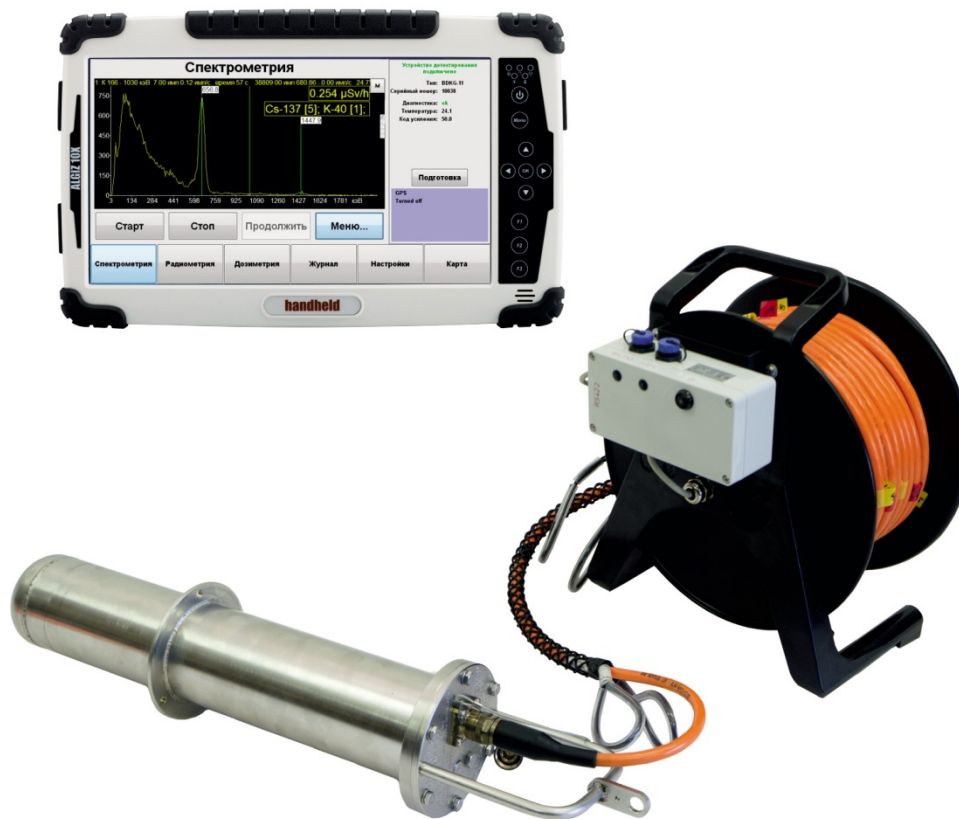


# ГАММА-СПЕКТРОМЕТР МКС-АТ6104ДМ ДЛЯ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА АКВАТОРИЙ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ. РЕЗУЛЬТАТЫ МАТЕМАТИЧЕСКИХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

*Научно-производственное унитарное предприятие «АТОМТЕХ», Минск, Беларусь;  
Научно-исследовательский институт ядерных проблем, Минск, Беларусь;  
Advanced Fusion Technology Co., LTD, Tokyo, Japan ;  
Rad-Solutions Co., Ltd., Sendai, Japan ;  
Учреждение образования «Международный государственный экологический  
университет им. А.Д. Сахарова», Минск, Беларусь*

## Общий вид прибора

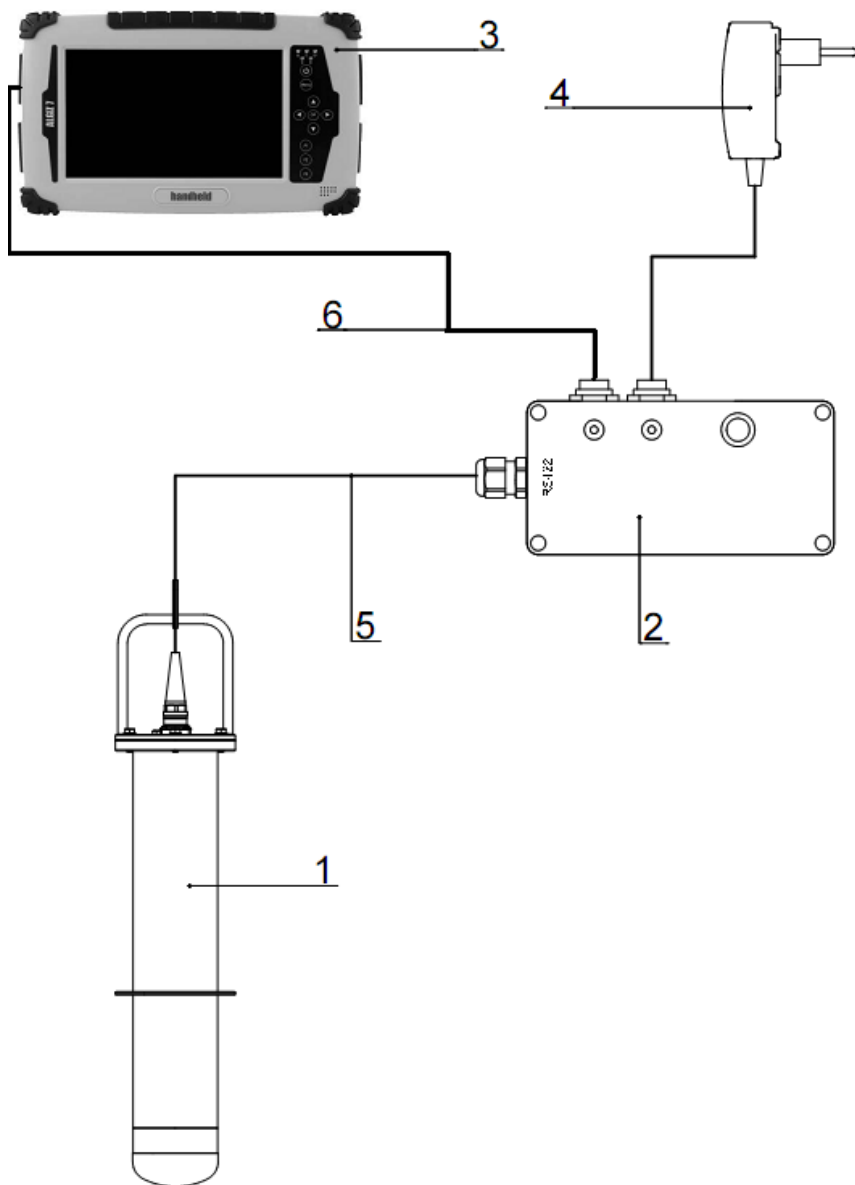


## Назначение:

- Измерение энергетического распределения гамма-излучения, мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения;
- идентификация радионуклидов  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ;
- измерение удельной(объемной) активности радионуклидов  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{40}\text{K}$  в воде;
- измерение удельной активности радионуклидов  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{40}\text{K}$  в донных отложениях.

## Рабочие условия эксплуатации

Температура окружающего воздуха	от минус 20 °С до плюс 50 °С
Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С и более низких температурах без конденсации влаги	до 95 %
Атмосферное давление	от 84 до 106,7 кПа
Напряженность постоянных и переменных магнитных полей	до 400 А/м
Статическое гидравлическое давление Глубина погружения	до 1,50 Мпа до 500 м



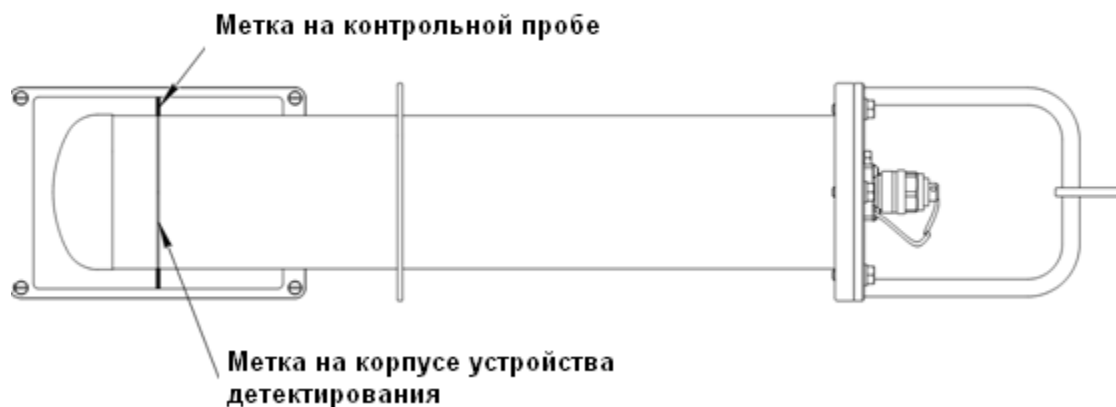
## Схема подключения составных частей спектрометра:

- 1 – Устройство детектирования;
- 2 – адаптер интерфейсный;
- 3 – компьютер планшетный;
- 4 – сетевой адаптер;
- 5 – глубоководный кабель-трос;
- 6 – кабель RS232.

## Схема размещения устройства детектирования и контрольной пробы в процессе стабилизации



Контрольная проба  
(KCl)



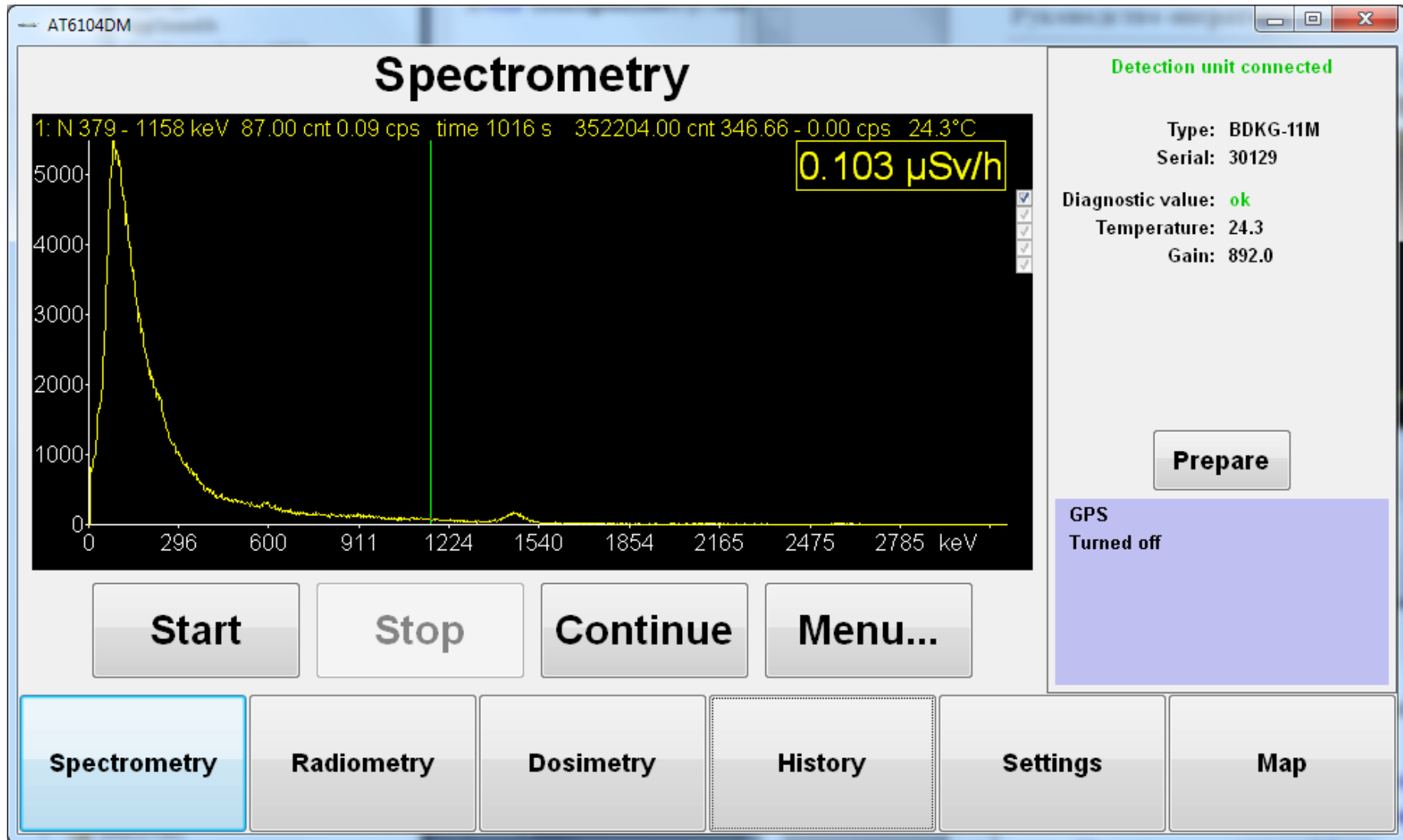
## Технические характеристики спектрометра

Энергетический диапазон измерения	70-3000кэВ
Число каналов	512/1024
Пределы допускаемой основной относительной погрешности характеристики преобразования	±1 %
Относительное энергетическое разрешение по линии 662 кэВ <sup>137</sup> Cs	не более 8,5 %
Эффективность регистрации в ППП для энергии гамма-излучения 662 кэВ радионуклида <sup>137</sup> Cs	(4,8 ± 0,96) %.
Диапазон измерений мощности дозы гамма-излучения	0,01-100 мкЗв/ч
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения мощности дозы гамма-излучения	±20 %.
Максимальная входная статистическая нагрузка	не менее 5·10 <sup>4</sup> с <sup>-1</sup> (10 <sup>5</sup> )

**Диапазон измерений удельной активности радионуклидов  
в воде в геометрии измерения 4л, Бк/кг**

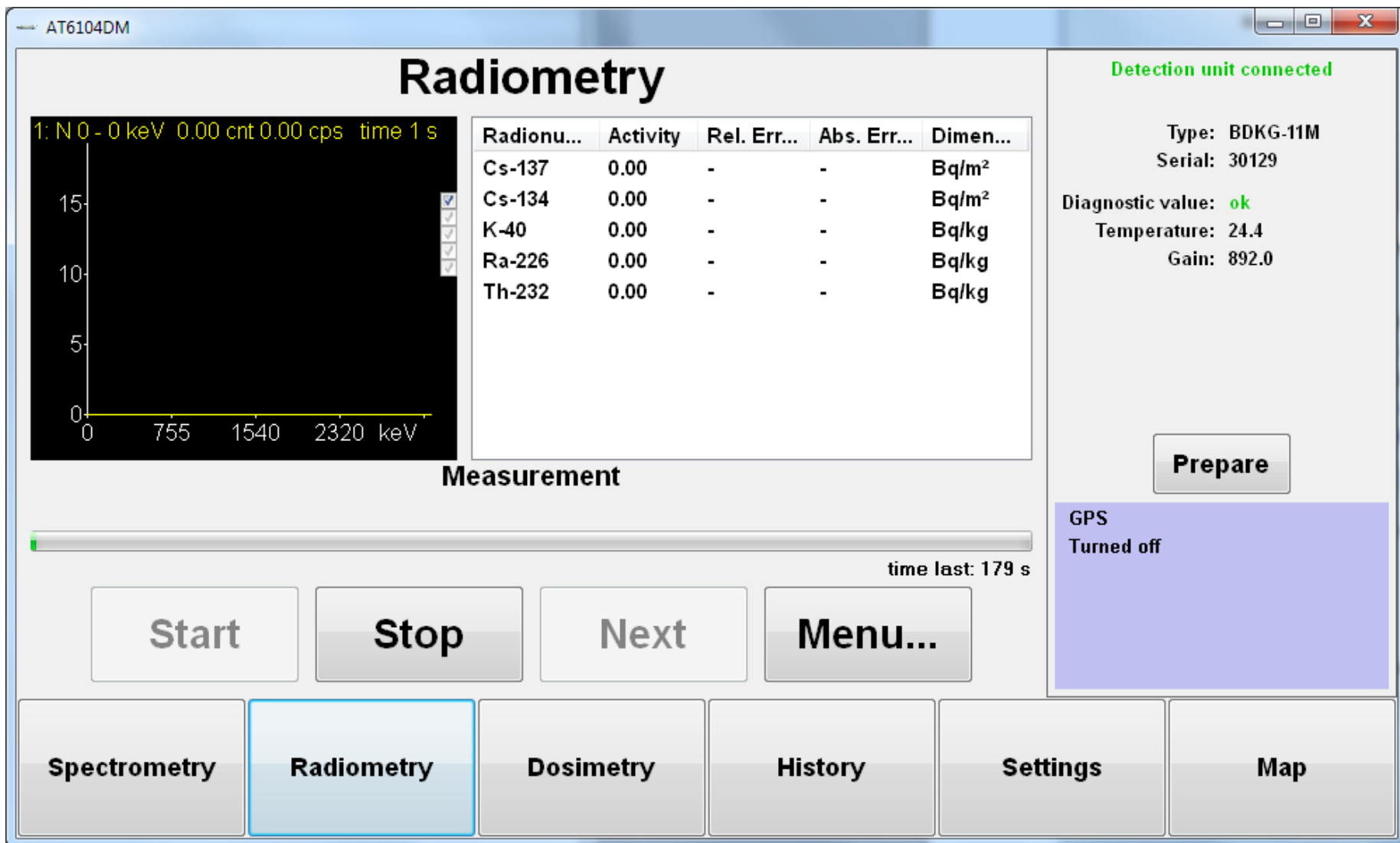
<b>Радионуклид</b>	<b>Диапазон измеряемой величины, Бк/кг</b>
$^{137}\text{Cs}$	От 3 до $10^6$
$^{134}\text{Cs}$	От 3 до $10^6$
$^{40}\text{K}$	От 250 до $2 \cdot 10^4$
$^{226}\text{Ra}$	От 25 до $2 \cdot 10^4$
$^{232}\text{Th}$	От 25 до $2 \cdot 10^4$

**Диапазон измерений удельной активности радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{134}\text{Cs}$  донных отложений в режиме измерения 2л при условии равномерного распределения контролируемых радионуклидов в слое 15 см и более от 100 до  $10^6$  Бк/кг**

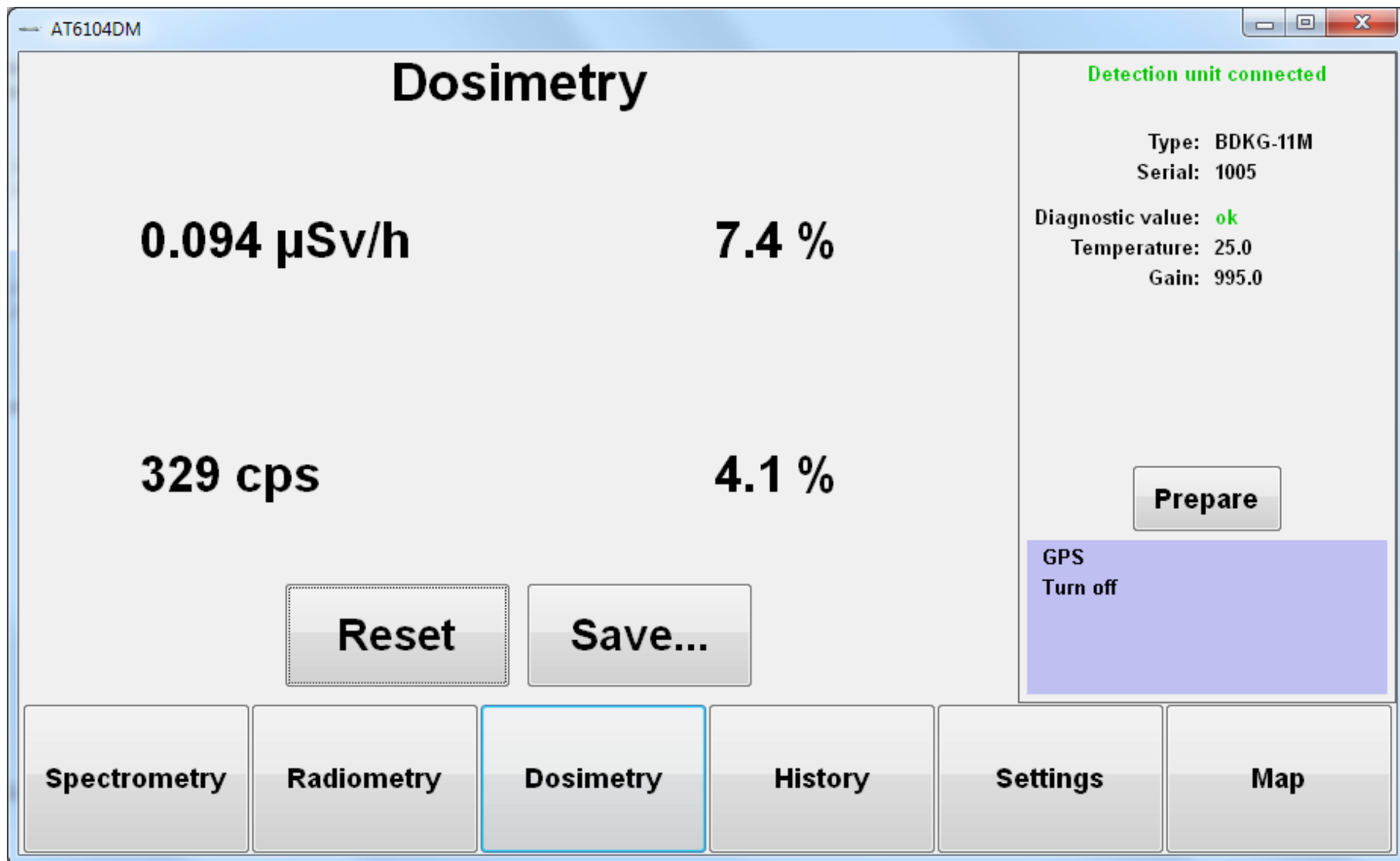


Интерфейс режима «Спектрометрия»





Интерфейс режима «Радиометрия»



AT6104DM

## Dosimetry

**0.094  $\mu$ Sv/h**      **7.4 %**

**329 cps**      **4.1 %**

**Reset**      **Save...**

**Detection unit connected**

Type: BDKG-11M  
Serial: 1005  
Diagnostic value: **ok**  
Temperature: 25.0  
Gain: 995.0

**Prepare**

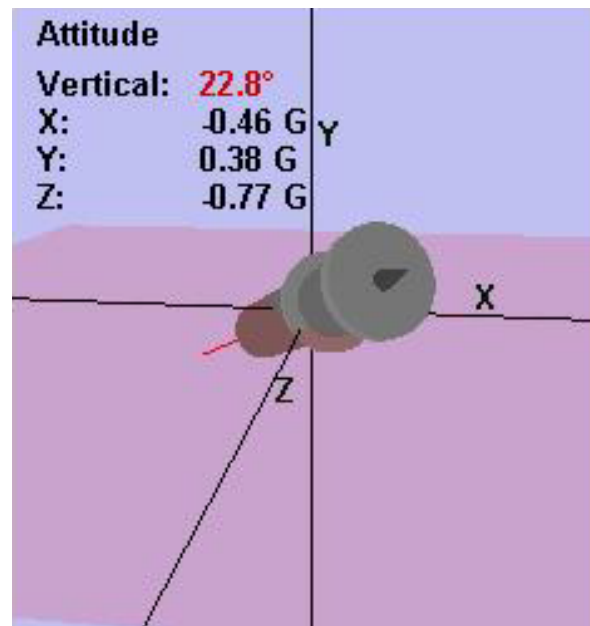
GPS  
Turn off

Spectrometry   Radiometry   **Dosimetry**   History   Settings   Map

## Датчики

GPS  
Lat: 53.915189°  
Lon: 27.589685°  
Alt: 225.1 m  
Speed: 0.0 m/s  
Direction: 0.0°  
HDOP: 8.4  
VDOP: 4.5

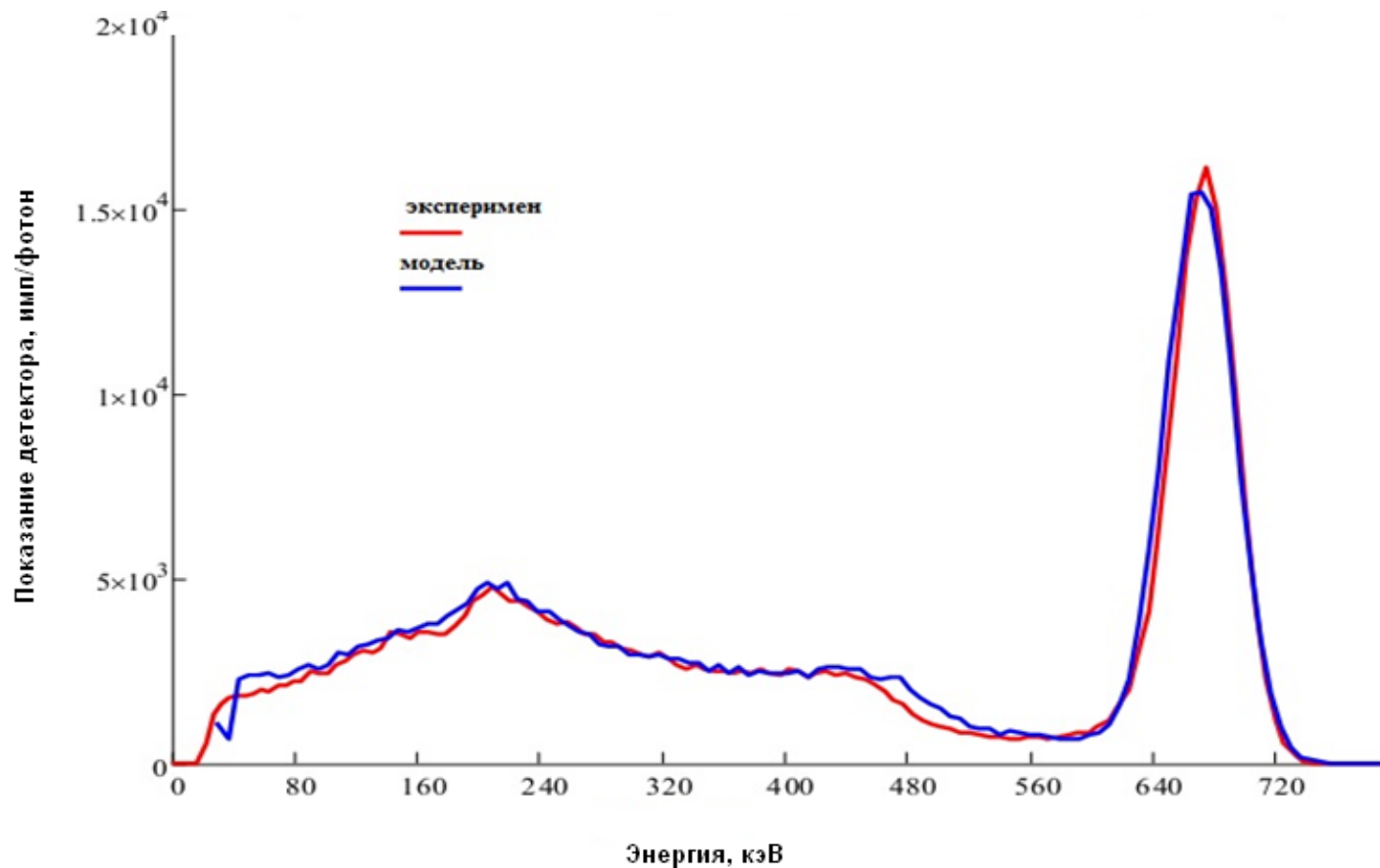
GPS



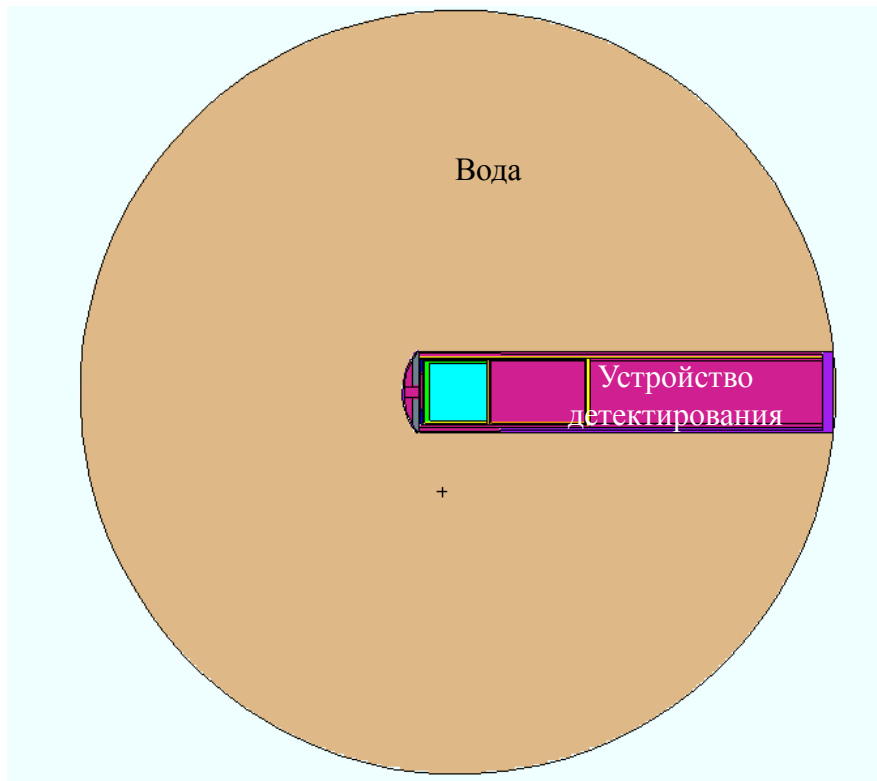
Pressure: 1.012 atm  
Humidity: 36 %  
Battery 1: 8 %  
Battery 2: 65 %

Данные датчиков:  
влажность, давление,  
заряд аккумуляторной  
батареи

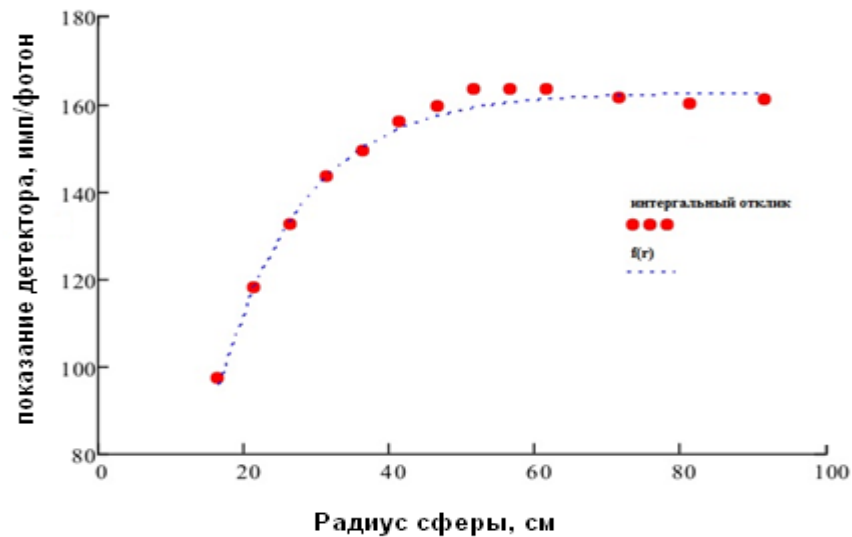
Данные от датчика определения положения устройства детектирования в пространстве



Экспериментальный и расчетный спектр  
(точечный источник на расстоянии 10 см от детектора)



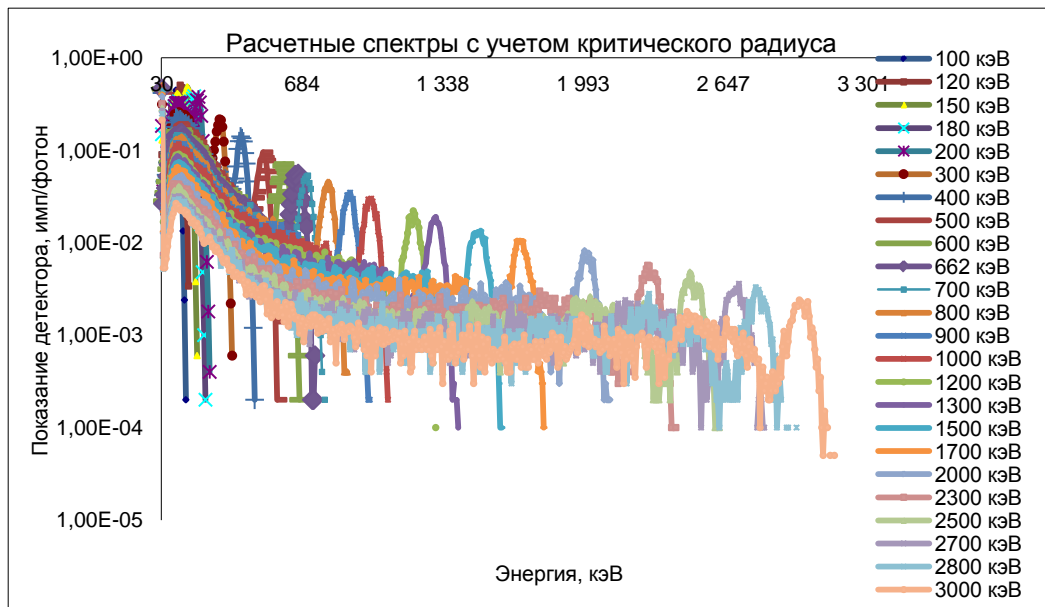
Модель устройства детектирования МКС-АТ6104ДМ в воде (геометрия измерения 4π)



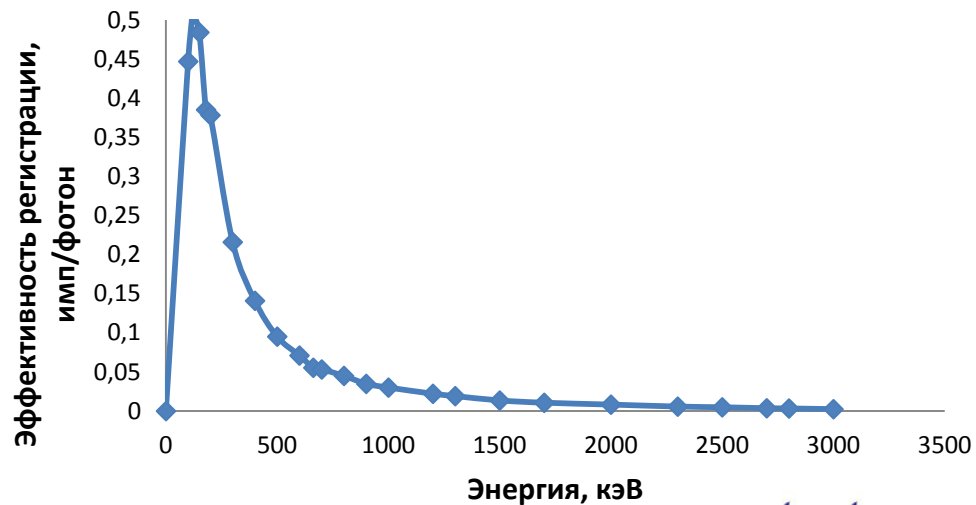
Зависимость показаний детектора от радиуса сферы

Значения критических радиусов сферы при разных отклонениях от значения интегрального отклика для условно бесконечного радиуса пробы

отклонение, %	Значения критического радиуса сферы, см
1	60
2	51,9
3	47,1
5	41,2
10	33,1

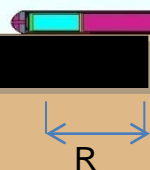


Показания детектора в геометрии измерения  $4\pi$



Вода

Ил



Схематический рисунок расположения прибора на дне водоема

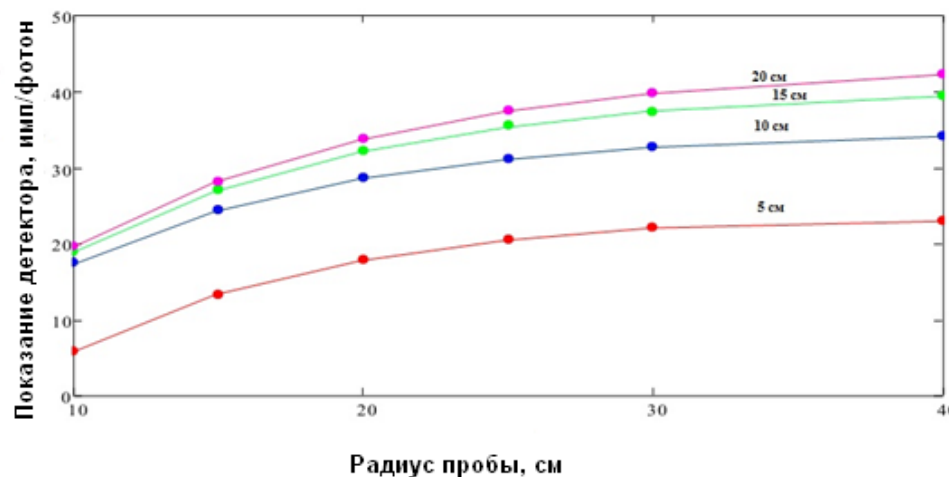
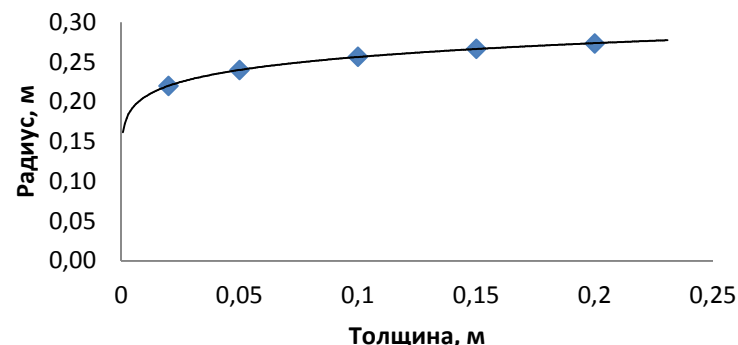


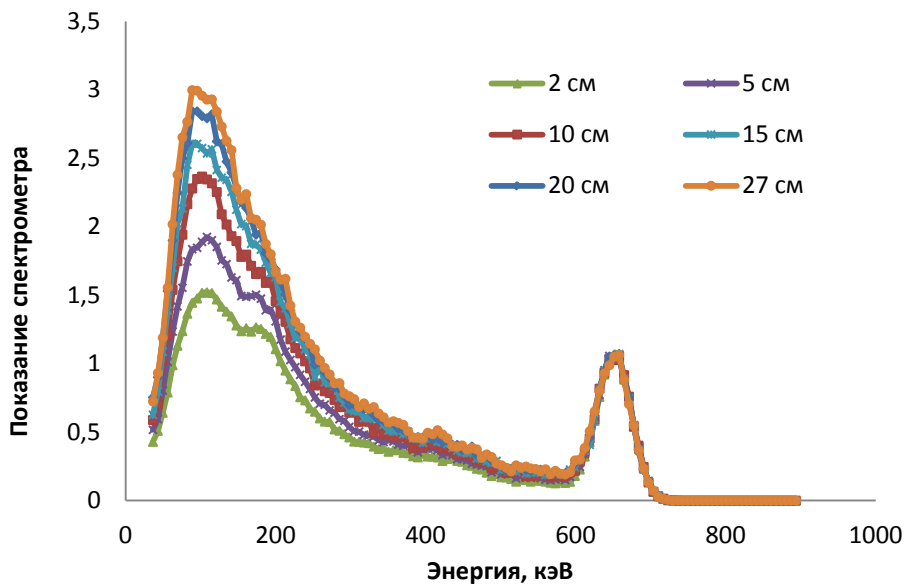
График зависимости интегрального отклика от радиуса пробы с радионуклидом Cs -137 при разных толщинах загрязненного слоя донных отложений

Значения критического радиуса R для разных толщин загрязненного слоя донных отложений радионуклидом Cs-137

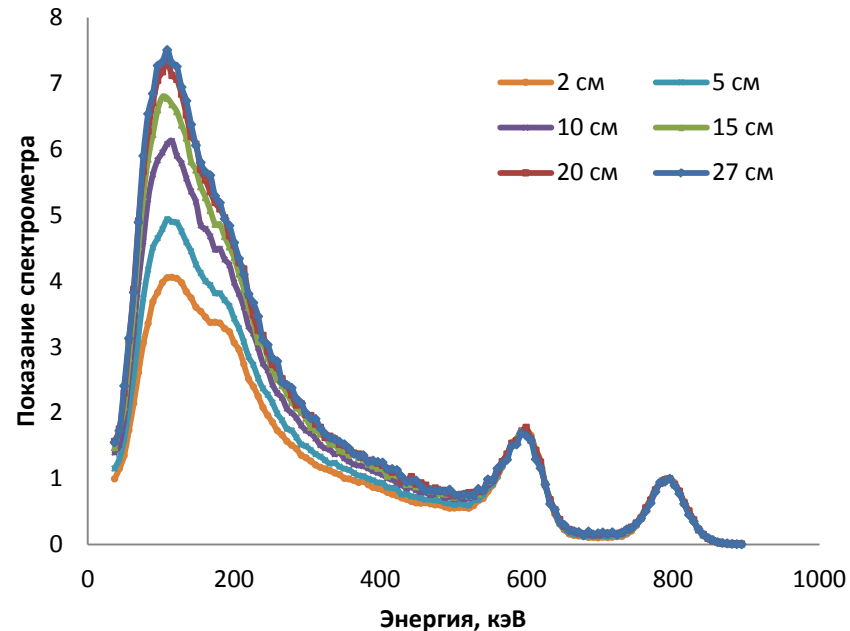
Отклонение, %	Толщина слоя, см			
	5	10	15	20
	Значение критического радиуса R, см			
1	46.1	49.1	51.9	56.3
3	35.7	38.2	40.3	43.7
5	30.9	33.0	34.9	37.8
10	24.3	26.1	27.6	29.8

Зависимость критического радиуса R от толщины загрязненного слоя



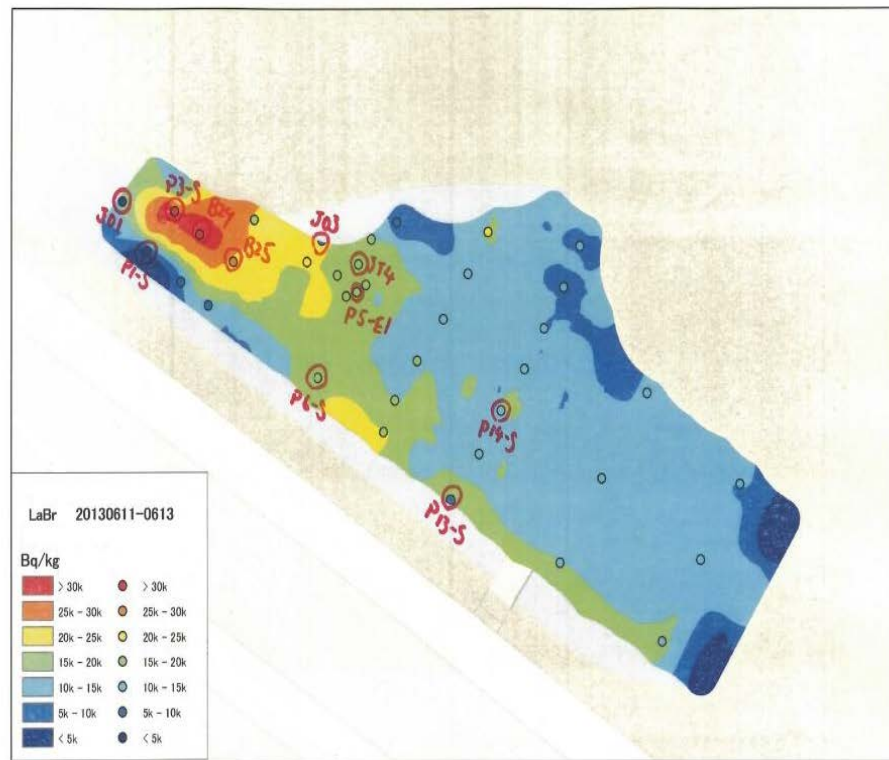
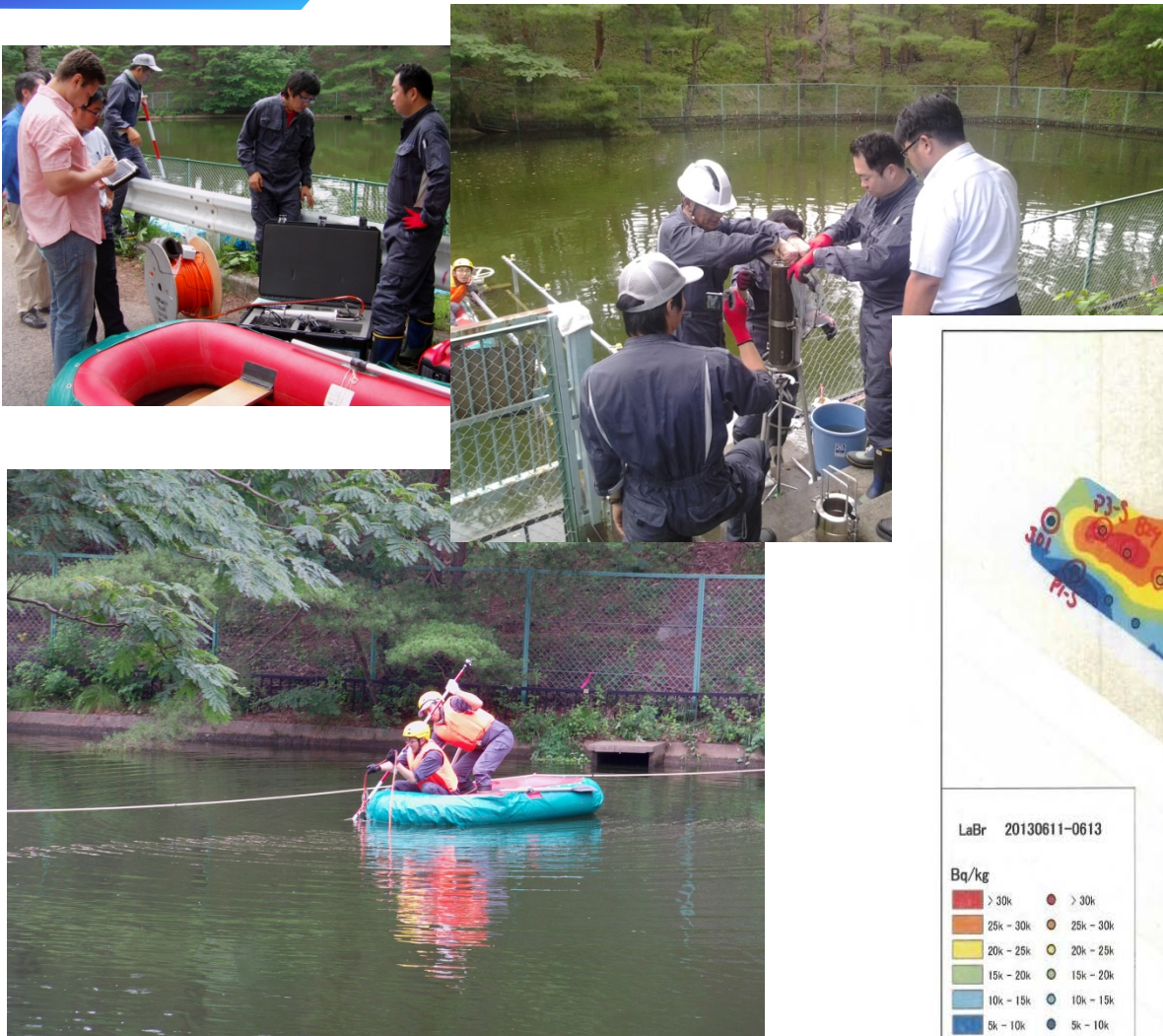


Расчетные спектры Cs-137 с учетом критического радиуса R для заданных толщин загрязненного слоя донных отложений в геометрии измерения  $2\pi$



Расчетные спектры Cs-134 с учетом критического радиуса R для заданных толщин загрязненного слоя донных отложений в геометрии измерения  $2\pi$

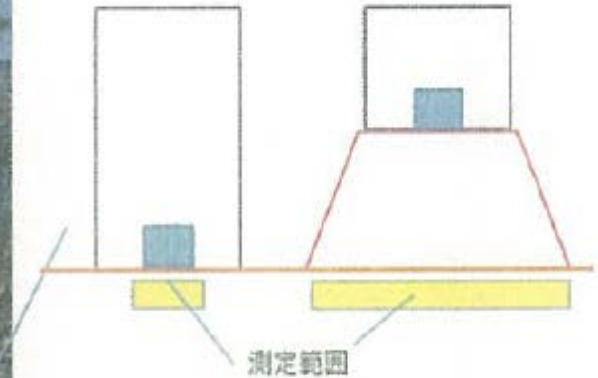




Пруд на территории Университета г. Фукусима



**P-Scanner**



スカート内は空洞とし、測定範囲を広げる効果

**J-subD**

JAEA NO	Пробоотбор ОЧГ-спектрометр (Бк/кг)	p-Scanner (Бк/кг)	Отклонение, %	J-subD (Бк/кг)	Отклонение, %	МКС-АТ6104ДМ (Бк/кг)	Отклонение, %
P13-S	19030	17236	-9.4%	9299	-51.1%	13700	-28.1%
P14-S	17350	11688	-32.6%	11899	-31.4%	13200	-23.7%
P6-S	17030	18896	11.0%	15189	-10.8%	1360	-20.3%
P5-E1	18520	15737	-15.0%	18033	-2.6%	17000	-8.3%
B25	32700	23799	-27.2%	25048	-23.4%	19700	-39.9%
B24	41000	32716	-20.2%	35840	-12.6%	38700	-5.6%
P3-S	35300	28723	-18.6%	36964	4.7%	36200	2.5%

**Натурные испытания спектрометра МКС-АТ6104ДМ по измерению удельной активности в донных отложениях показали в целом расхождение в пределах 30% по сравнению с отобранными со дна образцами.**





## 環ちゃんの仕様



- 2000年 完成
- 2000～2004年 101日、3,730km観測
- 2011年 再整備・改造
- 2013年3月 請戸川河口観測
- 2013年11・12月 小高川河口観測





**Спасибо за внимание!**