ или Visual Basic) работающей под управлением Microsoft Windows.

Подробное описание функций этой библиотеки приведено в документе «Описание интерфейса прикладного программирования (API) цифрового спектрометрического устройства ЦСУ-1К»