

# *Портативный цифровой спектрометр на базе блока детектирования с CdTe P-I-N детектором*

Ю. Петухов<sup>1</sup>, Г. Путенис<sup>1</sup>,  
С. Муливанов<sup>2</sup>,  
Д. Меркулов<sup>3</sup>,  
А. Перминов<sup>4</sup>,  
В. С. Хрунов<sup>5</sup>, Ю.В. Ефремов<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Center of Radiation and Nuclear Safety (RNIIRP) Ltd, Riga, Latvia

<sup>2</sup> RSS Ltd, Riga, Latvia

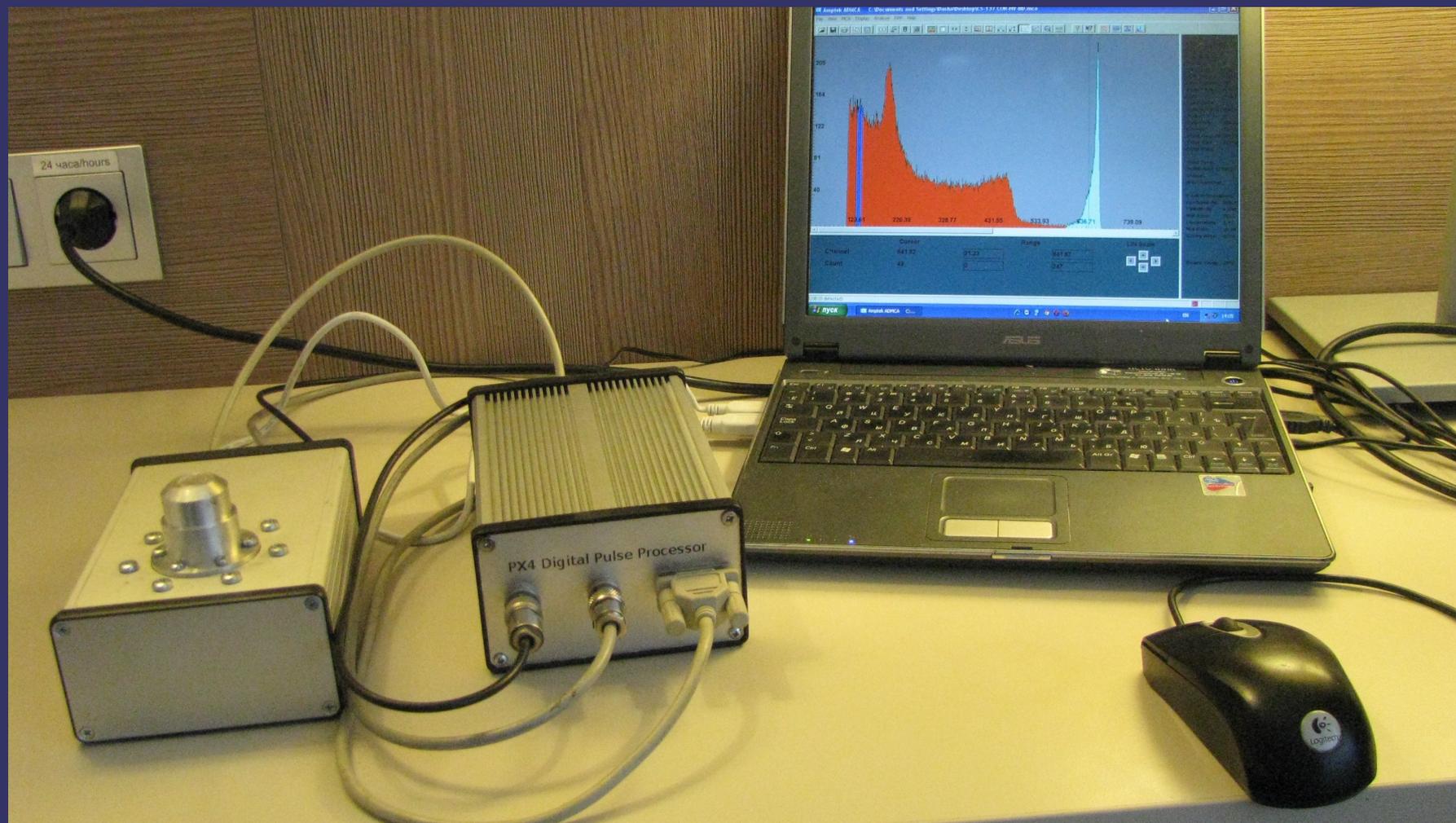
<sup>3</sup> ELMI, Ltd, Riga, Latvia

<sup>4</sup> Челябинское отделение филиала "Уральский территориальный округ" ФГУП "РосРАО", г. Челябинск, Россия

<sup>5</sup> ОАО «ИФТП», г. Дубна, РОССИЯ



*В настоящей работе приводятся результаты разработки портативного спектрометра на базе Блока детектирования БДТК-1М и цифрового спектрометрического устройства ЦСУ-1К.*



БД на основе детекторов с высокой эффективностью регистрации из CdTe с P-I-N структурой в настоящее время широко применяются для спектрометрии рентгеновского и гамма излучения. Отличительной особенностью CdTe детекторов с PIN структурой является низкая величина темнового тока при высоком значении напряжения смещения детектора, что позволяет реализовать высококачественную спектрометрию рентгеновского и гамма излучений.

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

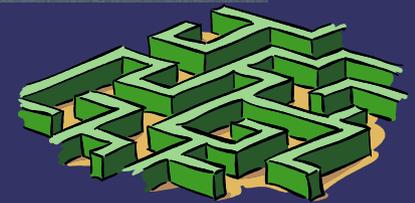


БД имеет габаритные размеры 103x56x160 мм и содержит: CdTe PIN-детектор, термостабилизированный с помощью Пельтье термоэлектрического охладителя, зарядочувствительный предусилитель, корректор потерь заряда и систему для подавления эффекта поляризации детектора. Установка режимов работы узлов БД производится с помощью встроенного в корпус БД блока управления.

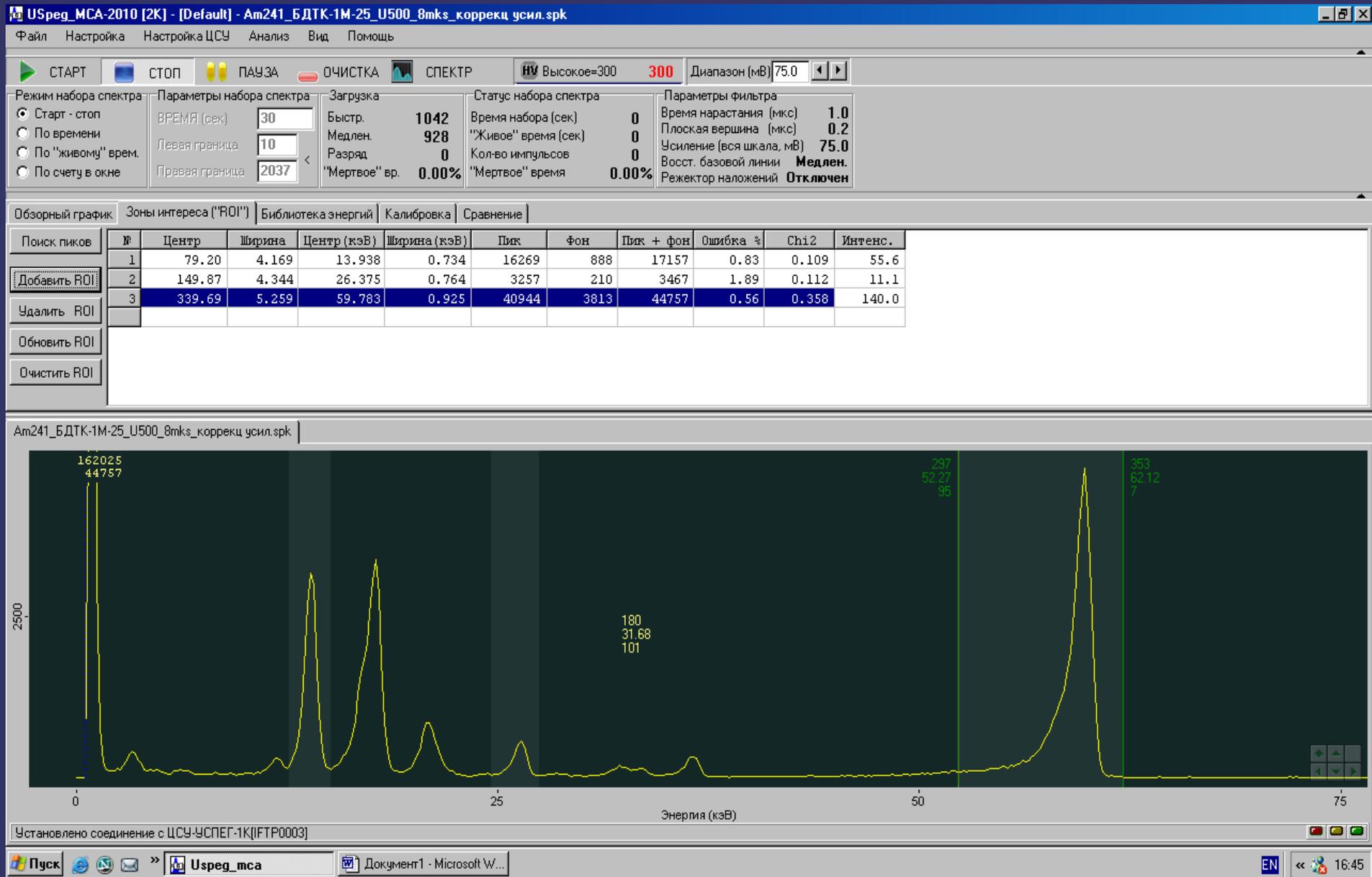
ЦСУ имеет общее питание, осуществляемое с внешнего адаптора или аккумулятора напряжением +12 В, и содержит в себе следующие блоки, предназначенные для работы с конкретным БД : источник питания блока детектирования низковольтный нерегулируемый выход  $\pm 12\text{В}$ , программно регулируемый выход источника тока для питания ТЭМО БД ( $0,2 \div 0,7 \text{ А}$ ) и высоковольтный программно регулируемый выход источника напряжения для питания детектора ( $-50 \div -1000 \text{ В}$ );

Разработанный спектрометр предназначен для регистрации энергий рентгеновского и гамма излучения в диапазоне от 3 до 662 кэВ .

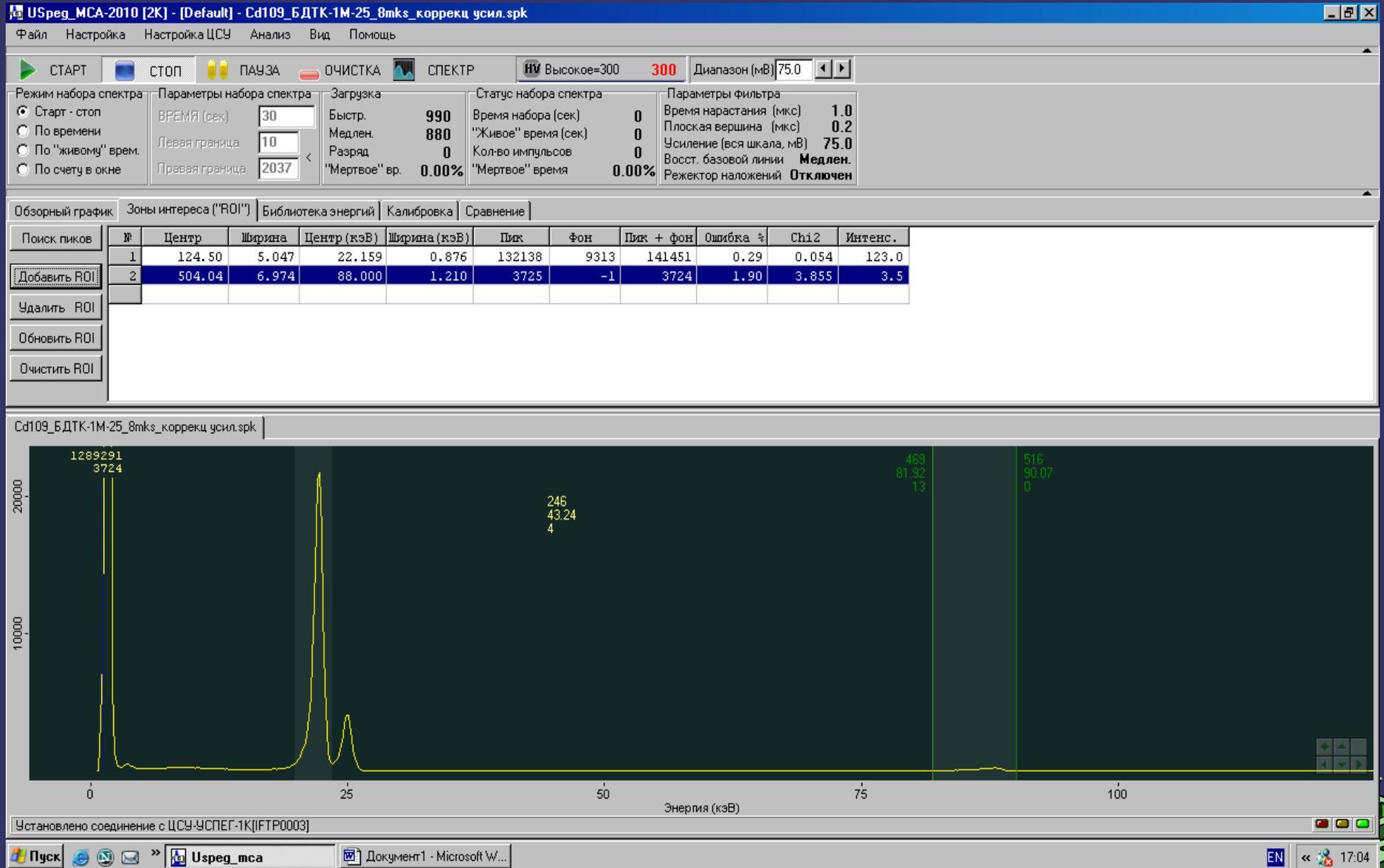




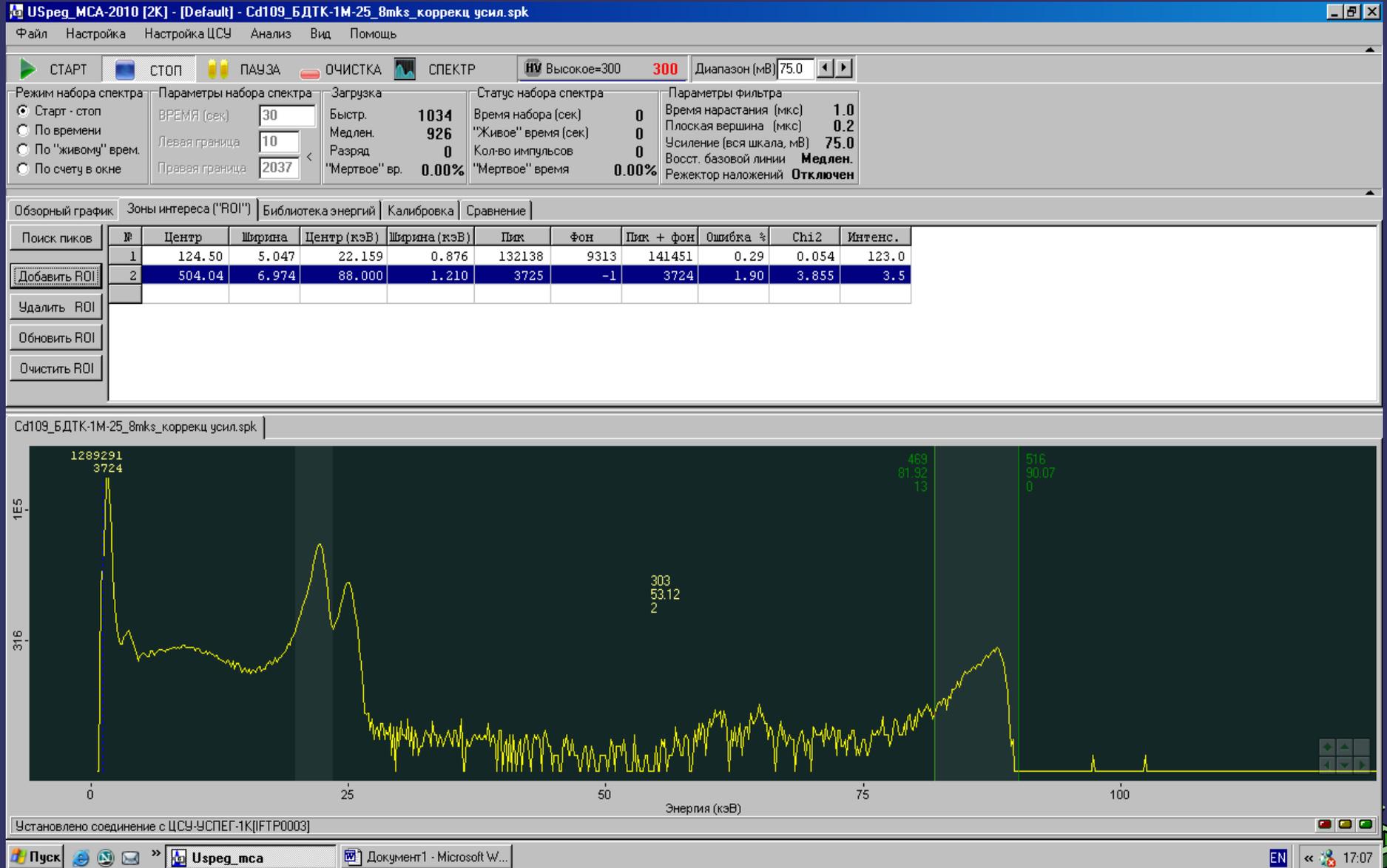
# Am-241



# Cd-109

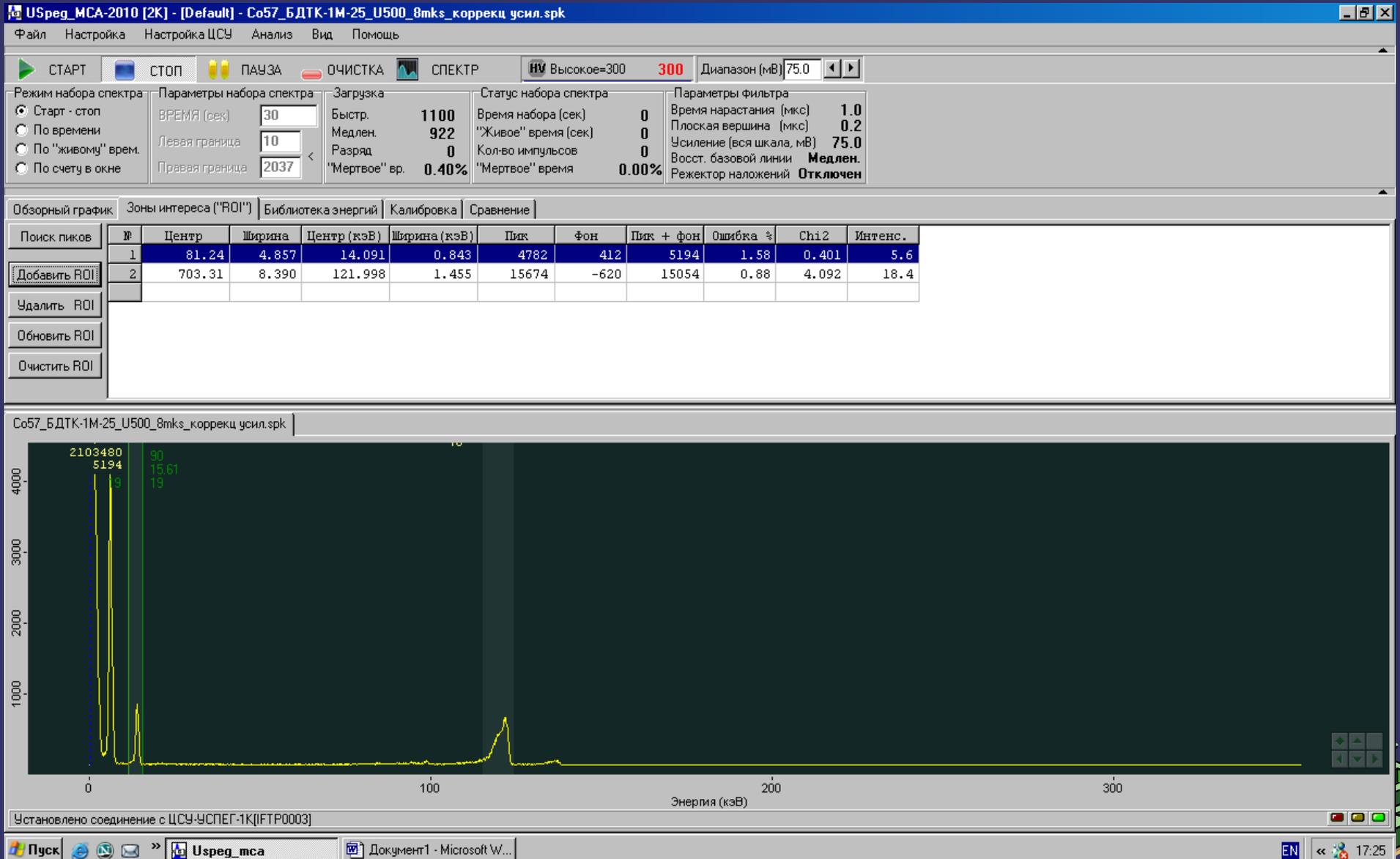


# Cd-109 Log



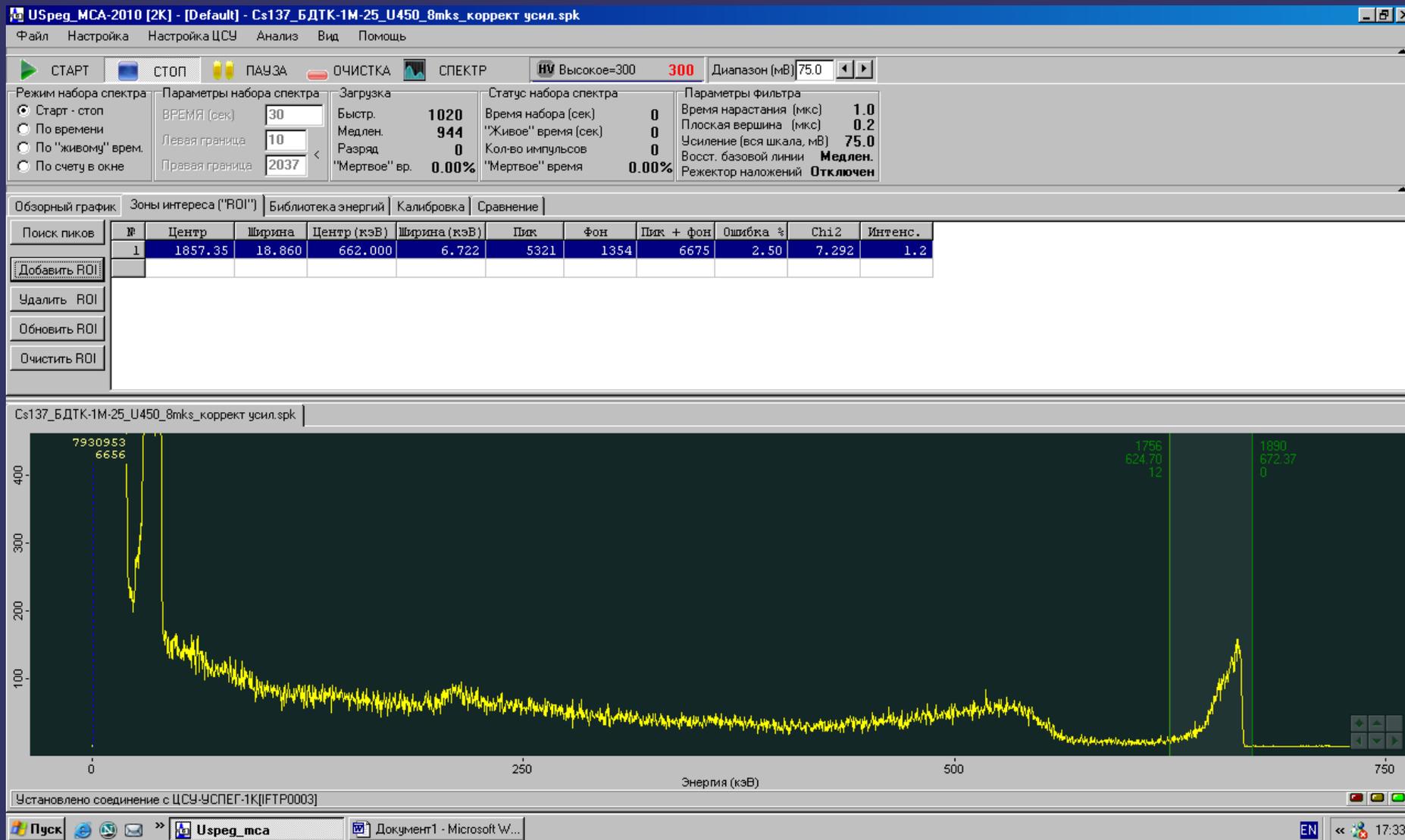
# Co-57

## FWHM=1,455 keV



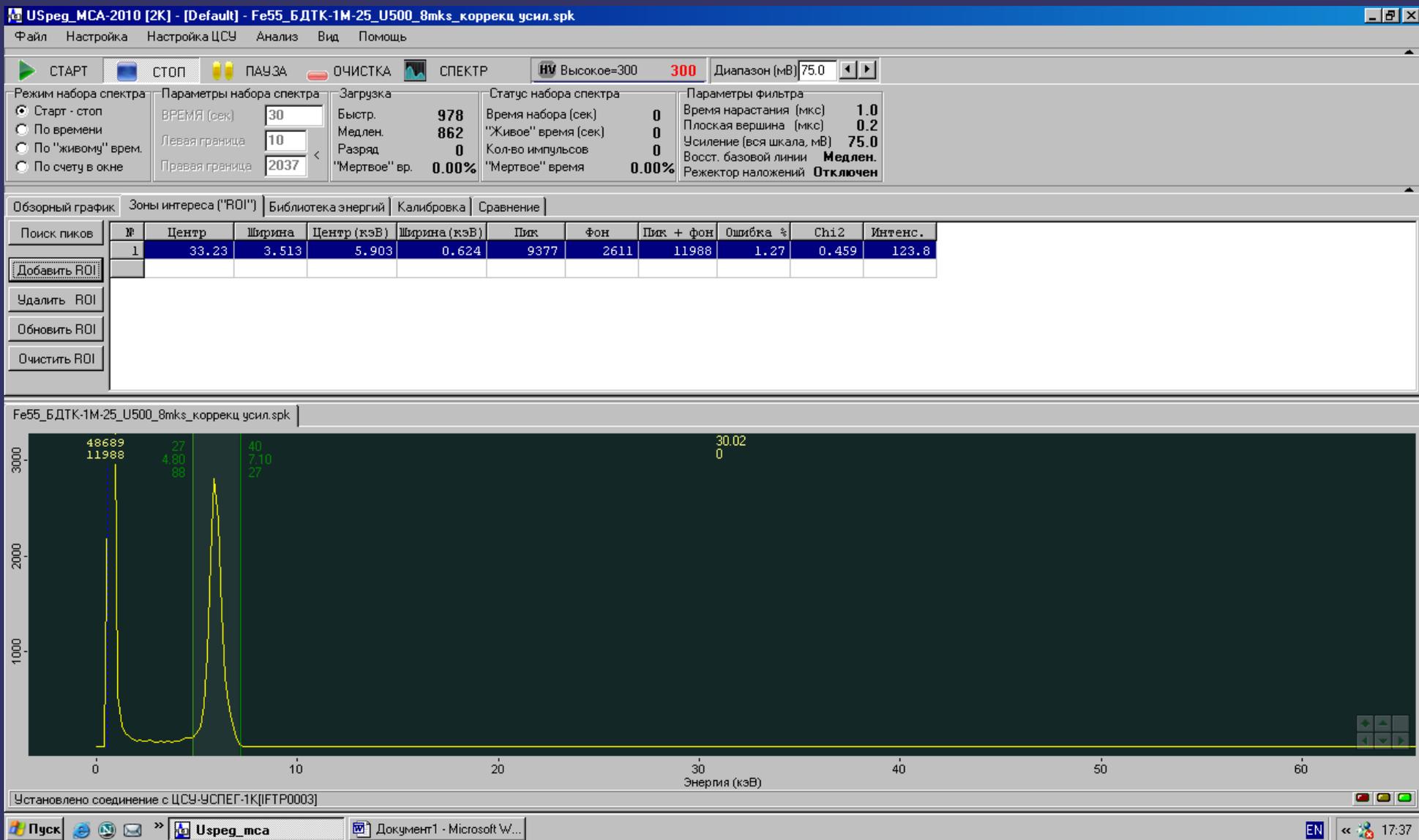
# Cs-137

## FWHM=6,72keV



# Fe-55

## FWHM=0,724



Разработанный спектрометр прошёл успешную апробацию при его эксплуатации в реальных производственных условиях в лаборатории радиационного контроля Челябинского отделения филиала "Уральский территориальный округ" ФГУП "РосРАО".

В процессе эксплуатации были отмечены следующие достоинства спектрометра:

-спектрометр работает от однополярного питания +12 В и потребляет ток 0,85А, что позволяет его реально использовать в полевых условиях.

-спектрометр готов к работе через 15 мин. после его включения.

- спектрометр обладает стабильностью и воспроизводимостью спектрометрических характеристик в течении длительного периода эксплуатации.

- реальный диапазон регистрируемых энергий составляет по нижней границе величину от 3 кэВ.

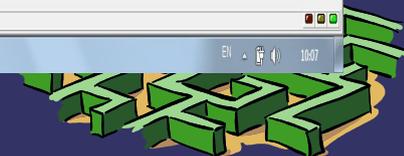
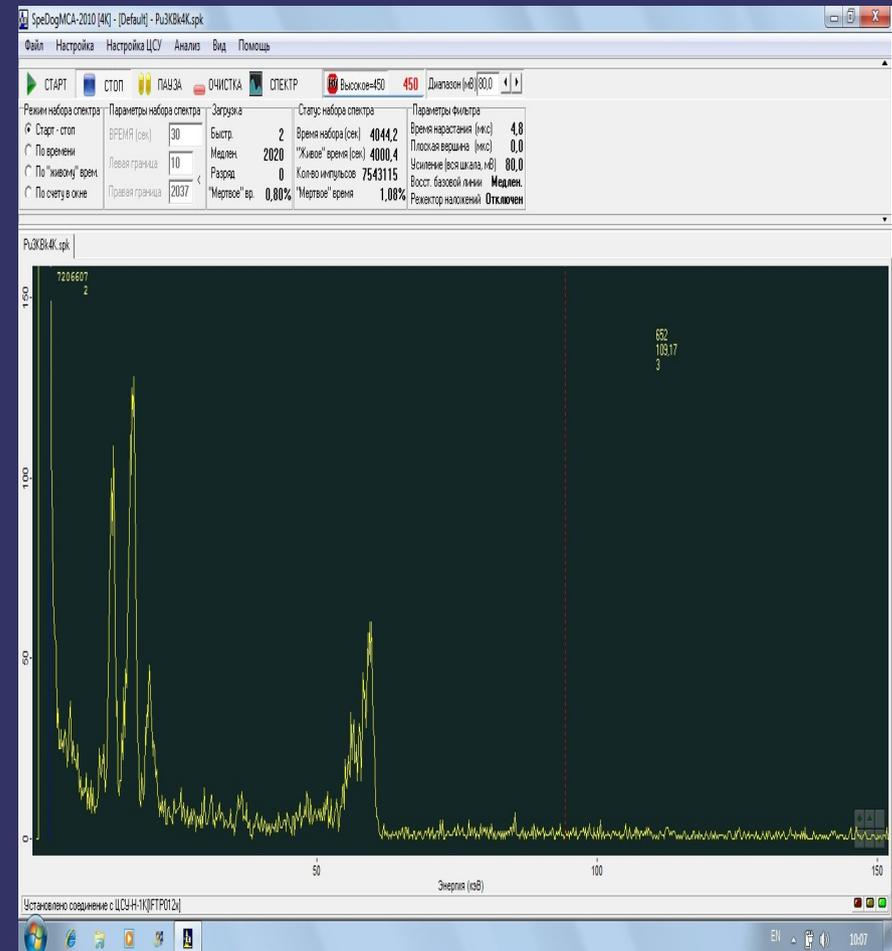
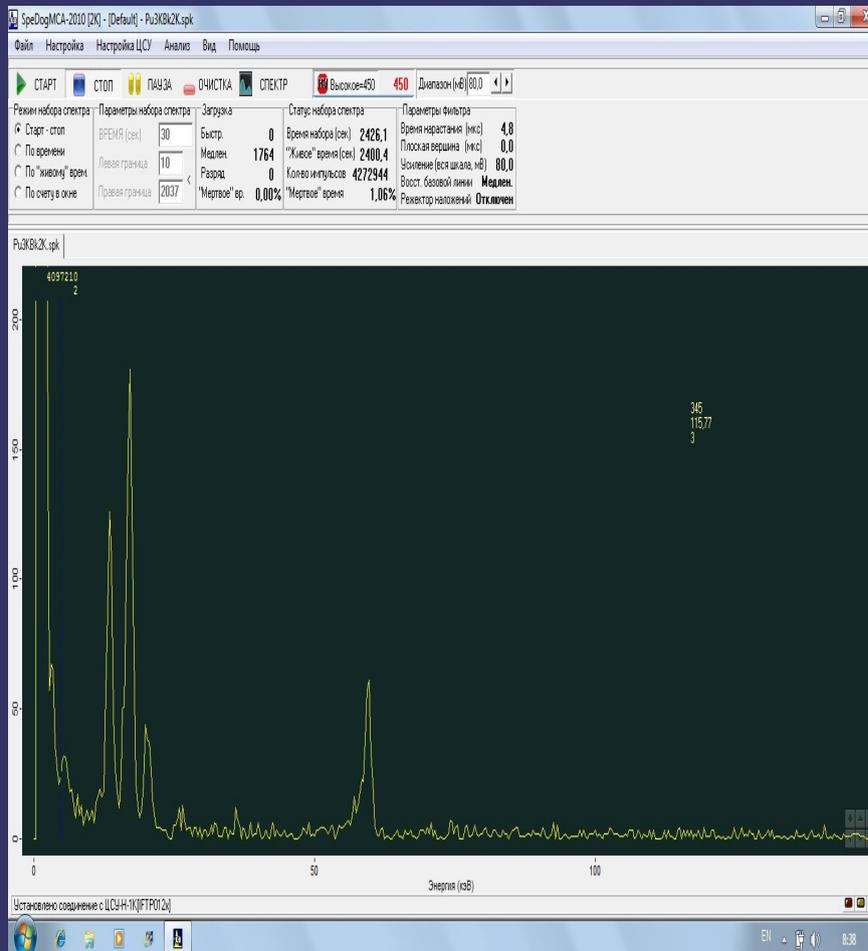
Эффективность регистрации на энергии 59,5 кэВ составила  $2 \times 10^{-5}$  (с-1Бк-1) от источника ОСГИ при геометрии 5 см.



**Источник №1: поверхностный, изготовлен электролизом на стальной подложке, активностью около 3 КБк ( $Pu-239$ ) и 80 Бк ( $Am-241$ ).**

**Геометрия: 1 мм от бериллиевого окна детектора, диаметр активного пятна 25 мм.  
Время набора спектра: около 40 минут верхнего спектра и около 65 минут нижнего спектра.**

**Верхний спектр с числом каналов анализатора 2К  
Нижний спектр с числом каналов анализатора 4К**

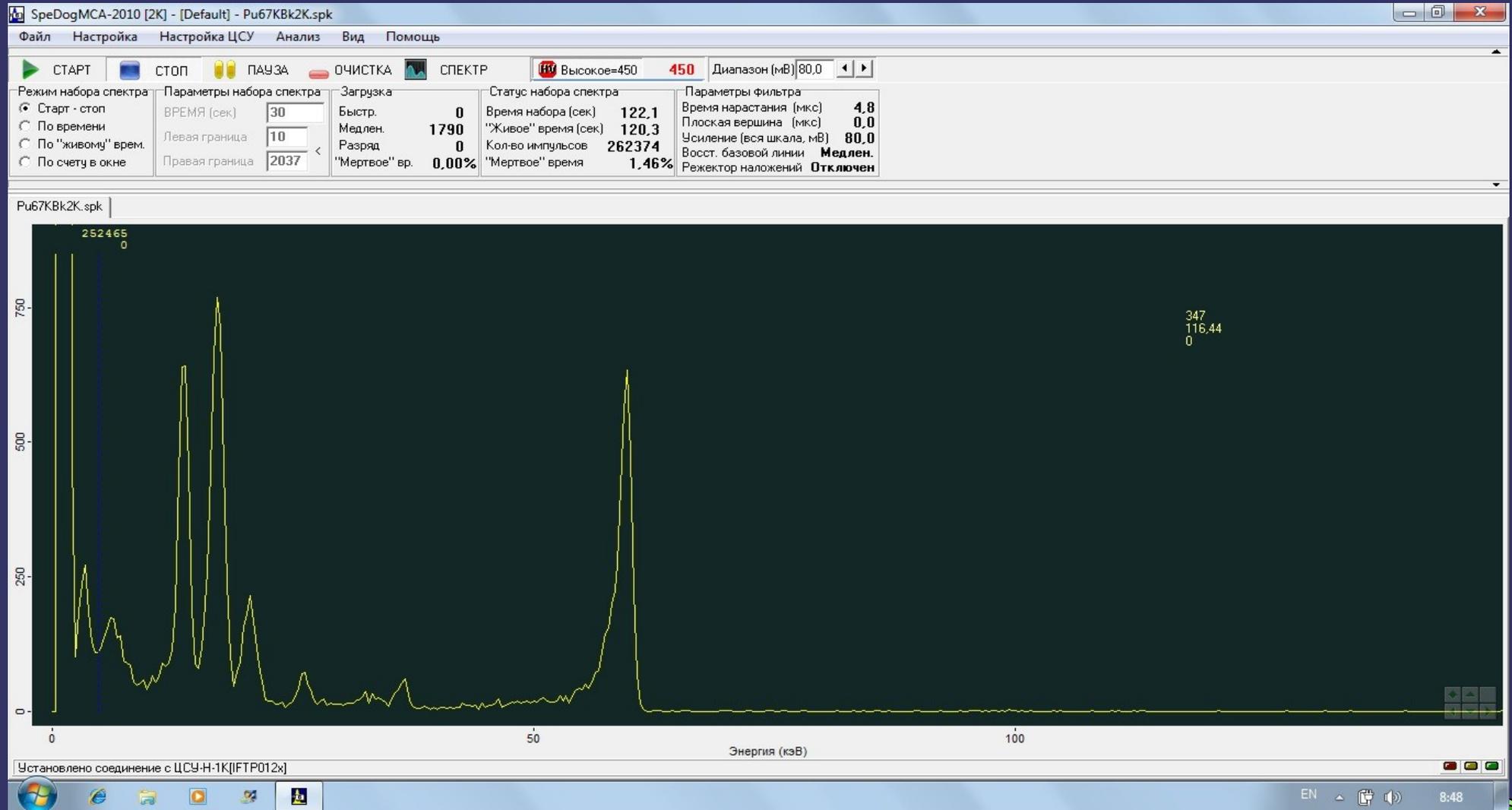


**Источник №2: калибровочный источник (поверхностный) к радиометру-дозиметру МКС-01, активностью около 67 КБк (Pu-239) и 8 КБк (Am-241).**

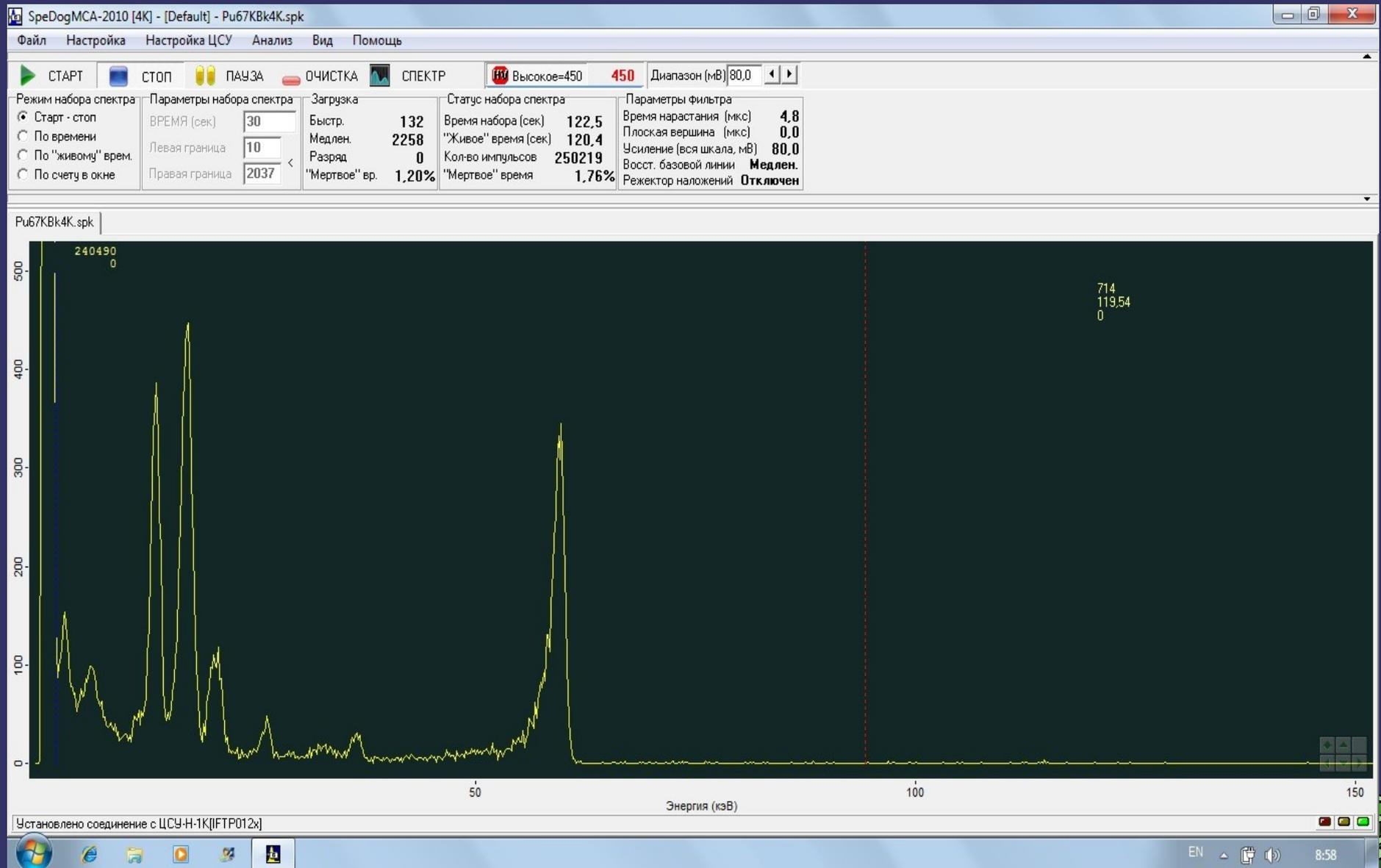
**Геометрия: 1 мм от бериллиевого окна детектора, диаметр активного пятна 5 мм.**

**Время набора спектра: около 2 минут**

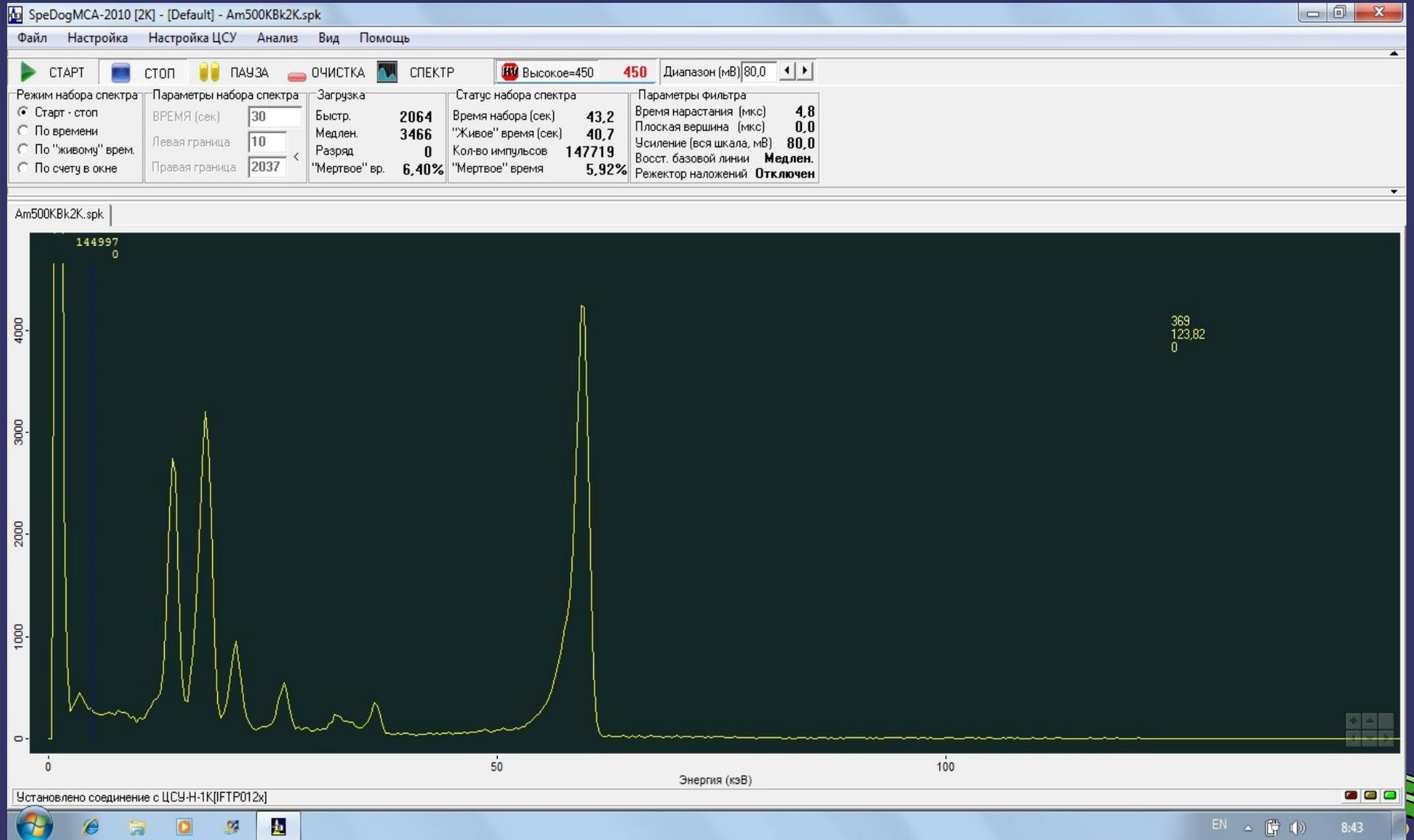
**Спектр с числом каналов анализатора 2К**



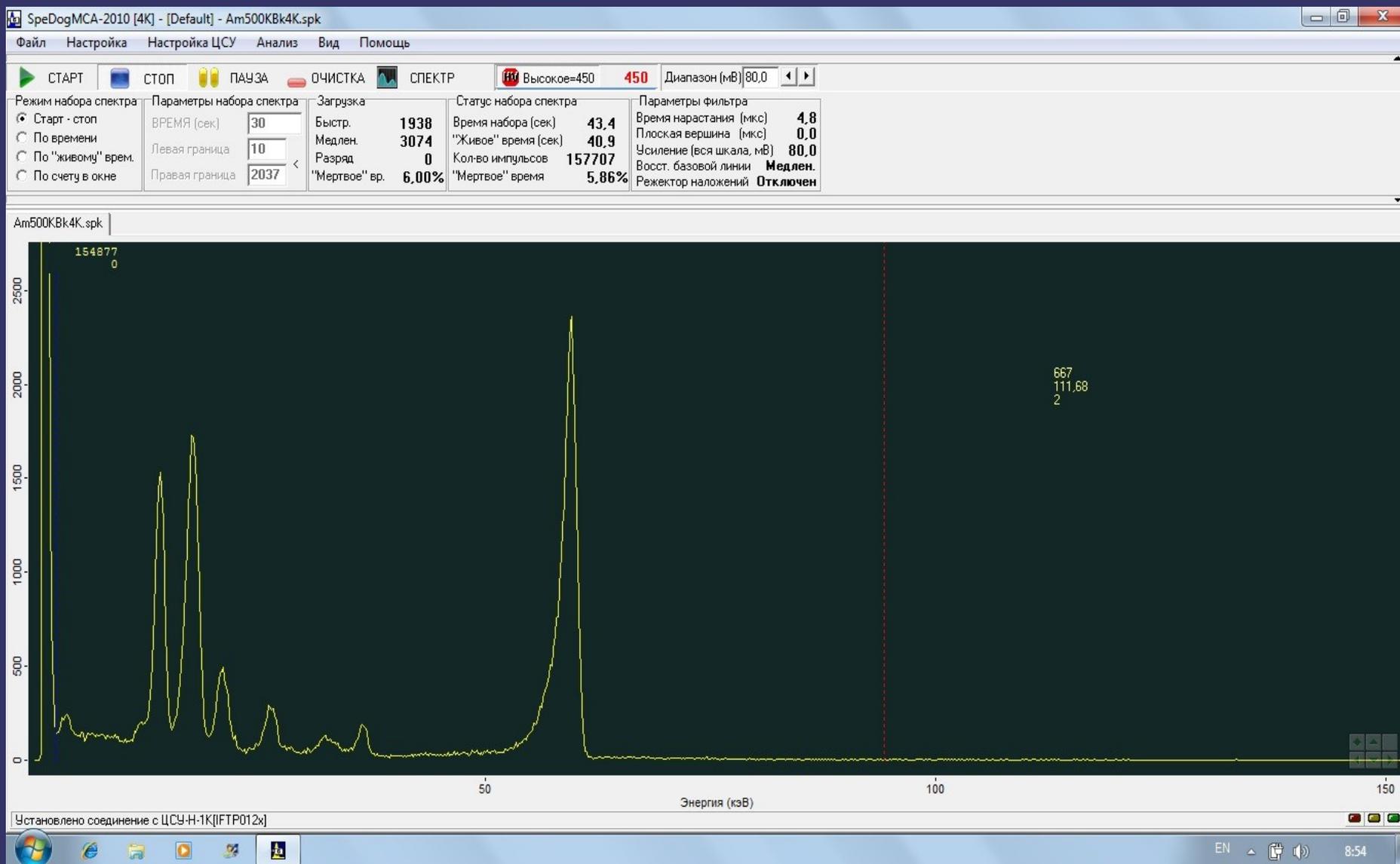
# Спектр с числом каналов анализатора 4К



**Источник №3: ОСГИ, Am-241, активностью около 500 КБк**  
**Геометрия: 1 мм от бериллиевого окна детектора**  
**Время набора спектра: около 40 секунд**  
**Спектр с числом каналов анализатора 2К**

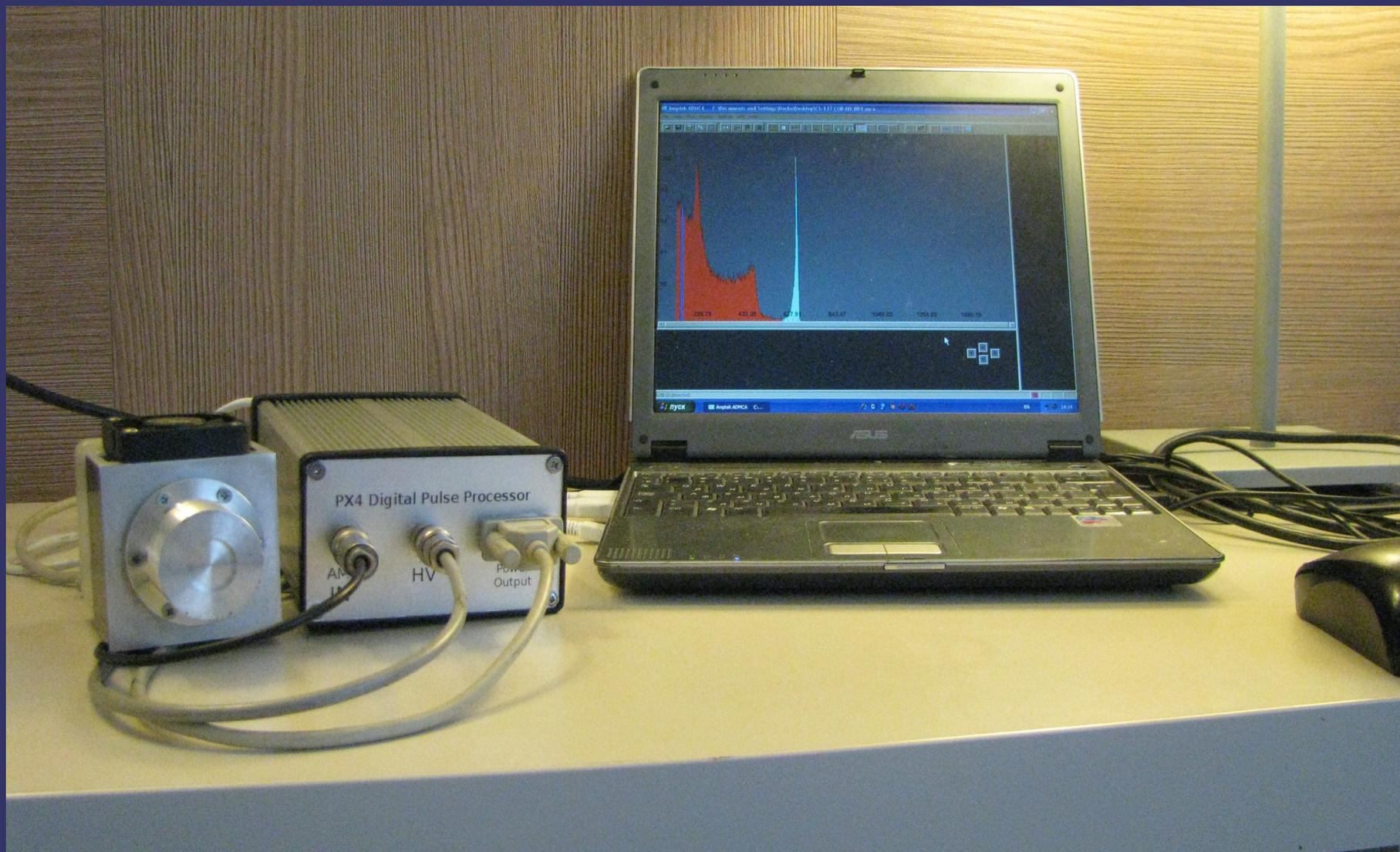


# Спектр с числом каналов анализатора 4К



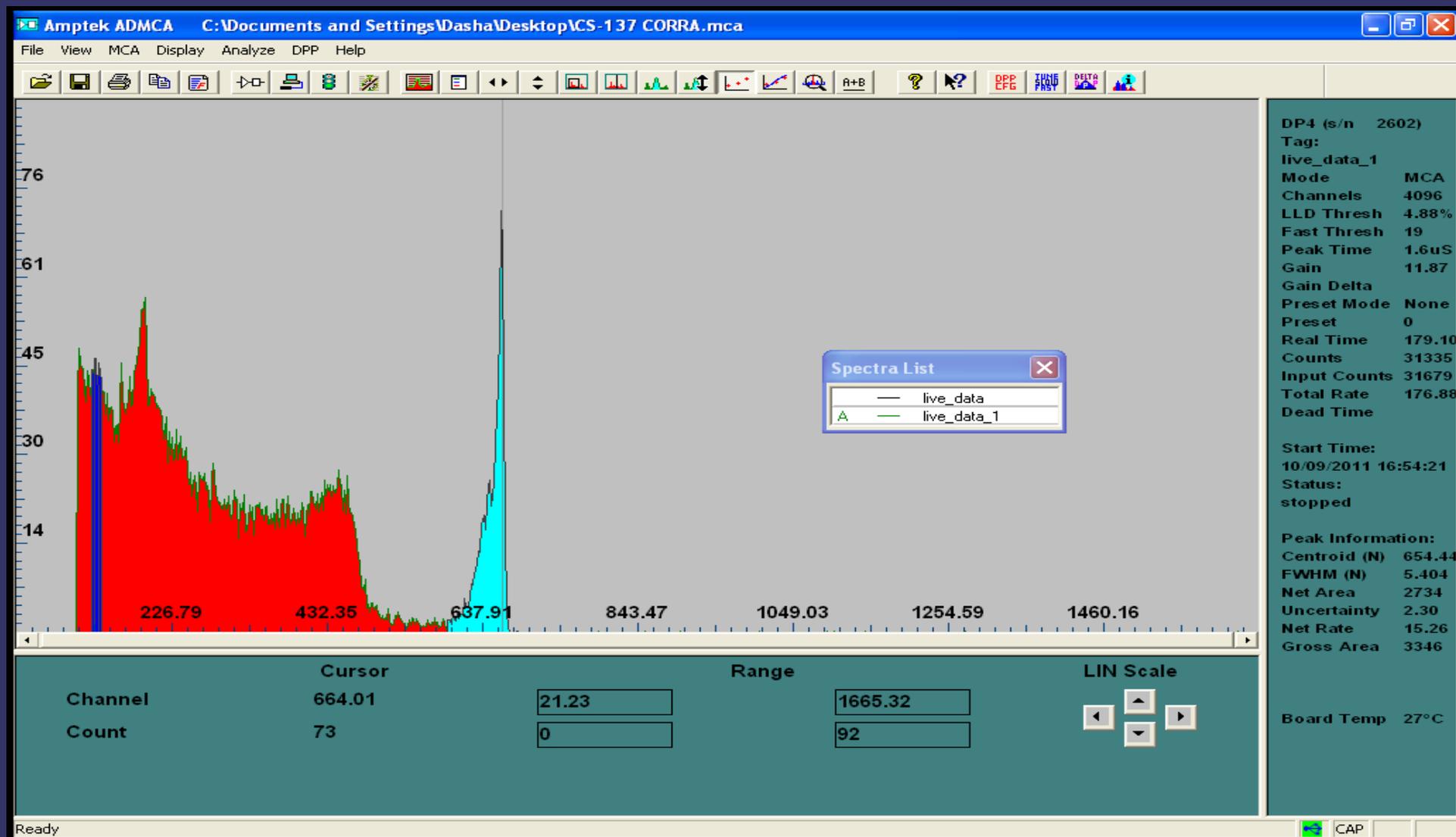
Для решения специфических задач при спектрометрии высокоэнергетического гамма-излучения была нами разработана новая модификация БД, имеющая уменьшенные габаритные размеры 65x65x120 мм (БДТК-1М 103x56x160 мм) в котором не используется бериллиевое входное окно и применяется оригинальная схема электронной коррекции формы импульса для улучшения формы спектральной линии.





# Спектр изотопа Cs-137, полученный с помощью модифицированного БД.

ПШПВ=6,4 кэВ отношение Пик/комптона=5,14



Использование спектрометра на базе теллурид кадмиевого блока детектирования и цифрового спектрометрического устройства позволило расширить номенклатуру и качественно улучшить парк приборов рентгеновской и гамма-спектрометрии. Их использование особенно предпочтительно в портативных спектрометрах, предназначенных для оперативного обнаружения, определения местоположения и классификации радиоактивных материалов в полевых условиях.

**Спасибо за внимание**

**Петухов Юрий**

**E-mail: [petoukhov@btv.lv](mailto:petoukhov@btv.lv)**

**RNIIRP**

