

**ПОГРУЖНЫЕ СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ
РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ АКВАТОРИЙ И
ПОДВОДНЫХ РАДИАЦИОННО-ОПАСНЫХ
ОБЪЕКТОВ**

**Общество с ограниченной
ответственностью
«Научно-
исследовательский центр
ЛСРМ»**

2023

Новые задачи

Радиоэкологический мониторинг акваторий имеет ряд особенностей при проведении измерений водной среды в местах локализации подводных радиационно-опасных объектов (ПРОО), судов с ядерными энергетическими установками (ЯЭУ) и в окрестностях АЭС. Требуется разработка средств измерения и индикаторов полей гамма и нейтронного излучений для работ на значительных глубинах в широком диапазоне измерений.



Новые диапазоны измерений

○Расширение необходимых диапазонов измерения (МЭД) гамма-излучения, плотности потока нейтронов в водной среде, необходимость измерения спектров гамма-излучения в широком диапазоне энергий и с высоким энергетическим разрешением, измерение плотности потока нейтронов от фоновых значений до СЦР требует разработки совершенно новых глубоководных средств измерения и индикаторов.

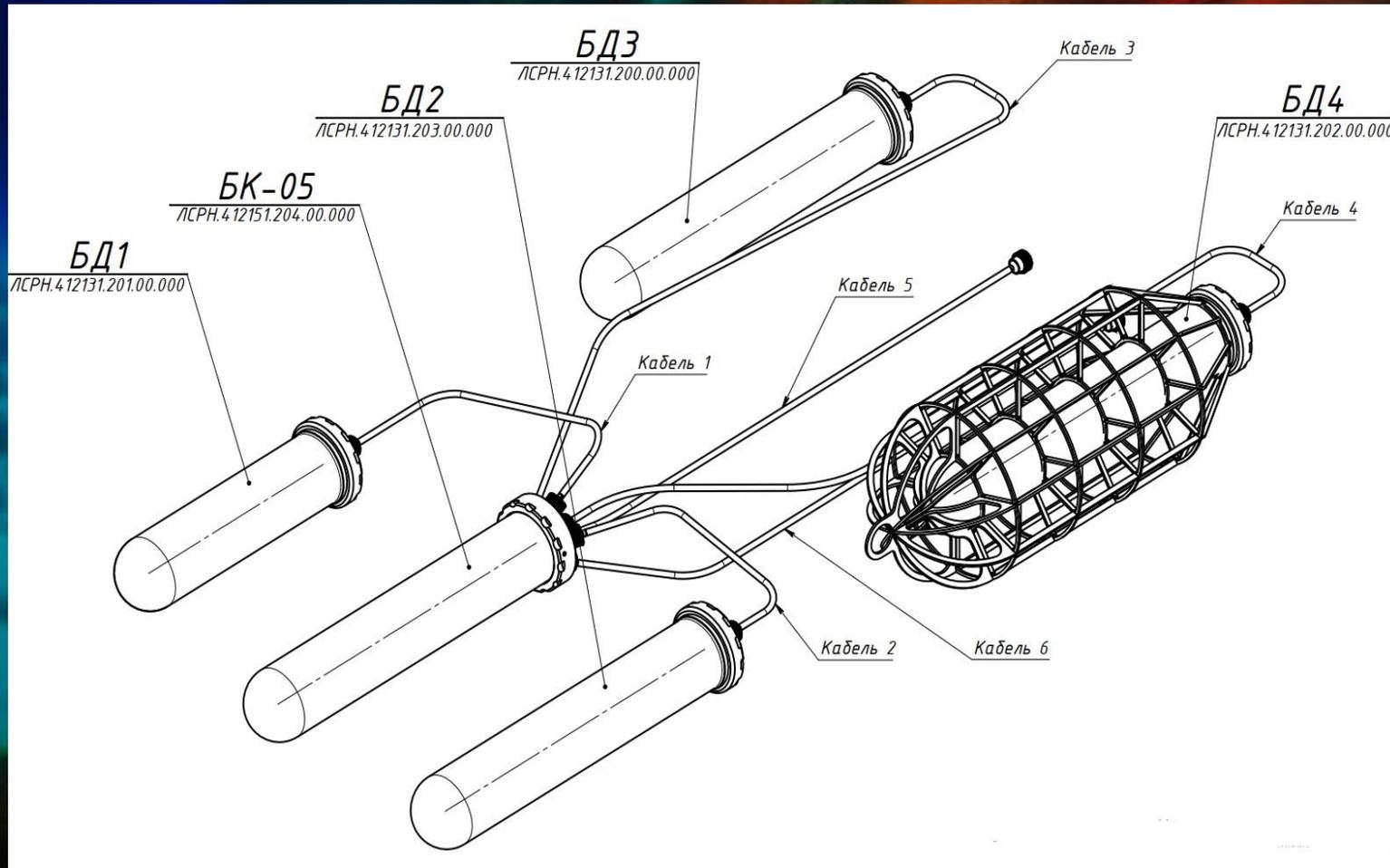
Назначение и область применения

- **Комплекс контроля радиационной обстановки глубоководный** предназначен для измерения и индикации МЭД гамма-излучения, потока и энергии гамма-квантов, плотности потока нейтронов при решении задач:
 - - оценки состояния подводных радиационно-опасных объектов;
 - - обнаружение и идентификация радионуклидов в подводных радиационно-опасных объектах и объектах окружающей среды;
 - - подводный мониторинг радиационной обстановки акваторий.
- Обеспечивает измерение:
 - - амбиентного эквивалента мощности дозы гамма-излучения;
 - - потока и энергии гамма-квантов;
 - - плотности потока нейтронов;
 - - индикацию мощности дозы гамма-излучения и потока нейтронов за пределами диапазона средств измерения
 - - определение радионуклидного состава и объёмной активности объектов внешней среды: (вода морская; донные отложения);

Состав комплекса

- программно-аппаратный комплекс состоит из:
- - четырех автономных измерительных каналов регистрации гамма и нейтронного излучений:
- блок детектирования гамма-излучения дозиметрический,
- блок детектирования нейтронного излучения дозиметрический,
- спектрометр одно- двухканальный гамма-излучения ,
- индикатор гамма- нейтронного излучения для высоких уровней воздействия,
- блок интерфейса передачи данных с герметичными подводными кабелями передачи данных;
- автоматизированного рабочего места (АРМ) с программным обеспечением;

Компоновка комплекса



- четыре автономных измерительных канала регистрации гамма и нейтронного излучений:

- блок коммутации для обеспечения питания, связи с ТНПА или НН, или накопления данных в автономном режиме;

- программного обеспечения (ПО) ГИС «Акватория» и поверочного ПО LinKSGN-R;

Внешний вид блоков детектирования глубоководных



Перечень измеряемых и контролируемых параметров и характеристик назначения блока детектирования гамма-излучения дозиметрического

Наименование параметра, единица величины	Номинальное значение, рабочий диапазон	Допустимое отклонение	Требование к точности (погрешности) измерений
Диапазон измерений МЭД фотонного излучения, Зв/ч	от $1,0 \cdot 10^{-7}$ до $1,0 \cdot 10^2$		25%
Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении МЭД, %	± 25 %		
Диапазон энергий регистрируемого рентгеновского и гамма- излучения, МэВ	от $6,0 \cdot 10^{-2}$ до 3		15%
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерений МЭД фотонного излучения в рабочих условиях эксплуатации при воздействии внешнего фактора: температуры, качки и наклонов	± 10 %		10%
Энергетическая зависимость в диапазоне энергий регистрируемого рентгеновского и гамма-излучения, %, в пределах	от -25 до +30		10%
Время установления рабочего режима, мин, не более	1 мин		$\pm 0,006$ мин
Время непрерывной работы, ч, не менее	10 ч		$\pm 0,006$ ч
Нестабильность показаний за время непрерывной работы 10 часов, %	± 5 %		$\pm 0,5$ %

Перечень измеряемых и контролируемых параметров и характеристик назначения блока детектирования нейтронного излучения дозиметрического

Наименование параметра, единица величины	Номинальное значение, рабочий диапазон	Допустимое отклонение	Требование к точности (погрешности) измерений
Диапазон измерений мощности амбиентного эквивалента дозы нейтронного излучения и пределы допускаемой основной относительной погрешности прибора с БДКН-01, мЗв/ч	от $1,0 \cdot 10^{-4}$ до 10	$\pm 35\%$	10%
Диапазон измерений плотности потока нейтронов с известным энергетическим распределением и пределы допускаемой основной относительной погрешности прибора с БДКН-01, $\text{с}^{-1} \text{см}^{-2}$	от 0,1 до 10^4	$\pm 25\%$	0,5 мм
Диапазон энергий регистрируемого нейтронного излучения прибором с БДКН-01, МэВ	от $2,5 \cdot 10^{-8}$ до 14		30%
Относительная чувствительность для типовых источников нейтронного излучения при измерении мощности амбиентного эквивалента дозы прибора с источником нейтронов E_n :			
Тепловые, $E_n=0,025$ эВ	$51,3 \pm 10,3$	$\pm 10,3$	20%
Ra-γ-Be, $E_n=100$ кэВ	$12,20 \pm 1,20$	$\pm 1,20$	10%
^{252}Cf , $E_n=2,13$ МэВ	$1,17 \pm 0,12$	$\pm 0,12$	10%
Pu-α-Be, $E_n=3,7$ МэВ	1,0	1,0	10%
Pu-α-Be, $E_n=4,16$ МэВ	$0,83 \pm 0,08$	$\pm 0,08$	10%

Перечень измеряемых и контролируемых параметров и характеристик назначения спектрометра двухканального гамма-излучения

Канал 1- Устройство спектрометрическое рентгеновского и гамма-излучения MCA527 CZT

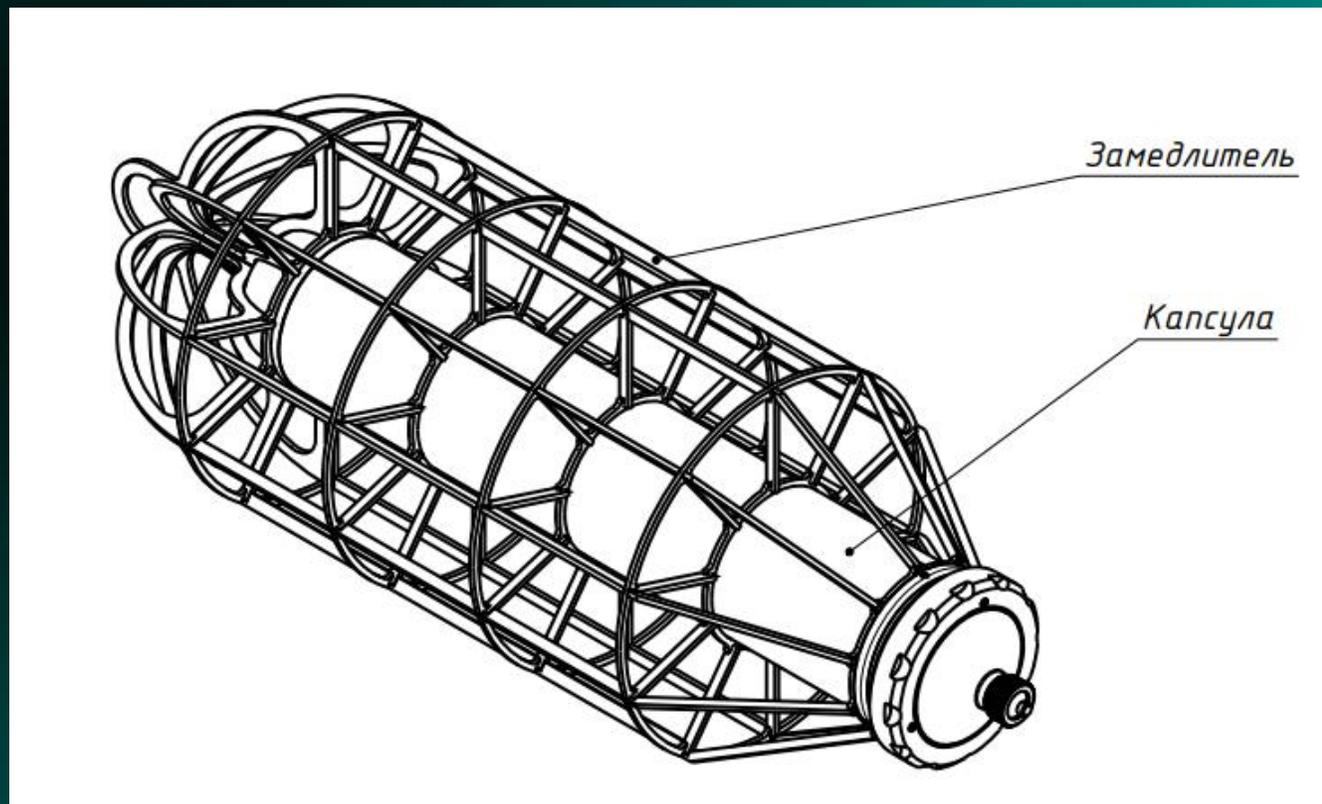
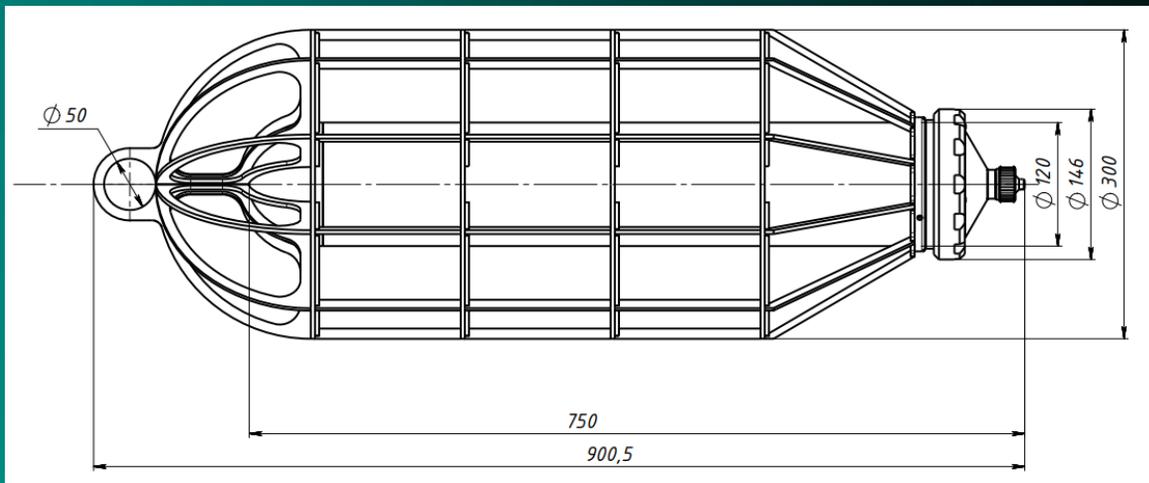
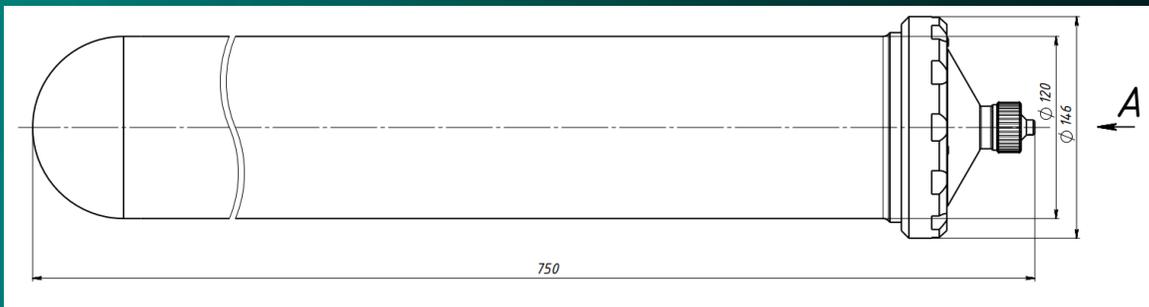
Наименование параметра, единица величины	Номинальное значение, рабочий диапазон	Допустимое отклонение
Диапазон регистрируемых энергий фотонного излучения, МэВ	от 0,02 до 3 МэВ	
Пределы допускаемой основной погрешности характеристики преобразования (интегральная нелинейность), %	$\pm 0,5$ %	$\pm 0,12$
Относительное энергетическое разрешение по линии гамма-излучения с энергией 661,7 кэВ эталонного источника Cs-137, %, не более	4,5	$\pm 0,5$
Эффективность регистрации гамма-излучения в пике полного поглощения радионуклида Cs-137 по линии 661,7 кэВ, $\text{с}^{-1} \cdot \text{Бк}^{-1}$, не менее	$5,0 \cdot 10^{-7}$	± 10 %

Перечень измеряемых и контролируемых параметров и характеристик назначения спектрометра двухканального гамма-излучения

Канал 2- Погружная спектрометрическая система для определения радионуклидного состава воды и донных отложений ПССВ

Наименование параметра, единица величины	Номинальное значение, рабочий диапазон	Допустимое отклонение
Пределы допускаемой основной погрешности характеристики преобразования (интегральная нелинейность), %	±1,0	0,24
Относительное энергетическое разрешение по линии гамма-излучения с энергией 661,7 кэВ эталонного источника Cs-137, %, не более	10 %	±1 %
Максимальная входная статистическая загрузка, с ⁻¹ , не менее	1·10 ⁵ с ⁻¹	
Относительное изменение разрешения по линии гамма-излучения ППП с энергией 661,7 кэВ при максимальной загрузке спектрометрического измерительного канала, %, не более	15 %	±1,5 %
Относительное смещение положения ППП с энергией 661,7 кэВ при максимальной загрузке, %, не более	1 %	±0,3 %
Время установления рабочего режима, мин, не более	30 мин	
Время непрерывной работы, ч, не менее	Не ограничено	
Нестабильность показаний за время непрерывной работы 10 часов, %	±1 %	

Общий вид индикатора гамма-нейтронного излучения



Перечень измеряемых и контролируемых параметров и характеристик назначения индикатора гамма-нейтронного излучения

Детектор прямого заряда ДПЗ.02

Наименование параметра, единица величины	Номинальное значение, рабочий диапазон	Допустимое отклонение
Диапазон измерения плотности потока нейтронов, $\text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$	от $1,0 \cdot 10^9$ до $1,0 \cdot 10^{14}$	
Начальная чувствительность ДПЗ к условной плотности потока нейтронов, приведенная к 1 м номинальной длины эмиттера, $\text{А} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}$	$(12,0 \pm 1,2) \cdot 10^{-24}$	$\pm 1,2 \cdot 10^{-24}$
Чувствительность ДПЗ к мощности поглощенной дозы гамма-излучения ^{60}Co , приведенная к 1 м номинальной длины эмиттера, $\text{А} \cdot \text{с} / \text{Гр}$	$(0,8 \pm 0,08) \cdot 10^{-10}$	$\pm 0,08 \cdot 10^{-10}$

На предельных флюенсах нейтронов $1,0 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ ток $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ А}$, при мощности дозы $1,0 \cdot 10^4 \text{ Гр/час}$ ток $2,2 \cdot 10^{-10} \text{ А}$, что позволяет работать в смешанных гамма-нейтронных полях

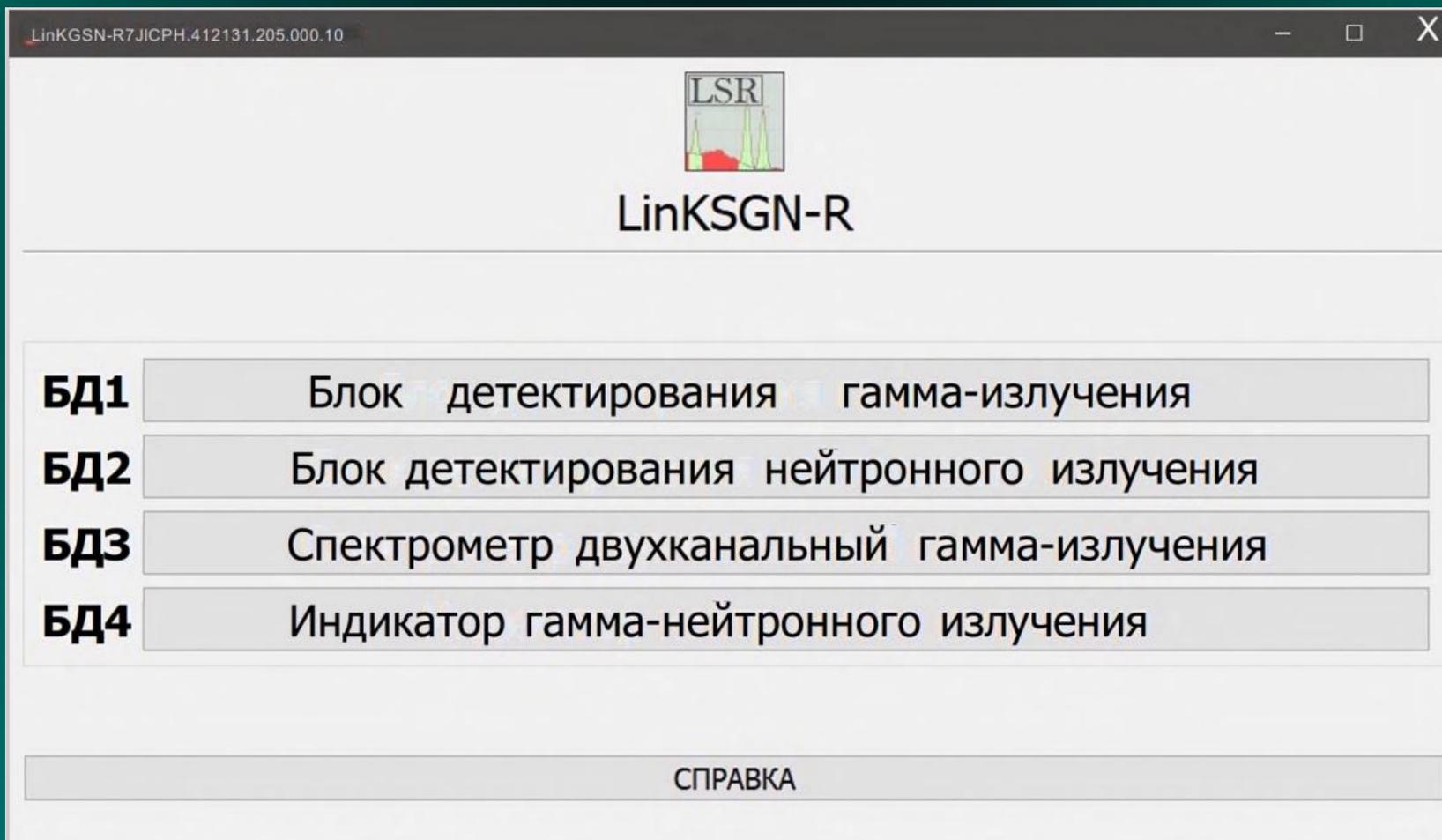
Перечень измеряемых и контролируемых параметров и характеристик назначения индикатора гамма-нейтронного излучения

Блок индикатора гамма-нейтронного излучения In

Наименование параметра, единица величины	Номинальное значение, рабочий диапазон
Диапазон индикации плотности потока нейтронов, $\text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$	от $1,0 \cdot 10^4$ до $1,0 \cdot 10^9$
Диапазон индикации МЭД фотонного излучения, Зв/ч	от $1,0 \cdot 10^1$ до $1,0 \cdot 10^4$

Программное обеспечение LinKSGN-R

7.ЛСРН.412131.205.000.10



Экранная форма модуля управления блоком детектирования гамма-излучения БД1

Состояние тракта:	Подключён
Амбиентный эквивалент дозы гамма-излучения, мкЗв:	9655
Амбиентный эквивалент мощности дозы гамма-излучения, мкЗв/ч:	16.2
Время измерения, с:	596

Экранная форма управления БД2 блоком детектирования нейтронного излучения

БД2 блок детектирования нейтронного излучения

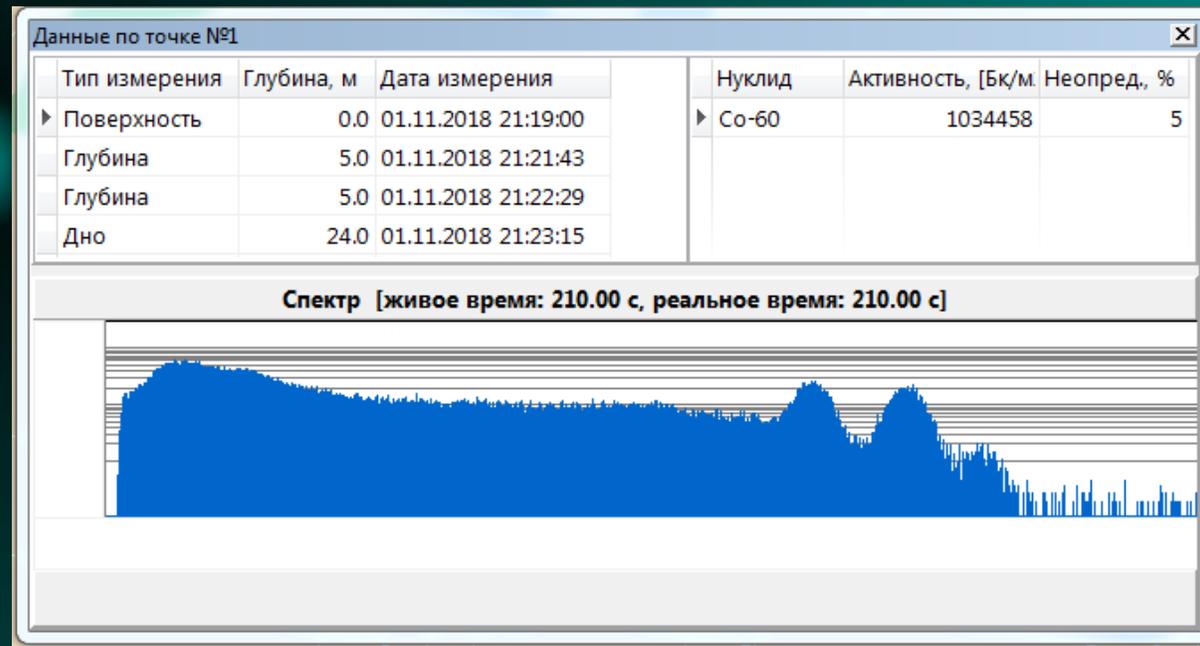
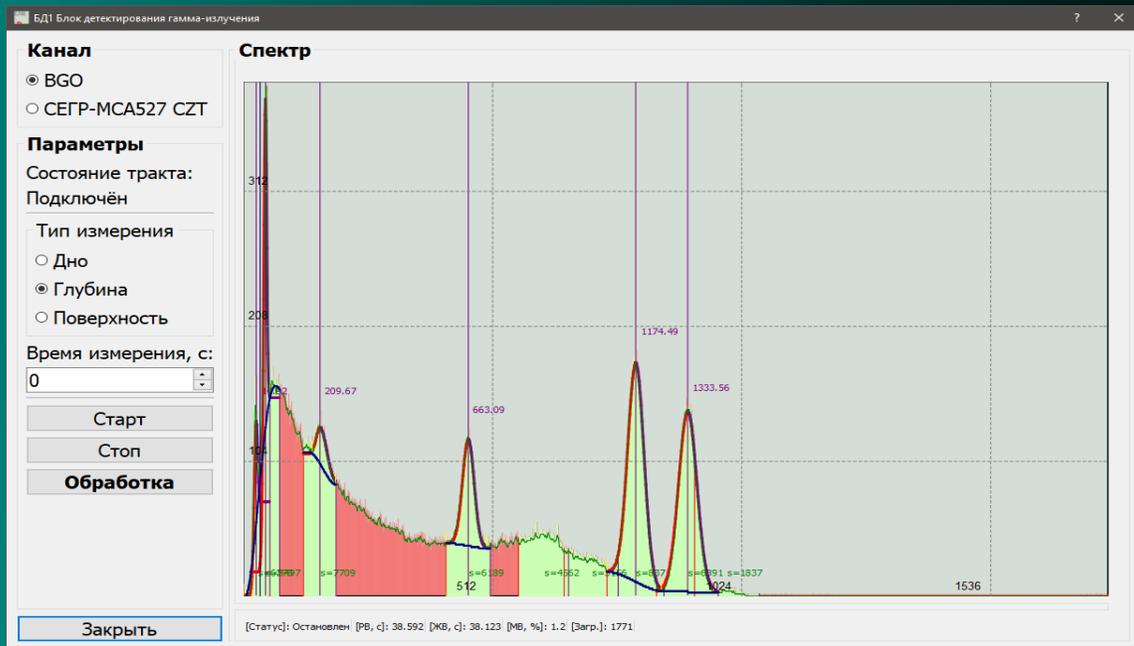
Старт **Стоп**

Состояние тракта: Подключён

Мощность дозы гамма, мкЗв:	124
Доза гамма-излучения, мкЗв:	8.49E4
Мощность дозы нейтронного излучения, мкЗв/ч:	1216
Доза нейтронного излучения, мкЗв:	8.33E5
Плотность потока нейтронного излучения, н/см ² с:	10.2E8
Поток (флюенс) нейтронного излучения, н/см ² :	6.99E11
Время измерения, с:	685

Закреть

Экранная форма гамма-спектрометра двухканального БДЗ



Экранная форма управления индикатором гамма-нейтронного излучения БД4

БД4 Блок детектирования нейтронного излучения

Старт **Стоп**

Состояние тракта: Подключён

Канал 1

Плотность потока нейтронного излучения, н/см ² с:	10.2E8
Поток (флюенс) нейтронного излучения, н/см ² :	6.99E11

Канал 2

Плотность потока нейтронного излучения, н/см ² с:	2.53E7
Поток (флюенс) нейтронного излучения, н/см ² :	8.7E10

Время измерения, с: 685

Заккрыть

Старт **Стоп**

Состояние тракта: Подключён

Мощность дозы гамма, мкЗв:	124
Доза гамма-излучения, мкЗв:	8.49E4

Создание наряда для проведения измерений

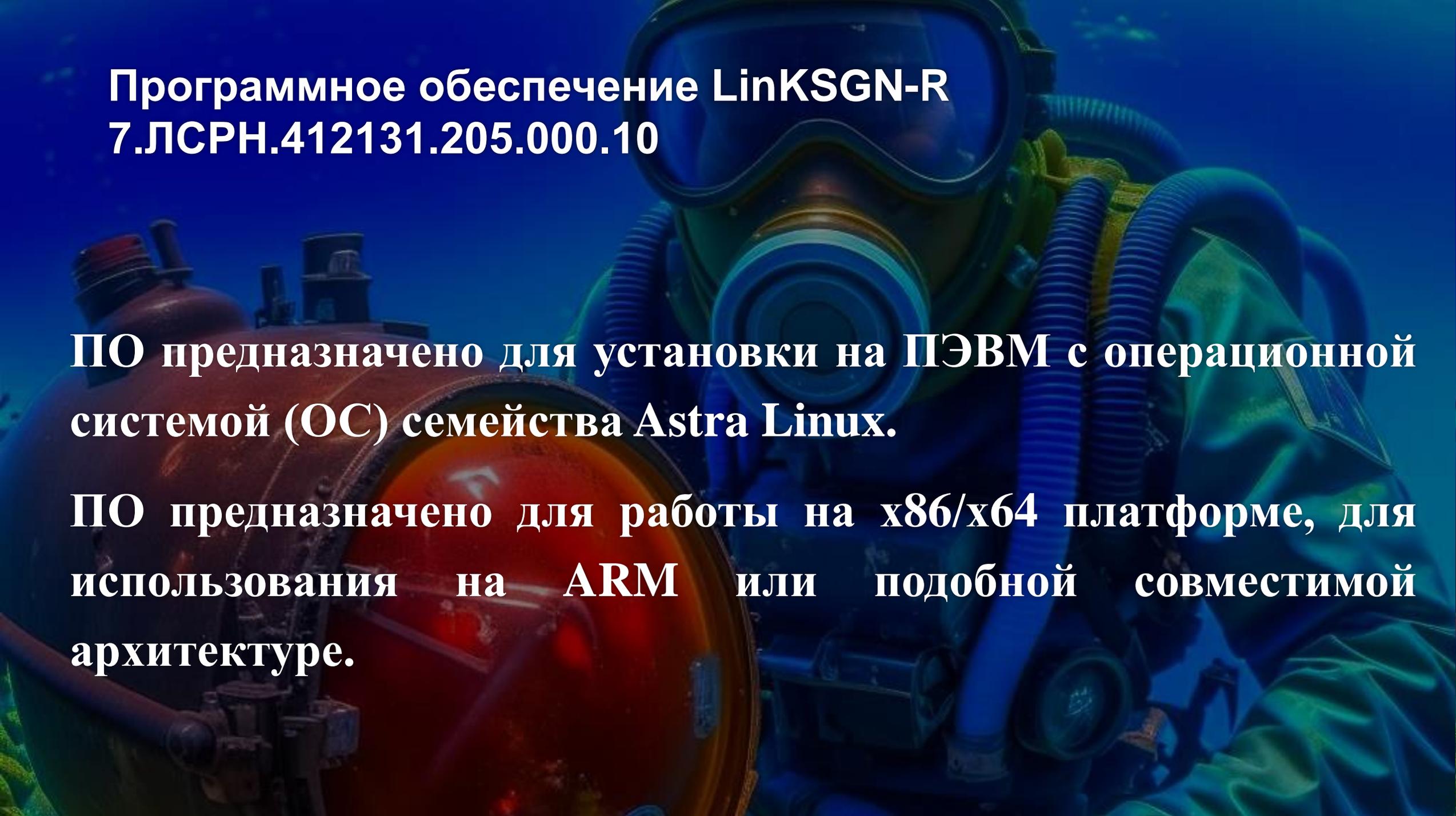
Наряды

с: 11.09.2007 14:30:38 по: 17.12.2012 23:59:59

Существующие наряды

Имя цикла измерений	Дата создания	№ точки	Дата создания
наряд2	01.11.2018 21:32:49	0	01.11.2018 21:12:44
▶ наряд1	01.11.2018 21:12:00	1	01.11.2018 21:17:47
Имя наряда	20.07.2018 23:27:09	▶ 2	01.11.2018 21:23:49
TEST	14.07.2018 0:33:10		
второй	10.07.2018		
первый	02.07.2018		

Тип измерения	Глубина, м	Дата измерения	Нуклид	Активность	Ед.изм.	Неопред., %
Поверхность	0.0	01.11.2018 21:19:00	▶ Cs-137	1364	Бк/м3	8
Глубина	5.0	01.11.2018 21:21:43				
▶ Глубина	5.0	01.11.2018 21:22:29				
Дно	24.0	01.11.2018 21:23:15				



**Программное обеспечение LinKSGN-R
7.ЛСРН.412131.205.000.10**

ПО предназначено для установки на ПЭВМ с операционной системой (ОС) семейства Astra Linux.

ПО предназначено для работы на x86/x64 платформе, для использования на ARM или подобной совместимой архитектуре.

ГИС «Акватория»

ГИС Акватория
Файл Инструменты Отчёт Параметры О программе

Данные GPS
Достоверность:

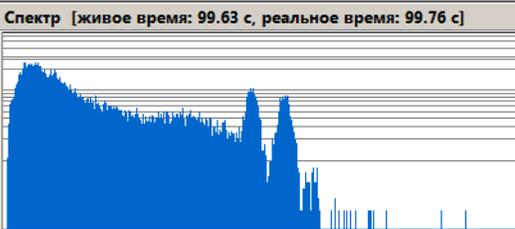
Широта, град: **56.21744N**
Долгота, град: **37.00217E**
Скорость, км/ч: **0**

Тип измерения
 Поверхность
 Глубина
 Дно

Измерение остановлено

Глубина, м: 7.0

Спектр [живое время: 99.63 с, реальное время: 99.76 с]



Радионуклидный состав [ПРЕВЫШЕНИЕ!]

Нуклиды	Активность, [Бк/м3]	Неопред. [%]
Со-60	992451	6

Долгота 37.00605, Широта 56.2159 | Активный наряд: "ТИ 71218 Сенег" | MO (sxf).dgc

12:51 07.12.2018

ГИС Акватория
Файл Инструменты Отчёт Параметры О программе

Данные GPS
Достоверность:

Широта, град: **56.21744N**
Долгота, град: **37.00217E**
Скорость, км/ч: **0**

Тип измерения
 Поверхность
 Глубина
 Дно

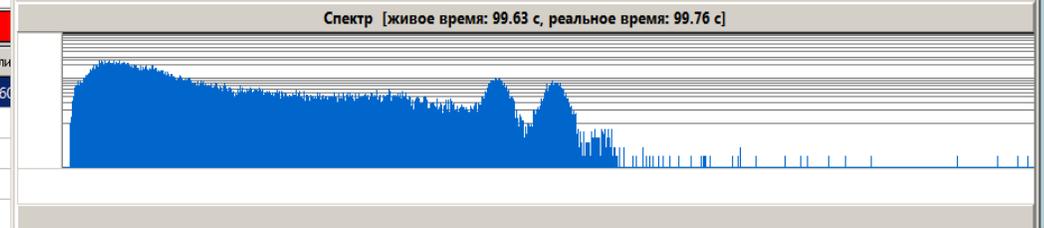
Измерение остановлено

Глубина, м: 7.0

Данные по точке №2

Тип измерения	Глубина, м	Дата измерения	Превышение	Нуклид	Активность	Ед.изм.	Неопред. %	Превышение
Поверхность	0.0	07.12.2018 12:51:10		Со-60	992451.0	Бк/м3	6.0	ПРЕВЫШЕНИЕ
Поверхность	0.0	07.12.2018 12:51:10	ПРЕВЫШЕНИЕ					

Спектр [живое время: 99.63 с, реальное время: 99.76 с]



Долгота 37.00212, Широта 56.2175 | Активный наряд: "ТИ 71218 Сенег" | MO (sxf).dgc

12:53 07.12.2018

Двухканальное исполнение для МЧС



Спасибо за внимание



Контактная информация:

ООО «НИЦ «ЛСРМ»,
г. Зеленоград,
+7 (495) 109-99-97
info@niclsrm.ru

Генеральный директор
Пономаренко Андрей Викторович

Заместитель
генерального директора
– главный метролог
Лебедева Татьяна Георгиевна

Начальник управления
проектами
Каширина Марина Сергеевна

