

СИСТЕМЫ СПЕКТРОМЕТРИИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ
РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ И
ПАСПОРТИЗАЦИИ РАО НА ОСНОВЕ
СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ И
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДЕТЕКТОРОВ
ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ И ОЧГ
ДЕТЕКТОРОВ

Пономаренко А.В. Лебедева Т.Г. Лебедев С.В.

Казань, 2019

ООО «НИЦ «ЛСРМ»

Унифицированные мобильные комплексы мониторинга радиационной и метеорологической обстановки. Автоматизированный контроль безопасности



Докладчик- Генеральный директор Пономаренко Андрей Викторович

Цели создания автоматизированных мобильных комплексов (АМК)

Исторически сложилось, что автоматизированные мобильные комплексы (АМК) получили широкое распространение в МО РФ и МЧС РФ как средства контроля за аварийными ситуациями.



Но в результате наших многочисленных работ получены:

- АМК доступные для эксплуатации операторами без специальной **квалификации**;
- АМК с автоматизацией всех измерительных процессов **в едином ПО**;
- АМК, выполняющие функции **в объеме АСРК** согласно нормативным документам для АЭС;
- АМК на **любой автомобильной платформе**;
- АМК, сочетающие в себе **рутинный мониторинг и контроль** за аварийной обстановкой.

Задачи и назначение АМК

Задачи АМК полностью согласуются с принципами контроля безопасности, изложенными в:
НП-012-99 «Правила обеспечения безопасности при выводе из эксплуатации блока атомной станции»,
НП-091-14 «Обеспечение безопасности при ВЭ ОИАЭ»,
НП-055—14 «Захоронение РАО. Принципы, критерии и основные требования».

В районе размещения и на площадке ПЗРО должен обеспечиваться мониторинг параметров процессов, явлений и факторов природного и техногенного происхождения на всех этапах жизненного цикла хранилища, характеристики района размещения и площадки хранилища необходимо контролировать на протяжении всего срока эксплуатации, закрытия и после закрытия в течение срока, установленного проектом.

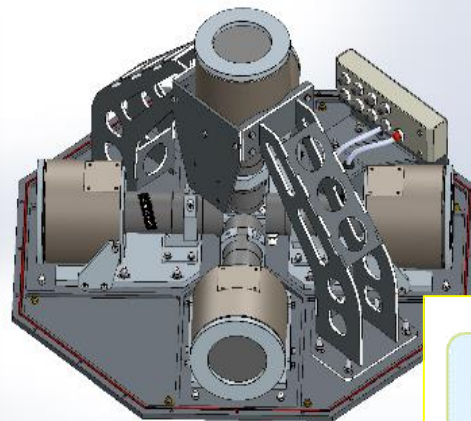
Назначение универсальных комплексов АМК:

- **контроль безопасности** - непревышение параметров радиационной обстановки атмосферы, объекта вывода из эксплуатации, зоны наблюдения за объектом;
- **сбор, обработка и обобщение информации на АРМ** в автоматизированном режиме на электронную карту местности или план объекта (**ГИС**);
- автоматическая **сигнализация** и цветовая индикация предупредительных и аварийных порогов уровня МЭД (количество контрольных уровней- 7);
- построение **прогнозов** аварийной ситуации;
- **передача данных** в режиме on-line на стационарный пост контроля;
- создание **отчетов** в печатном виде за смену, наряд.

Основные компоненты АМК

❑ Основные компоненты АМК, отличающие их от лабораторий радиационного контроля АЭС

- бортовые системы дистанционного контроля ИИИ фотонного излучения на ГИС-платформе;
- система автоматизированного забортного контроля аэрозолей альфа, бета, гамма-излучающих радионуклидов;
- носимые спектрометры, дозиметры, радиометры, интегрированные в ГИС-платформу
- метеокomплекс контроля температуры, направления и скорости ветра, осадков для построения прогнозов при аварии на АЭС



Основные компоненты АМК

❑ Основные компоненты АМК, отличающие их от лабораторий радиационного контроля АЭС

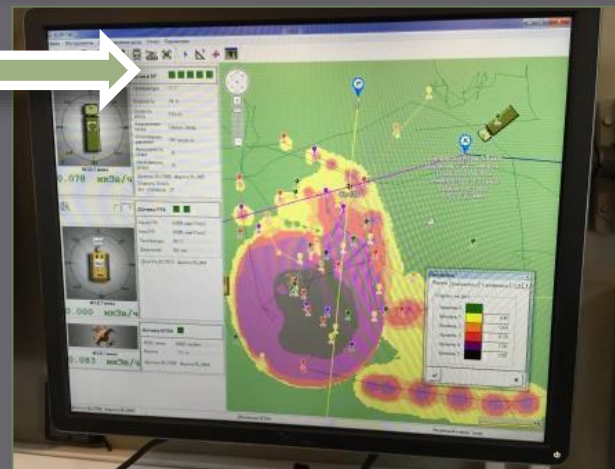
- АСИДК персонала МК;
- контейнеры для сбора средне- и низкоактивных ИИИ объемом до 300 дм³;
- средства дезактивации и спецочистки;
- Средства защиты персонала;
- ПК - автоматизированное рабочее место АРМ ГИС



Дозиметры ДВС-100С исполнения 01 и 02



Комплекс ортогональной спектрометрии поиска источников ионизирующего излучения

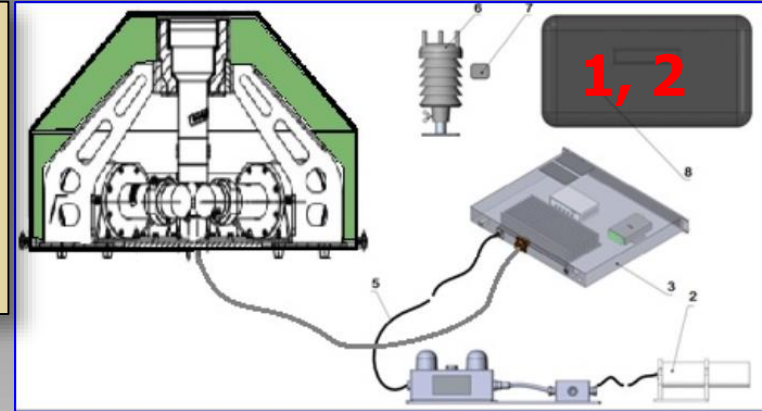


Назначение:

- Проведение радиационной разведки местности и объектов по мощности дозы (МЭД) - гамма-съемка местности в движении и визуализация радиационной обстановки на электронной карте местности, индикация зон МЭД;
- поиск местоположения источников ионизирующего гамма-излучения и аномально высоких уровней радиации на местности;
- локализация загрязненных участков и зон в виде изо-линий на карте
- идентификация радионуклидного состава источников;
- определение активности каждого радионуклида;
- Определение метеопараметров в зоне наблюдения;
- Построение карт загрязненности местности или объекта в 3-Д геометрии;
- Прогнозовый расчет развития аварии в случае ЧС

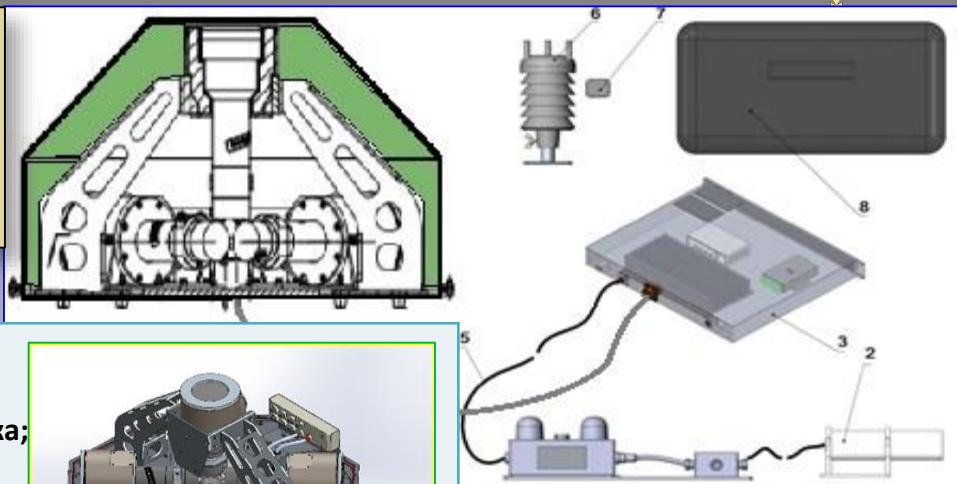
Комплекс имеет четыре исполнения в зависимости от поставленных задач. Базовое исполнение включает все задачи комплекса (воздушная, мобильная и робототехническая разведка):

- Спектрометрический канал
- Дозиметрический канал с сигнализацией
- Метеокомплекс серии WXT
- Комплекс средств робототехнического размещения КС РТК
- Средства радиационного контроля беспилотного летательного аппарата СРК БЛА
- Программное обеспечение "ГИС Локатор"



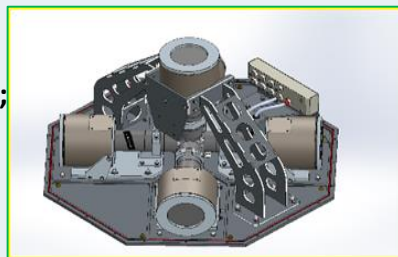
ПО "ГИС Локатор" обеспечивает сбор и отображение результатов радиационного контроля всех указанных технических средств на карте местности

Назначение измерительных каналов



1 – спектрометрический канал

- определение направления на локальный источник с борта машины в 3 D геометрии;
- оценку расстояния до локального источника;
- идентификацию гамма-излучающих радионуклидов ИИИ;
- определение активности радионуклидов ИИИ



2- дозиметрический канал (блок детектирования) гамма-излучения

- определение МЭД гамма-излучения в зоне транспортного средства;
- построение маршрута и цветографическая индикация маршрута по мощности дозы (изолинии зон загрязнения);
- определения момента пересечения зоны загрязнения ИИИ;
- звуковая сигнализация превышения порогового значения МЭД для запуска процедуры поиска источника (ИИИ) спектрометрическим каналом.

6 - метеокомплекс

- определение температуры воздуха, влажности, направления ветра и количества осадков для прогнозирования развития ЧС

3 – блок синхронизации и питания

- питание измерительных каналов от системы энергообеспечения транспортного средства;
- сбор, синхронизация и передачу на АРМ (ПК);
- экстренное и штатное включение и выключение питания комплекса

4,5 – комплект кабелей

- экранирование и защита от помех

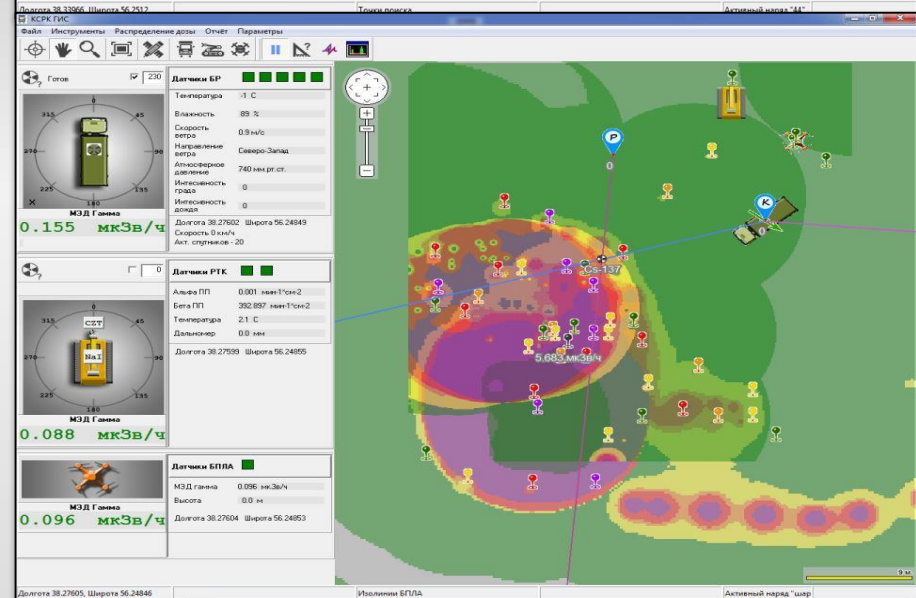
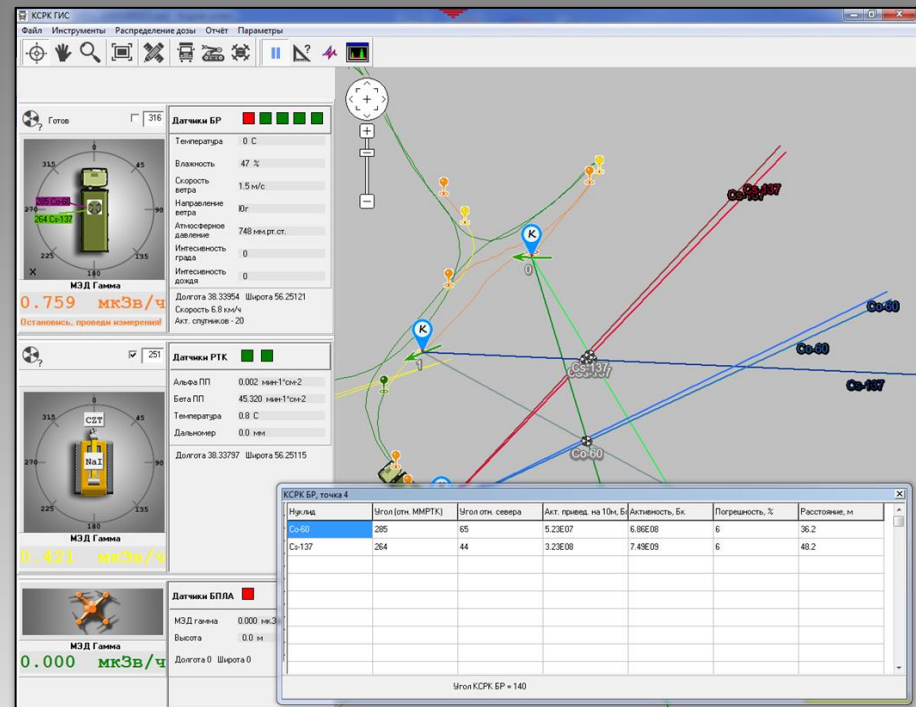
7 - GPS/ГЛОНАСС приемник и компас

- определение географических координат для привязки результатов измерения к карте геоинформационной платформы (ГИС), ориентация изображений технических средств и автомобиля на карте

8 – блок обработки данных и питания

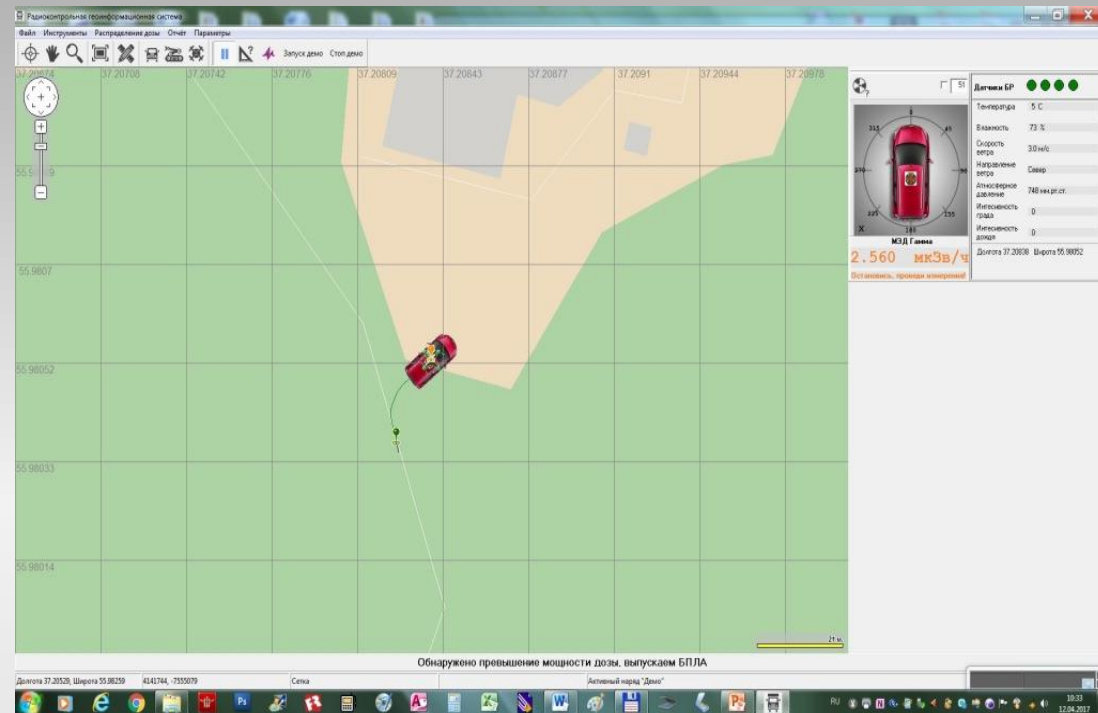
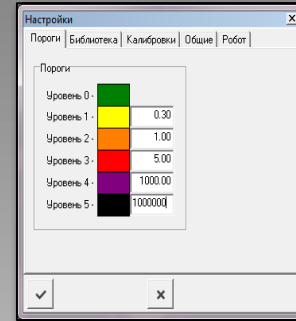
Программное обеспечение «ГИС Локатор»

- ❑ ПО "ГИС Локатор" создано для автоматизации процессов измерений разнотипной аппаратурой комплекса и отображения их результатов на единой ГИС-платформе, сбор и архивирование информации на ПК командира
- ❑ Обеспечивает обработку методики измерений как в рутинных условиях полевых измерений, так и в чрезвычайных
- ❑ Обеспечивает отображение траекторий движения машины, БЛА, РТК, цветографических полей распределения мощности дозы γ и результатов измерений, формирует отчетные формы за наряд



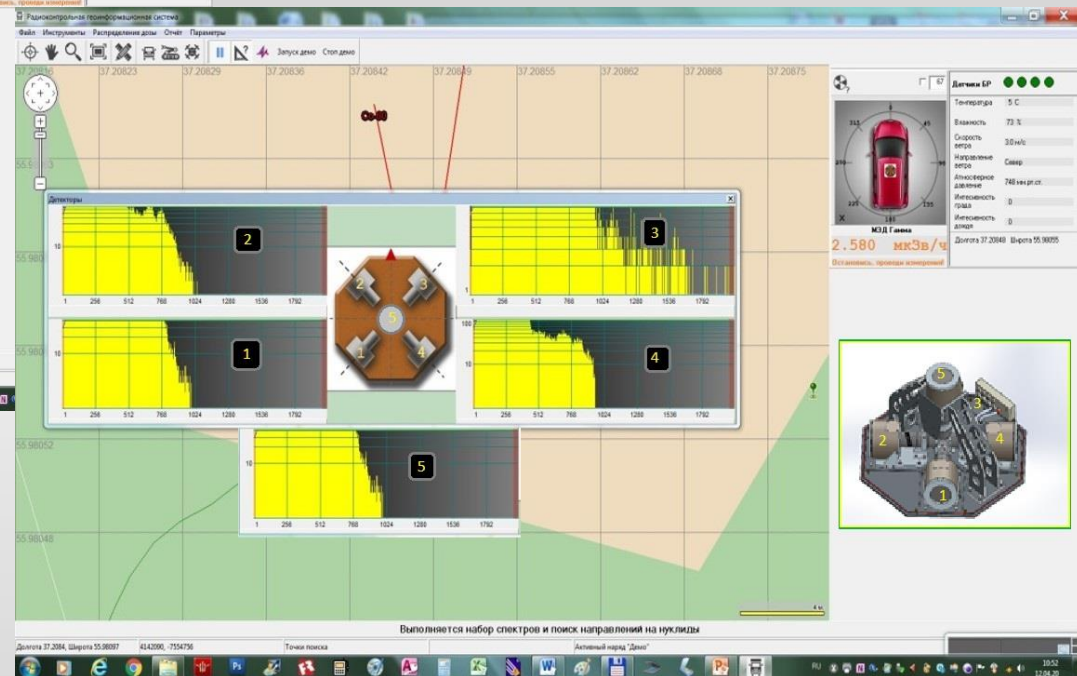
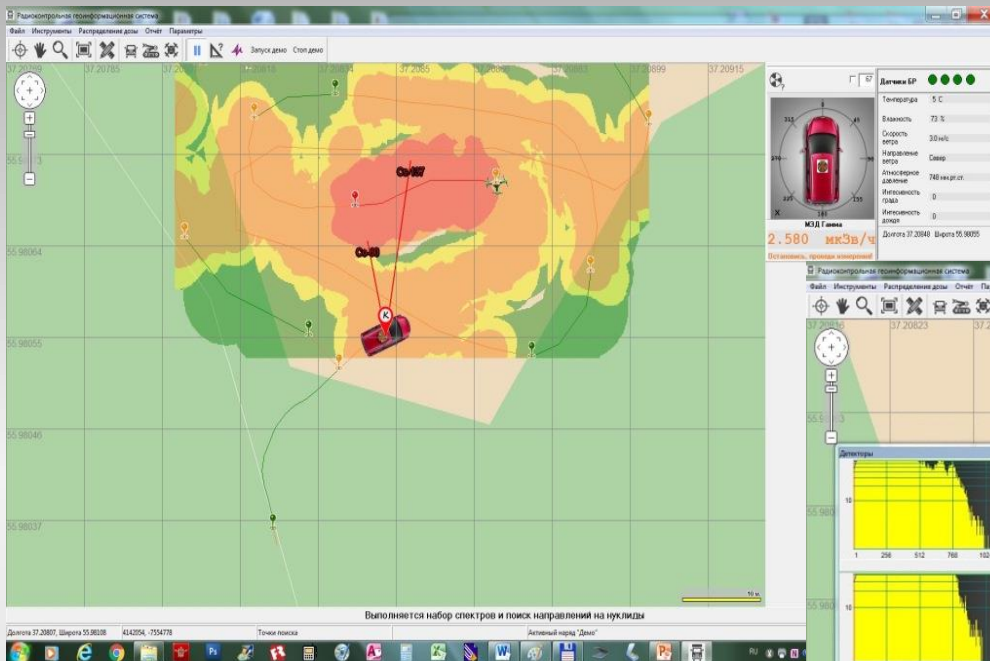
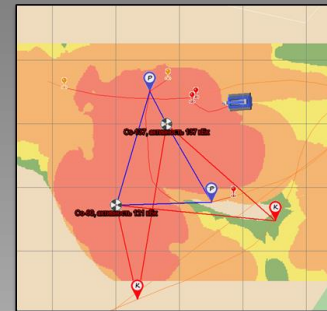
ШАГ 1: Разведка в движении

- ❑ Выявление радиационной обстановки и отображение результатов на карте местности по маршруту движения мобильного комплекса
- ❑ Сигнализация и цветовая индикация превышения пороговых значений мощности дозы гамма-излучения



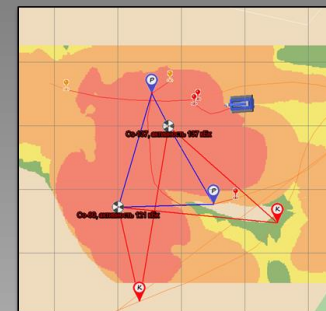
ШАГ 2: Остановка, поиск источников

- ❑ Поиск и определение направления на множественные техногенные гамма-излучающие радиационные источники, локализованные на местности на расстоянии ~200 м от автомобиля
- ❑ Определения радионуклидного состава источников



ШАГ 3: Определение характеристик источников

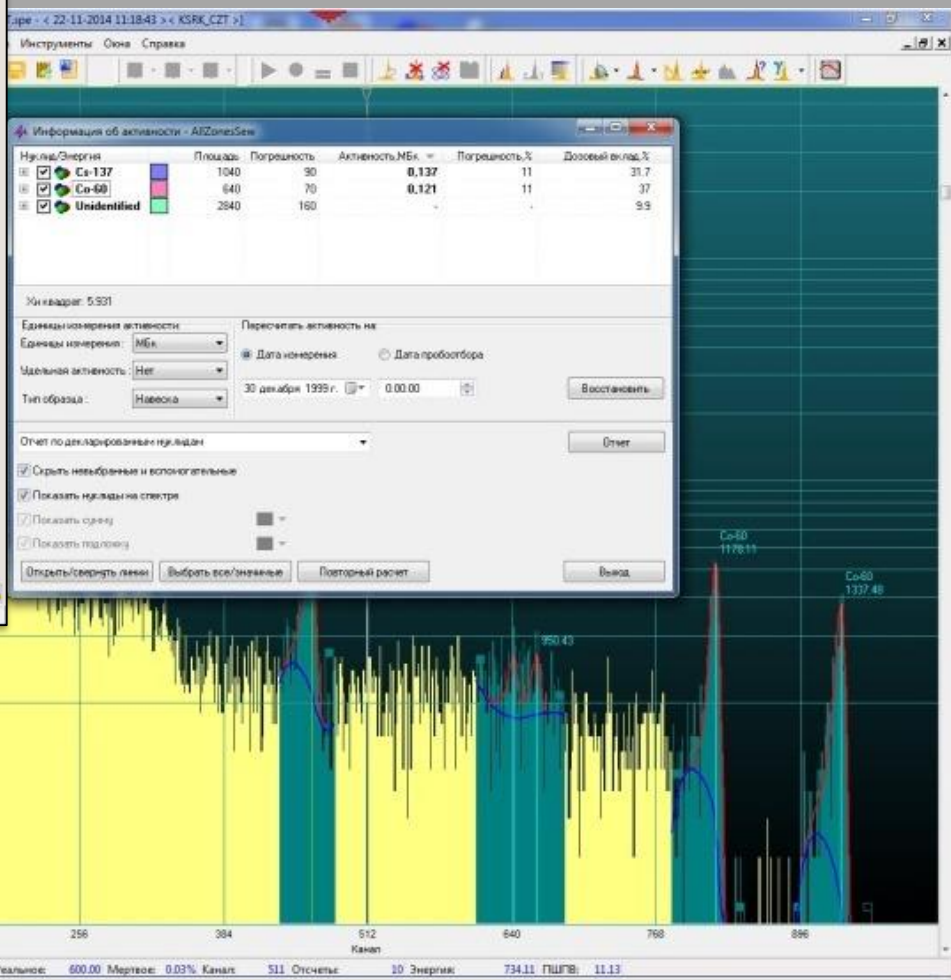
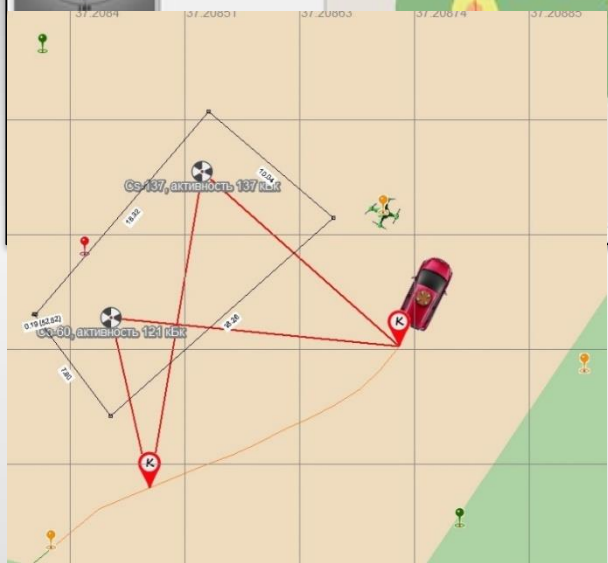
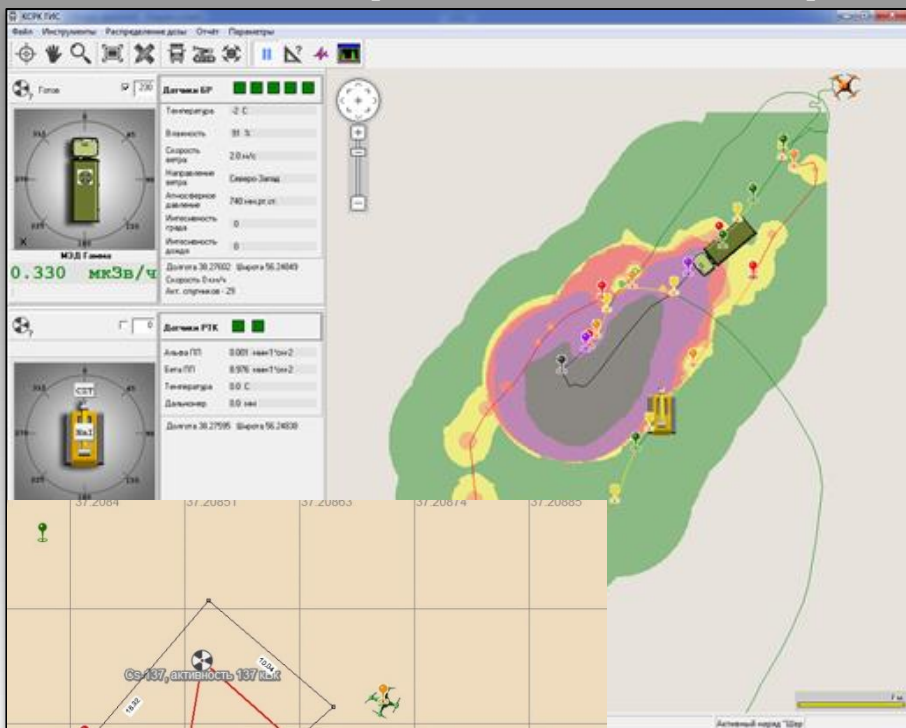
- ❑ Определения местоположения источников, расстояния до каждого локализованного источника
- ❑ и оценка активности радионуклидов

A screenshot of a radiation monitoring software interface. The main window shows a map with a grid and several radiation sources marked with icons and labels: 'Cs-137, активность 137 мкБк', 'Cs-60, активность 60 мкБк', 'Cs-137, активность 137 мкБк', and 'Cs-60, активность 60 мкБк'. A red car icon is positioned on the map. A data table window is open, displaying the following information:

Нуклид	Итого (отк. МРПТ)	Итого отк. свеча	Акт. привоз. на 100т. Б	Активность, Бк	Погрешность, %	Расстояние, м
Cs-60	305	215		121 000	15	74,3
Cs-137	326	236		137 000	19	136

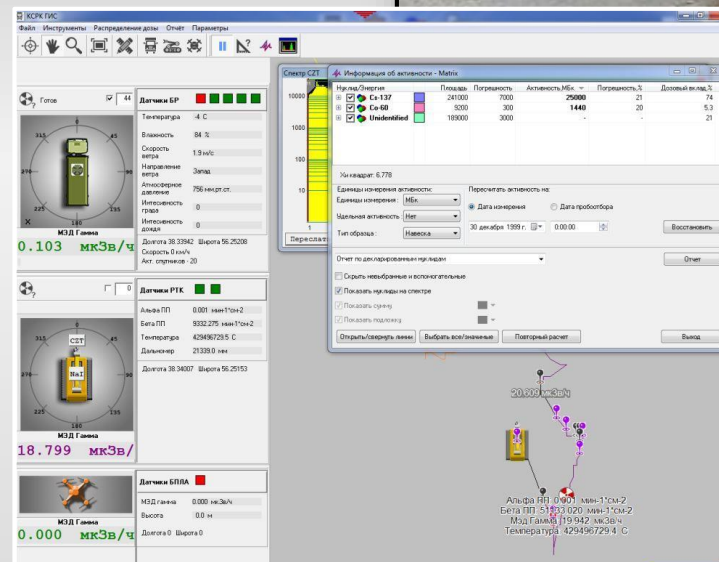
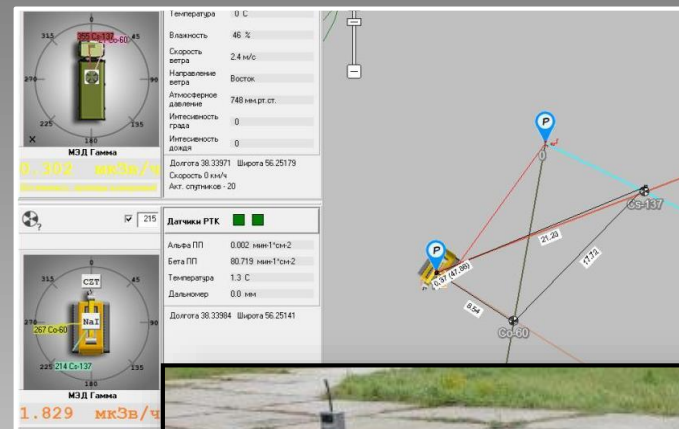
The interface also includes a top menu bar with options like 'Файл', 'Инструменты', 'Распределение дозы', 'Отчет', and 'Параметры'. On the right side, there are panels for 'Датчики БР' (Radiation Detectors) showing temperature (5 C), humidity (73 %), and wind speed (30 м/с), and a 'МДЛ Гамма' (Gamma MDA) panel showing a reading of 0.150 мкЗв/ч. A status bar at the bottom indicates 'Выполняется' (Executing).

ШАГ 4: Локализация зоны загрязнения на карте. Прецизионный анализ спектров, выявление прочих радионуклидов



ШАГ 5: паспортизация ИИИ РТК (при наличии робота или переносного оборудования)

- ❑ Определение радионуклидного состава источников, их местоположения на карте, расстояния до каждого локализованного источника от РТК
- ❑ Оценка активности радионуклидов источника
- ❑ Определения поверхностного загрязнения почвы альфа- и бета-излучающими радионуклидами
- ❑ Измерение активности гамма-излучающих радионуклидов, включая ядерные материалы, в непосредственной близости от источника
- ❑ Передача данных о результатах разведки РТК по каналам связи на рабочее место мобильного комплекса, отображения результатов на геоинформационной картографической платформе.



ШАГ 6: отчетность

Автоматически, по завершении наряда на работу, формируется печатная отчетная форма с результатами измерений, картографическими изображениями зон локализации ИИИ и фотоматериалами (при наличии)

КСРК
 Комплекс средств радиационного контроля ММРПК

ОТЧЕТ
 о результатах прогнозирования чрезвычайной ситуации с радиационным фактором

I. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ МЕТОДОМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Разрушения ядерного реактора, типа РБМК-1000 на Курской АЭС
 Дата аварии 01.03.15
 Время начала аварии 16:00 ч
 Время формирования заданной дозы внешнего гамма-облучения (первый прогноз), 10 часов
 Электрическая мощность ядерного реактора 1000 МВт
 Координаты АЭС XXXX.XX XXXX.XX
 Метеорологическая обстановка:

- Выбор 1 (аэропорт)**
- скорость ветра 10 м/с;
 - направление ветра север-восток, 20 градусов;
 - облачность 50% (ясно, перемещающаяся, сложенная).

Выбор 2 (атмосферическая)

№ точки контроля	Дата	Время	Местоположение	Скорость ветра, м/с	Направление ветра	Температура, °С	Влажность, %	Интен., дождя/снега
1	01.03.15	16:00:10	г. Курск	10	Северо-восток	-10	98	2
5								

Дополнительная информация

II. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ РАЗРУШЕНИИ ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА

Приведены случаи выбора оптимальной обстановки, детализация карты

1. Размеры зон радиоактивного загрязнения местности

Размеры прогнозируемых зон радиоактивного загрязнения местности, км/ч	Доза внешнего облучения D _{вн} , мЗв									
	5	10	50	100	250	500	750	1000	2000	3000
Глубина зоны L _г , км	48	35	13							
Ширина зоны L _ш , км	22	15	7							
Площадь зоны, км ²										

Параметры датчика радиационного контроля

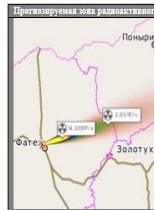
Координаты: XXXX.XX XXXX.XX

Расстояние по оси X от АЭС: 100%

Расстояние по оси Y от АЭС: 100%

Скорость ветра, м/с: 10

Мощность дозы гамма-излучения (МЗД), мЗв/ч: 0.0009



Размеры прогнозируемых зон радиоактивного загрязнения

Размеры прогнозируемых зон	1	2
Глубина зоны L _г , км	48	35
Ширина зоны L _ш , км	22	15
Площадь зоны, км ²		

Население в зонах защитных мероприятий

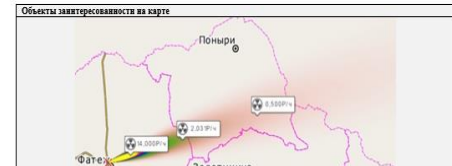
Укрытия, защита органов дыхания и кожных покровов (доза от 5 до 10 Зв/ч) Пер. насе. пункт

Полная профилактика П. насел. пункт

Эвакуация детей и беременных (доза более 10 мЗв/ч) П. насел. пункт

Эвакуация взрослых (доза более 50 мЗв/ч) П. насел. пункт

2. Оценка радиационной обстановки в зоне завершенности



Радиоконтрольная геоинформационная система

Отчет
 12.04.2017
 Наряд "Демо"
 Описание: Демонстрационный наряд

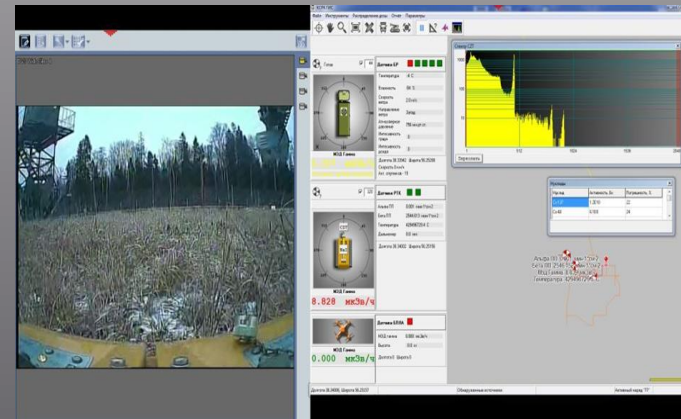
АВТОМОБИЛЬ

Дата измерения	МЗД	Гамма, мкЗв/ч	Долгота	Широта	Наряд
08.02.2016 20:14:17	0.14	37.20825	55.98036	2	
08.02.2016 20:14:19	0.14	37.20824	55.98038	2	
08.02.2016 20:14:21	0.13	37.20823	55.98039	2	
08.02.2016 20:14:22	0.15	37.20823	55.98041	2	
08.02.2016 20:14:24	0.14	37.20822	55.98042	2	
08.02.2016 20:14:26	0.14	37.20823	55.98043	2	
08.02.2016 20:14:29	0.15	37.20824	55.98045	2	
08.02.2016 20:14:31	0.13	37.20825	55.98046	2	
08.02.2016 20:14:33	0.13	37.20827	55.98048	2	
08.02.2016 20:14:35	0.13	37.20829	55.98048	2	
08.02.2016 20:14:36	0.14	37.20831	55.98049	2	
08.02.2016 20:14:38	0.15	37.20834	55.98050	2	
08.02.2016 20:14:41	0.12	37.20836	55.98051	2	
08.02.2016 20:14:42	0.16	37.20838	55.98052	2	
08.02.2016 20:14:44	0.14	37.20841	55.98053	2	
08.02.2016 20:14:46	0.12	37.20843	55.98054	2	
08.02.2016 20:14:47	0.12	37.20846	55.98056	2	
08.02.2016 20:14:49	0.16	37.20848	55.98055	2	
08.02.2016 20:14:50	0.17	37.20851	55.98056	2	
08.02.2016 20:14:52	0.18	37.20853	55.98057	2	
08.02.2016 20:14:53	0.15	37.20856	55.98057	2	
08.02.2016 20:14:55	0.14	37.20859	55.98058	2	
08.02.2016 20:14:57	0.18	37.20861	55.98059	2	

Принципы построения программной модели

- ❑ Внешний интерфейс прост и интуитивно понятен, что позволяет использовать **ОПЕРАТОРОВ НИЗКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ** для выполнения рутинных и аварийных измерений в ЧС,
- ❑ при этом архивные данные (спектры) позволяют провести дополнительные **ПРЕЦИЗИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**;
- ❑ Двухуровневое ПО: верхний уровень - внешний интерактивный интерфейс, который привязывает **ВСЕ ОБОРУДОВАНИЕ И окончательные РЕЗУЛЬТАТЫ** его измерений к картографической **ГИС-платформе**; нижний уровень – метрологически значимое ПО, обеспечивающее процедуры калибровки, поверки трактов и расчета результатов измерений, доступ к нему ограничен.
- ❑ Цикл измерений начинается созданием **НАРЯДА НА РАБОТУ** и заканчивается **ОТЧЕТОМ** результатов измерений с фото и картографической фиксацией событий.

- ❑ ПО представляет собой **МЕТОДИКУ ИЗМЕРЕНИЙ** в слайдах ПО, где количество шагов минимизировано и предопределено нарядом;
- ❑ для соблюдения **МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ** методики в ПО реализован диалог с пользователем в виде указаний по типу: «Превышена загрузка спектрометра, требуется увеличить расстояние», «Для получения активности ИИИ переместите комплекс в следующую точку»



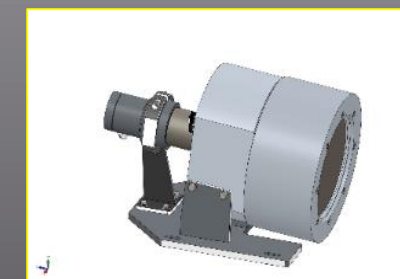
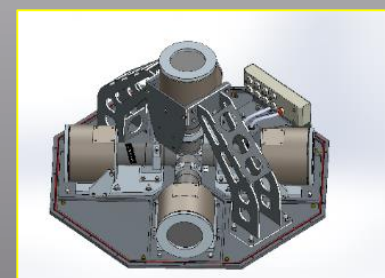
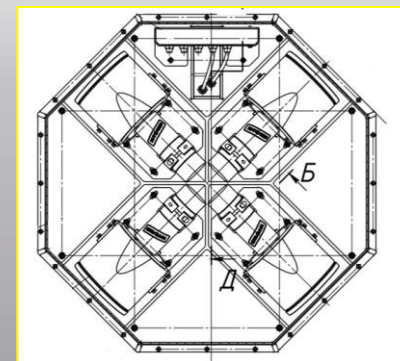
- ❑ В комплекте «Скай-гамма» поставляются **ИСТОЧНИКИ ДЛЯ КАЛИБРОВКИ И ПОВЕРКИ (без демонтажа), ПОВЕРОЧНАЯ ОСНАСТКА, КОНВЕРТЕР КАРТ**, позволяющий использовать как общедоступные карты Google, так и закрытые типа Панорама.

Модификации мобильных комплексов «Скай-гамма»

❑ **Скай-гамма 01** предназначена для высокоточного поиска и локализации источников на местности, паспортизации территорий в **2-Д геометрии**, поиск источников методом триангуляции двумя измерениями

❑ **Скай-гамма 02** предназначена для высокоточного поиска и локализации источников на местности, в зданиях и с внешней стороны объекта, в **3-Д геометрии**, поиск источников методом триангуляции двумя измерениями

❑ **Скай-гамма 03** предназначена для высокоточного поиска и локализации источников на местности «галсами», методом многочисленных измерений



Параметр	Скай-Гамма 01	Скай-Гамма 02	Скай-Гамма 03	Скай-Гамма 04
Количество анализаторов, (геометрия измерений)	4 (2D)	4 (2D)	1 (2D)	5
Масса, кг	168	67	25	84,2
Диапазон энергий регистрируемого гамма-излучения	50 кэВ – 3 МэВ	50 кэВ – 3 МэВ	50 кэВ – 3 МэВ	50 кэВ – 3 МэВ
Максимальное расстояние до источника активностью $1 \cdot 10^9$ Бк, м	200	150	50	150
Энергетическое разрешение для линии с энергией 661,6 кэВ	2,3-12 %	2,3-12 %	2,3-12 %	2,3-12 %
Максимальная допустимая входная статистическая загрузка, c^{-1}	$1 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^5$
Число каналов каждого анализатора	1024	1024	1024	2048
Диапазон энергий регистрируемого гамма излучения дозиметрического канала	50 кэВ – 3 МэВ	50 кэВ – 3 МэВ	50 кэВ – 3 МэВ	50 кэВ – 3 МэВ
Диапазон измерения МЭД гамма-излучения	0,1 мкЗв/час – 9 Зв/час	0,1 мкЗв/час – 9 Зв/час	0,1 мкЗв/час – 9 Зв/час	0,1 мкЗв/час – 9 Зв/час
Потребляемая мощность измерительных каналов, Вт	90	90	50	120

В ПО «ГИС Локатор» могут интегрироваться

❑ Носимые **ОЧГ-спектрометры** с азотным и электроохлаждением высокого разрешения, только они определяют весь радионуклидный коктейль в режиме аварии;



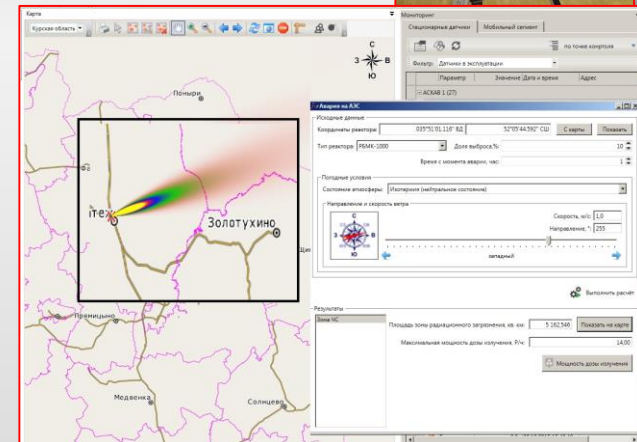
❑ Мобильная система индивидуального дозиметрического контроля **АСИДК** (ПО после запуска наряда требует список персонала и данные их дозиметров, осуществляет контроль дозы в автоматизированном режиме);

❑ **БЫСТРОРАЗВОРАЧИВАЕМЫХ ПОСТЫ** радиационного и химического контроля;

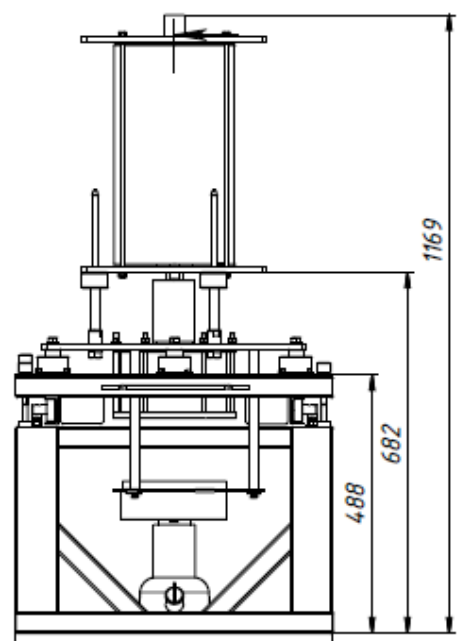


❑ задачи построения короткосрочных и долгосрочных **ПРОГНОЗОВ АВАРИИ**, расчет сил и средств аварийного реагирования, создание базы данных объектов с массовым пребыванием людей, включая школы детские сады, больницы с целью их эвакуации в зоне прогнозового пятна;

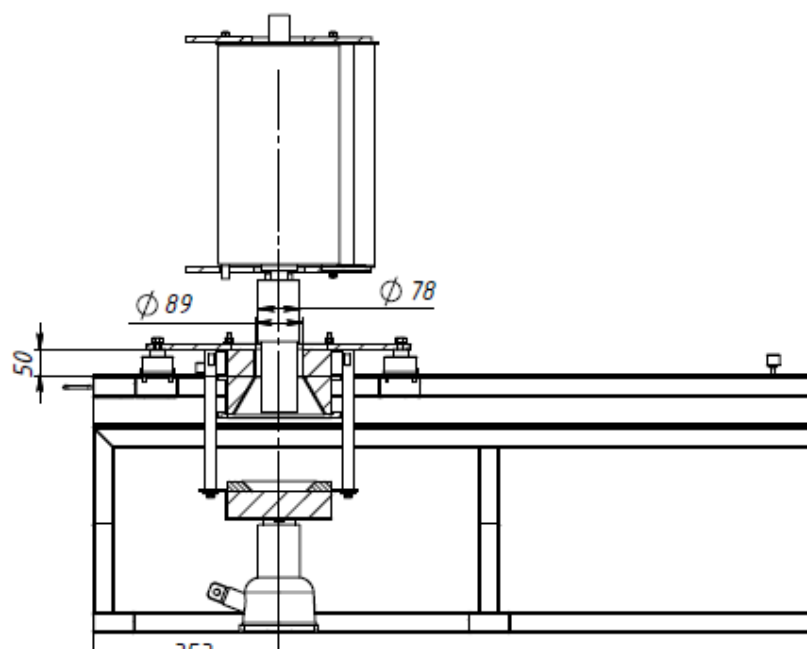
❑ поисковые приборы производителей **Аспект, Атомтех, Доза, Ortec, BSI** и др.



Комбинированное устройство для измерения грунта, фильтров АФА и образцов с помощью ОЧГ детектора



Б-Б (1 : 5)



Паспортизатор РАО на основе сцинтилляционного детектора для разбраковки грунта





**Государственный заказчик - ДГЗ МЧС России
Исполнитель ООО - «НИЦ «ЛСРМ»**

**Опытно-конструкторская работа
«Разработка программно-аппаратного комплекса
«Погружная спектрометрическая система для определения
радионуклидного состава воды и донных отложений»**

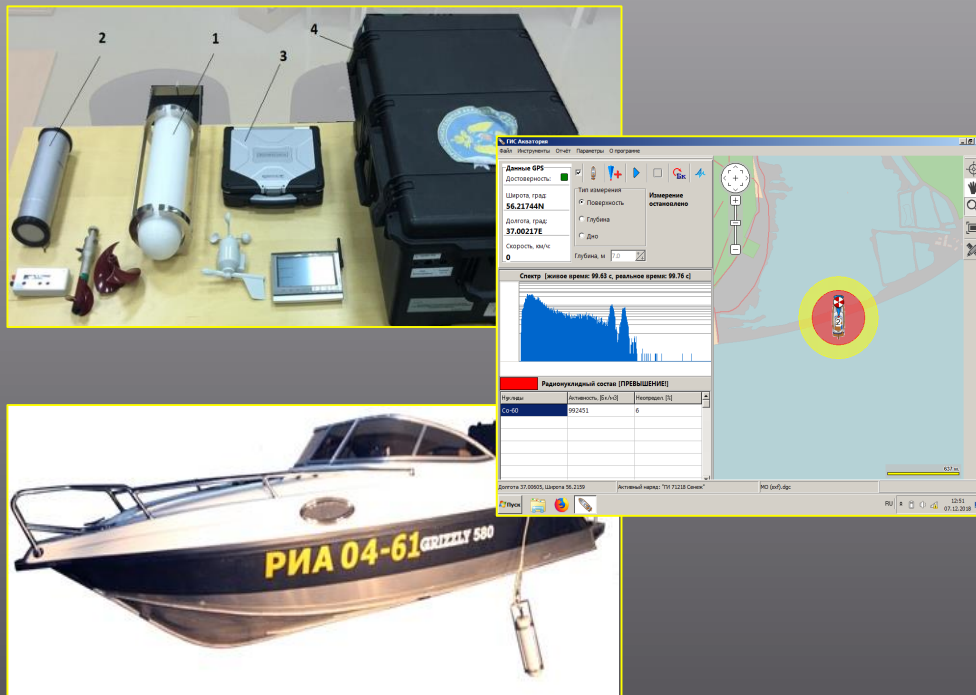


Раздел III п.1 Плана
научно-исследовательских
и опытно-конструкторских работ
МЧС России на 2018 год, утвержденного
приказом МЧС России
от 17 января 2018 года № 15



Уникальность работы

❑ Исторически сложилось, что автоматизированные программно-аппаратные комплексы (ПАК) получили широкое распространение в МЧС РФ как средства контроля за аварийными ситуациями на суше



В данной ОКР получены:

- Автономный ПАК для эксплуатации на любом плавсредстве для контроля акватории;
- АМК с автоматизацией всех измерительных процессов на воде и отображения обработанных результатов на карте местности в ГИС;
- ПАК, доступный для эксплуатации операторами без специальной подготовки и высокой квалификации;
- ПАК, сочетающие в себе рутинный мониторинг акватории и контроль за аварийной обстановкой в едином ПО, построения карт загрязненности акватории.

Цели ОКР

Целью ОКР является:

- ❑ разработка и внедрение программно-аппаратного комплекса «Погружная спектрометрическая система для определения радионуклидного состава воды и донных отложений»,
- ❑ разработка методики применения комплекса в аварийной ситуации и при рутинном мониторинге акваторий водных путей, обеспечивающей методологию проведения исследований акваторий водных путей и способы анализа полученных результатов измерений,
- ❑ обучение и получение навыков эксплуатации программно-аппаратного комплекса в лабораторных и реальных условиях.

Полное наименование – программно-аппаратный комплекс «Погружная спектрометрическая система для определения радионуклидного состава воды и донных отложений»

Краткое наименование – ПССВ



Задачи ОКР

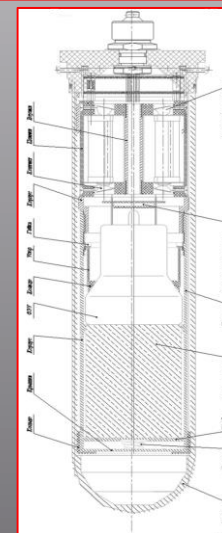
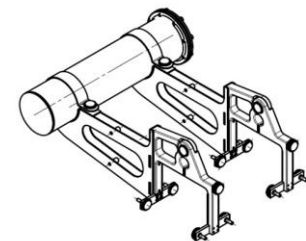
Задачи ОКР:

- изучение исходных данных ОКР «Разработка опытного образца программно-аппаратного комплекса для обеспечения поддержки принимаемых решений по защите населения и территорий при авариях на потенциально опасных объектах при наличии источников радиации в водной среде» (ПАК) с целью дальнейшей переработки и модернизации;
- диагностика, восстановление работоспособности и пуско-наладка измерительных каналов ПАК;
- проектирование бортового спектрометрического измерительного канала (БСК), демонтаж и переработка всех технических средств ПАК для создания единого комплекса ПССВ;
- проверка технических решений в соответствии с ГОСТ 15.203-2001.
- разработка конструкторской документации ПССВ согласно требованиям ГОСТ 2.102-2013, ГОСТ 2.105-95 (ред. 2006 г.), ГОСТ 2.106 -96, ГОСТ 2.114-2016, ГОСТ 27451-87; ГОСТ Р 15.301-2016;
- определение методологии сбора информации в режиме аварии и при рутинном мониторинге;
- установление нормативов радиационного контроля акватории с помощью ПССВ;
- разработка программного обеспечения на ГИС-платформе для автоматизации процессов измерений построения карт загрязненности акватории;
- автономность и независимость измерительных каналов ПССВ.
- изготовление опытного образца ПССВ, с учетом требований 2.4 ТЗ;
- разработка программ и методик предварительных и государственных испытаний опытного образца ПССВ;
- проведение предварительные и государственных испытания опытного образца ПССВ;
- согласование и утверждение РКД в порядке, установленном ГОСТ Р 15.301-2016, с присвоением РКД последовательно литеры «О» и «О1»;
- оформление отчетных документов ОКР.

Актуальность и новизна работы

Актуальность ОКР:

- обусловлена необходимостью разработки программно-аппаратных комплексов быстрого реагирования для радиоэкологического мониторинга акваторий и прилегающих к радиационно-опасным объектам территорий, подверженных потенциальной опасности распространения радиоактивных веществ в водной среде, в зоне бытового и жилищного водозабора при ЧС радиационного характера.
- необходимо повышать техническую оснащенность подразделений МЧС России с целью оперативной диагностики состояния акватории в зоне чрезвычайных ситуаций с помощью средств экспрессного определения источников радиоактивного загрязнения водной среды без проведения пробоотбора на поверхности и различных глубинах водных бассейнов и определения радиоактивных загрязнений донных отложений, принятия решений по защите населения и территорий при авариях на потенциально опасных объектах.

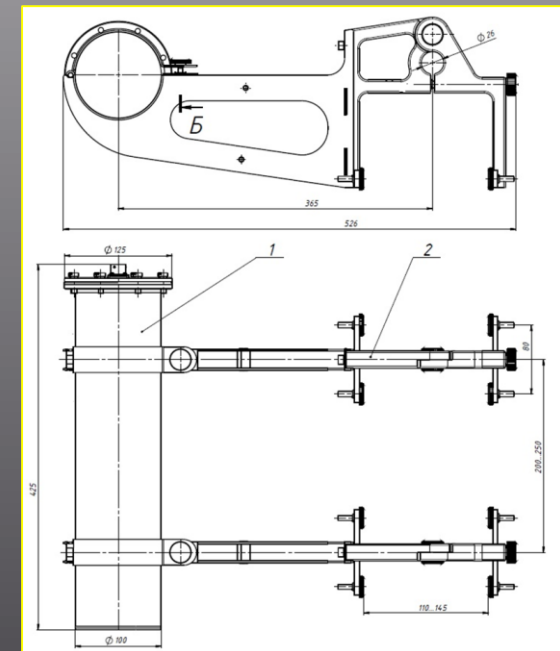
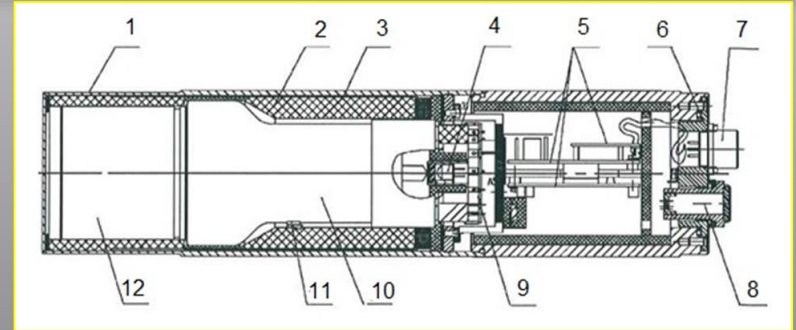


Научная новизна заключается

- ❑ в отсутствии комплексов для оперативного контроля акваторий в МЧС России;
- ❑ в комплексном решении задач рутинного мониторинга и аварийного контроля средствами программно-аппаратного обеспечения,
- ❑ В создании автономных средств оперативной обработки данных с большим массивом передаваемой спектрометрической информации, расчетом активности и определения радионуклидного состава воды погружными и бортовыми средствами обработки данных

Основные результаты ОКР

- ❑ Разработан объект основных средств: программно-аппаратный комплекс «Погружная спектрометрическая система для определения радионуклидного состава воды и донных отложений»



- 1 - блок детектирования спектрометрический погружной в обвесе, ПСК;**
- 2 - блок детектирования спектрометрический бортовой (без корпуса), БСК;**
- 3 - устройство управления, отображения, документирования и передачи информации;**
- 4 - устройство питания и передачи данных спектрометров в защищенном кейсе;**
- Прочее: метеостанция Oregon WMR200, устройство измерения скорости потока ИСП-1М, комплект КМЧ**

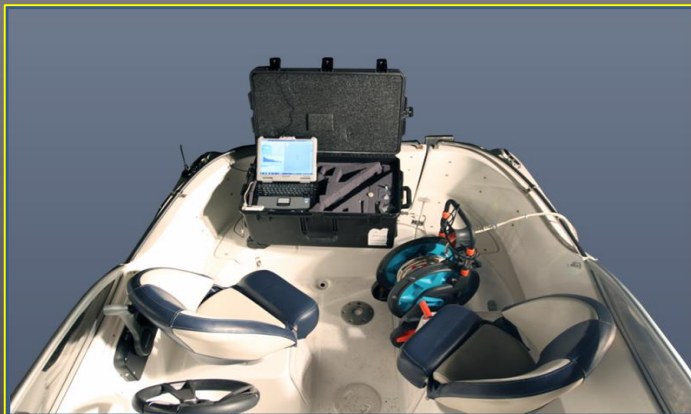
Основные результаты ОКР

Объект основных средств: программно-аппаратный комплекс «Погружная спектрометрическая система для определения радионуклидного состава воды и донных отложений», включающий комплекс специального программного обеспечения «ГИС Акватория», версия 2.0

Нематериальные активы

Программа и методики предварительных испытаний.

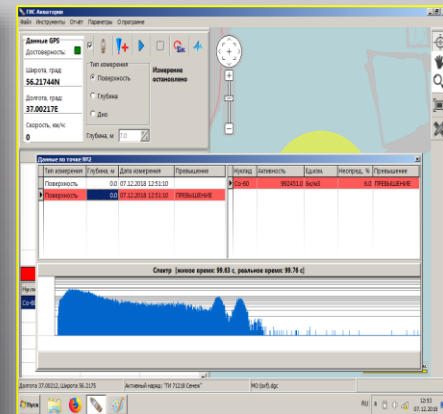
- Программа и методики государственных испытаний опытного образца
- Комплект отчетной документации по опытно-конструкторской работе.
- Комплект рабочей конструкторской, эксплуатационной и программной документации литеры «О».
- Комплект рабочей конструкторской, эксплуатационной и программной документации литеры «О1».
- Методика применения программно-аппаратного комплекса ПССВ
- Презентационные материалы.



Назначение и функции ПССВ

ПССВ предназначен для измерения спектров гамма-излучения с целью определения радионуклидного состава источников радиоактивного загрязнения водной среды и донных отложений.

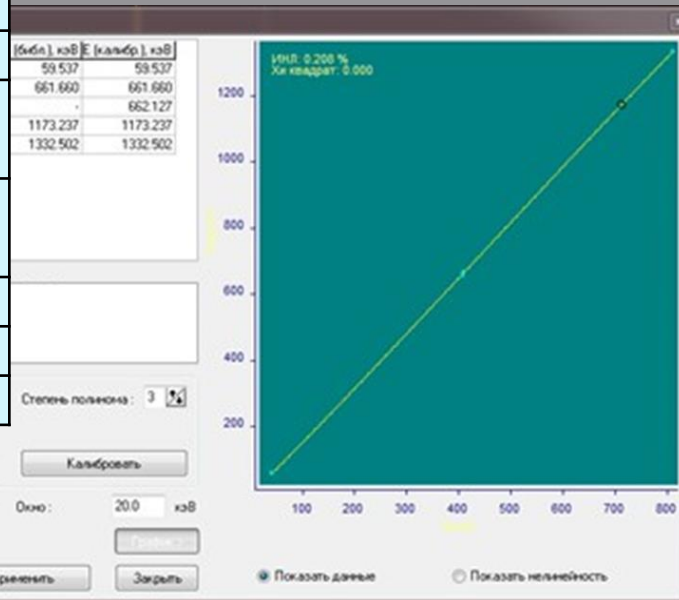
ПССВ используется для радиоэкологического мониторинга акваторий и прилегающих территорий, для обнаружения радиоактивного загрязнения водной среды и донных отложений гамма-излучающими радионуклидами, экспрессного определения радионуклидного состава источников гамма-излучения радиоактивного загрязнения водной среды без проведения пробоотбора на различных глубинах водных бассейнов и определения радиоактивных загрязнений донных отложений в режиме мониторинга водных объектов и в режиме ЧС радиационного характера.



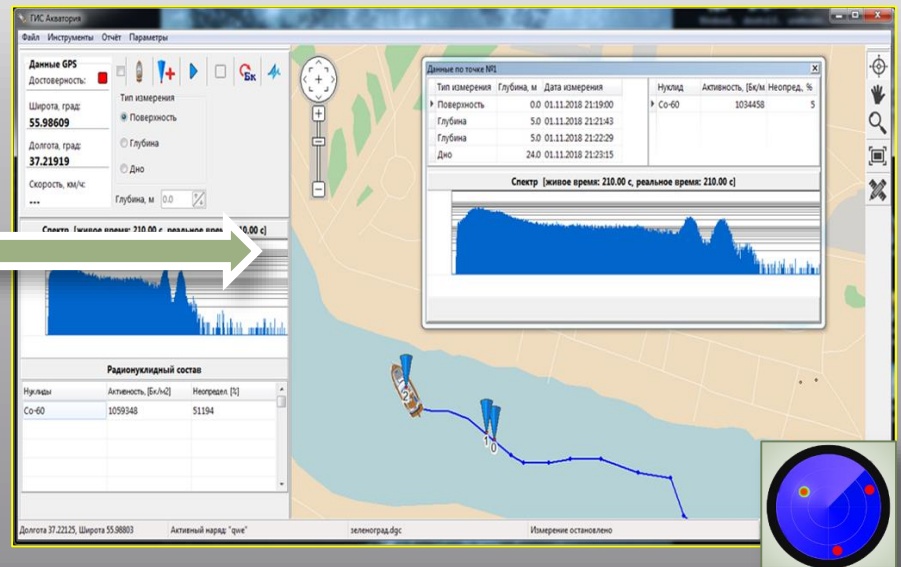
Блок детектирования спектрометрический погружной (ПСК)	- измерений спектров водной среды и донных отложений погружным способом без предварительного пробоотбора и пробоподготовки;
Блок детектирования спектрометрический бортовой (БСК)	- измерений спектров водной среды поверхностного слоя воды дистанционным способом без предварительного пробоотбора и пробоподготовки;
Устройство питания и передачи данных спектрометров в защищенном кейсе	- питание измерительных каналов от встроенной системы энергообеспечения и интерфейс связи с ПК;
GPS/ГЛОНАСС приемник и компас	- определение географических координат для привязки результатов измерения к карте геоинформационной платформы (ГИС), ориентация изображений технических средств на карте;
Метеостанция	- определение метеопараметров;
устройство измерения скорости потока	- измерение скорости потока в точке контроля;
Комплект монтажный и принадлежностей	- устройства крепления для размещения БСК на борту плавсредства; средства поверки;
Комплекс программного обеспечения «Гис Акватория»	- сбор и обработка спектрометрической информации; построение карт загрязненности акватории

Технические характеристики спектрометрических каналов

Параметр	Значение
Диапазон энергий регистрируемого гамма-излучения	от 0,05 до 3,0 МэВ
Интегральная нелинейность	не более ± 1 %.
Относительное энергетическое разрешение по линии 661,6 кэВ	не более 10 %.
Максимальная входная статистическая нагрузка	не менее $1 \cdot 10^5$ имп/с
Время установления рабочего режима	не более 30 минут
Временная нестабильность характеристики преобразования	не более 1 %
Электропитание	от 9 до 18 В
Климатические условия эксплуатации	от минус 5 до плюс 40 °С;
Диапазон синусоидальных вибраций	от 1 до 35 Гц с ускорением 10 м/с ²
Глубина погружения ПСК	30 м
Средняя наработка на отказ	не менее 2 000
Срок службы ПССВ	не менее 3 лет



Комплекс программного обеспечения «ГИС Акватория»



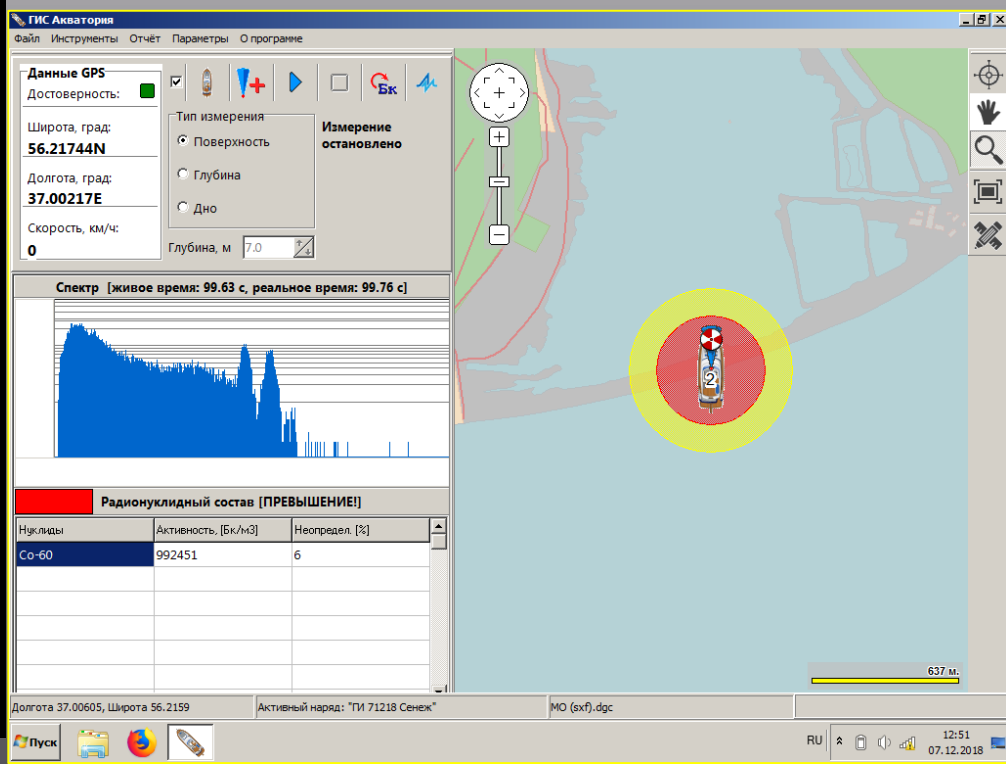
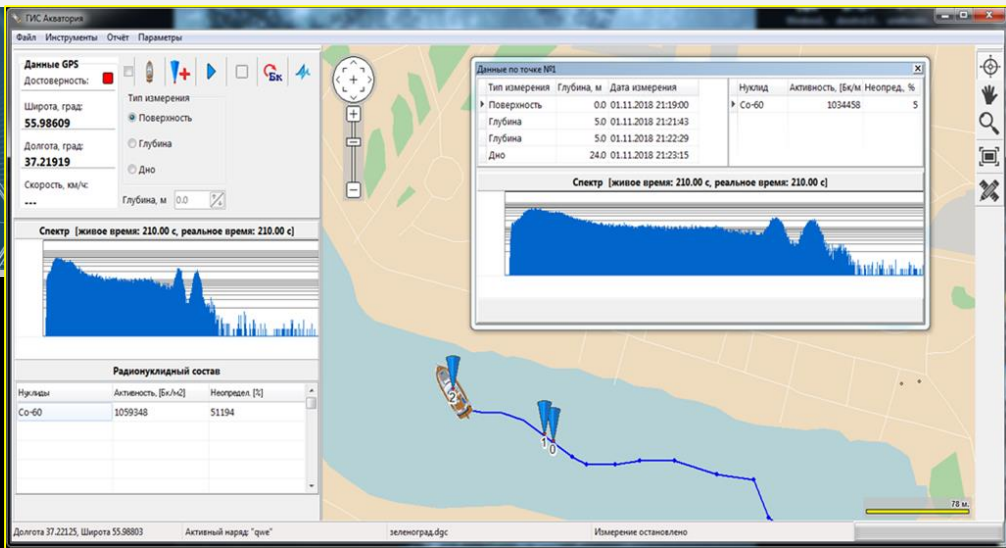
Комплекс программного обеспечения ГИС «Акватория» обеспечивает:

- ❑ интеграцию данных спектрометрических каналов БСК и ПСК в ГИС-платформу, привязку результатов измерений к географическим координатам точки измерения, полученным от GPS/ГЛОНАСС приемника ПССВ;
- ❑ загрузку и отображение карты местности из хранилища данных;
- ❑ оперативный сбор данных радиоэкологического контроля акваторий в зоне наблюдения с помощью измерительных каналов ПССВ;
- ❑ определение месторасположения и радионуклидного состава радиационных источников гамма-излучения;
- ❑ отображение радионуклидного состава с привязкой к географическим координатам и времени измерения, оценку объемной активности обнаруженных гамма-излучающих радионуклидов в точке наблюдения;
- ❑ создание карты аварийного загрязнения акватории в зоне ЧС с целью дальнейшего прогнозирования развития аварийного загрязнения источников водоснабжения.

Комплекс программного обеспечения «ГИС Акватория»

ПО ПССВ включает компоненты:

- ❑ ПО серии SpectraLineGP - спектрометрическое ПО, предназначенное для измерения и обработки спектров гамма-излучения, идентификации радионуклидов, расчета объемной активности техногенных радионуклидов в анализируемой среде, визуализации спектров, передачи результатов измерений для отображения в ПО «ГИС Акватория» и хранения в базе данных на ПК;
- ❑ ПО «ГИС Акватория» вер. не ниже 2.0 обеспечивает управление режимами работы спектрометрических измерительных каналов ПССВ, обмен данными ПО серии SpectraLineGP, ГИС и GPS/ГЛОНАСС приемником, индикацию уровней загрязнения радионуклидами акватории в точке измерения, защиту метрологически значимого ПО SpectraLineGP от несанкционированного доступа к изменению настроек.
- ❑ библиотеку нуклидов серии NuclideMaster, обеспечивающую формирование рабочей библиотеки нуклидов ПО SpectraLineGP.



Порядок работы с ПО

ШАГ 1: Создание наряда на работу

- ❑ Создание наряда на работу обеспечивает сбор результатов в отчетную форму наряда

ШАГ 2: Погружение ПСК и пуск набора спектра

- ❑ Следует зафиксировать глубину погружения и выбрать тип измерения: поверхность или дно
- ❑ После остановки набора происходит идентификация радионуклидов
- ❑ Нажатием кнопки происходит расчет объемной активности

ШАГ 3: Пуск БСК

- ❑ Выбрать тип измерения поверхность
- ❑ После остановки набора происходит идентификация радионуклидов и расчет активности

Наряды

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

Загрузить Создать новый

Существующие наряды

Отобразить Сделать активным

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				

Данные по точке №1

Тип измерения	Глубина, м	Дата измерения	Нуклид	Активность, [Бк/м. Неопред., %]	
▶ Поверхность	0.0	01.11.2018 21:19:00	▶ Co-60	1034458	5
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			

Спектр [живое время: 210.00 с, реальное время: 210.00 с]

Порядок работы с ПО

ШАГ 4: Создание карты загрязненности акватории

□ Происходит автоматически в точке измерения

ШАГ 5: Перемещение в следующую точку контроля

ШАГ 6: Создать отчет за наряд

□ В отчет поступает картографическая информация и результаты измерений активности с привязкой к географическим координатам

Номер точки	Тип измерен	Активный наряд: "Има наряда"		зеленоград.dgc				
25	Грунт			Co-60	Активность, Бк/л3	112421	Неопредел., %	7
				Co-60	Активность, Бк/л3	2376840	Неопредел., %	15
	Дно			Co-60	Активность, Бк/л3	2376840	Неопредел., %	15
				Co-137	Активность, Бк/л3	69977	Неопредел., %	20
				Unidentified	Активность, Бк/л3	38218	Неопредел., %	18
				Unidentified	Активность, Бк/л3	4719922	Неопредел., %	31
30	Поверхность			Co-60	Активность, Бк/л3	2376840	Неопредел., %	15
				Co-137	Активность, Бк/л3	151864	Неопредел., %	37
	Глубина			Unidentified	Активность, Бк/л3	4719922	Неопредел., %	31
				Co-60	Активность, Бк/л3	2235009	Неопредел., %	15
				Co-137	Активность, Бк/л3	72025	Неопредел., %	18
				Unidentified	Активность, Бк/л3	39009	Неопредел., %	18
Поверхность			Co-60	Активность, Бк/л3	2299737	Неопредел., %	15	
			Co-137	Активность, Бк/л3	70865	Неопредел., %	19	
			Unidentified	Активность, Бк/л3	37534	Неопредел., %	18	

Принцип построения программной модели

- ❑ Внешний интерфейс прост и интуитивно понятен, что позволяет использовать **ОПЕРАТОРОВ НИЗКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ** для выполнения рутинных и аварийных измерений в ЧС;
- ❑ при этом архивные данные (спектры) позволяют провести дополнительные **ПРЕЦИЗИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**;
- ❑ Двухуровневое ПО: верхний уровень - внешний интерактивный интерфейс, который привязывает **ВСЕ ОБОРУДОВАНИЕ И окончательные РЕЗУЛЬТАТЫ** его измерений к картографической **ГИС-платформе**; нижний уровень – метрологически значимое ПО, обеспечивающее процедуры калибровки, поверки трактов и расчета результатов измерений, доступ к нему ограничен;
- ❑ Цикл измерений начинается созданием **НАРЯДА НА РАБОТУ** и заканчивается **ОТЧЕТОМ** результатов измерений с картографической фиксацией событий.

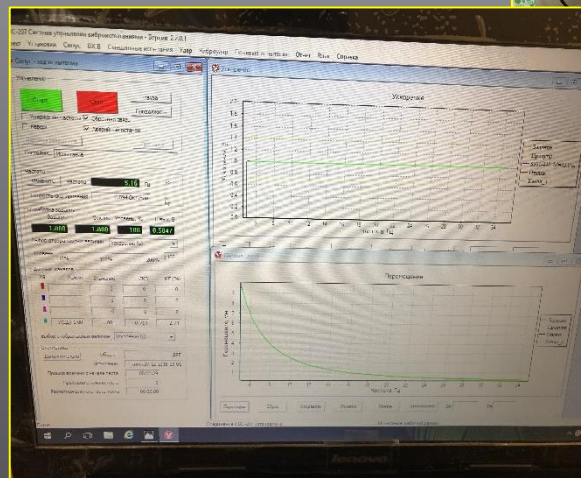
- ❑ ПО представляет собой **МЕТОДИКУ ИЗМЕРЕНИЙ** в слайдах ПО, где количество шагов минимизировано и предопределено нарядом;
- ❑ для соблюдения **МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ** методики в ПО реализован диалог с пользователем в виде указаний по типу: «Превышена загрузка спектрометра, требуется увеличить расстояние».

- ❑ В комплекте ПССВ поставляются **ИСТОЧНИКИ ДЛЯ КАЛИБРОВКИ И ПОВЕРКИ (без демонтажа)**.

Предварительные испытания. Программа и объем испытаний

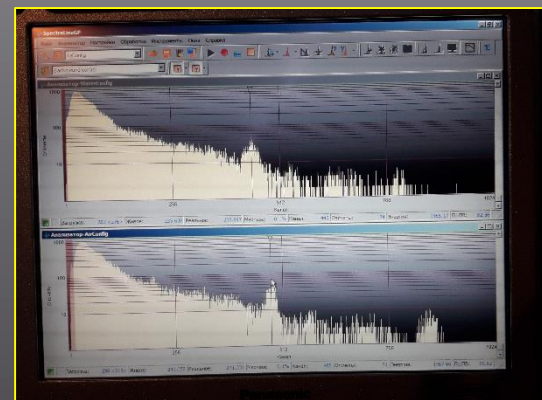
❑ Проведены испытания в целях утверждения типа, проверены метрологические характеристики измерительных каналов ПССВ в аккредитованном центре НИО-4 ФГУП ВНИИФТРИ. Результаты положительные.

❑ Проведены испытания устойчивости на внешние воздействующие факторы: климатические, вибрационные, крена, качки, устойчивости на давление глубинного погружения.



Предварительные испытания. Программа и объем испытаний

- Проведены испытания на требования назначения на стенде "Град-М" "Крыловского государственного научного центра", г. Санкт-Петербург в бассейнах погружения Cs-137 и Co-60. Определены эффективности регистрации для расчета активности в реальных условиях.



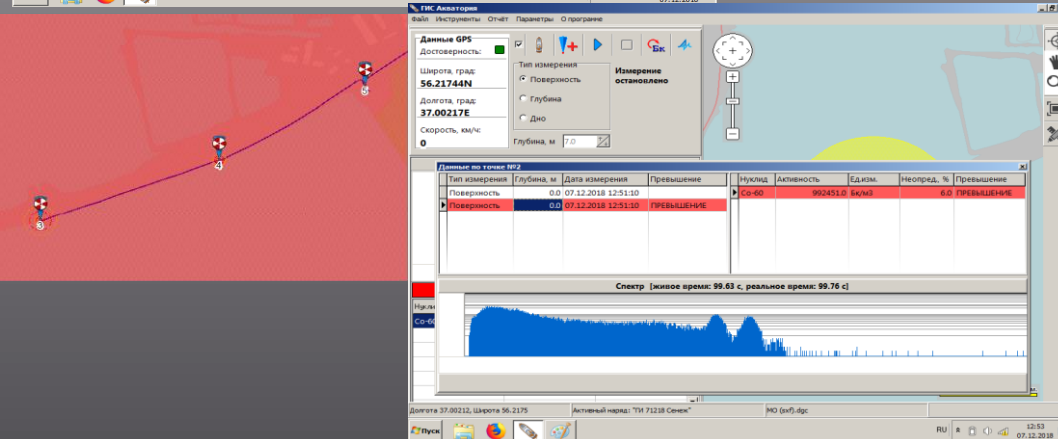
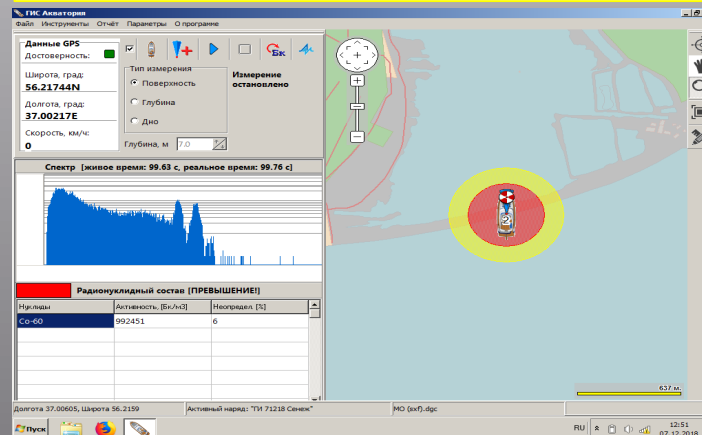
Государственные испытания. Программа и объем испытаний

1	Проверка наличия отчетной документации, обеспечивающей создание основных средств и нефинансовых активов ОКР
2	Проверка наименования, конструктивных требований, требований комплектности, маркировки, упаковки опытного образца
3	Проверка требований по назначению, требований к комплексу программного обеспечения
4	Проверка основных технических характеристик погружного и бортового спектрометра:
4.1	- определение диапазона энергий регистрируемых гамма-квантов и интегральной нелинейности функции преобразования
4.2	- определение энергетического разрешения для энергии 661, 6 кэВ
4.3	- определение максимальной входной статистической загрузки и ухудшения энергетического разрешения
4.4	- определение времени установления рабочего режима и нестабильности показаний
4.5	- определение устойчивости ПССВ к воздействию повышенной/пониженной температуры окружающего воздуха
4.6	- проверка погружных элементов ПССВ к воздействию повышенного давления (устойчивости к погружению на глубину 30 м)
5	Проверка требований по надежности
6	Проверка требований по эргономике и технической эстетике, требований по эксплуатации и удобству технического обслуживания, ремонту и хранению
7	Проверка требований безопасности
8	Проверка специальных требований по метрологическому обеспечению

Проведены испытания в соответствии с программой

ЛСРН.4512131.411-01.00ПМГ

Проведены полигонные испытания на озере Сенеж Солнечногорского района. Имитация загрязнения акватории осуществлялась с помощью источников ОСГИ



ООО «НИЦ «ЛСРМ»»: производство инноваций, передовые спектрометрические технологии





ООО «НИЦ «ЛСРМ»

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

***С уважением,
Пономаренко А.В., Лебедева Т.Г.,
Лебедев С.В.
+7 (916)0194412
adron@niclsrm.ru***

ИНН: 7735082718

Юридический адрес:

111024, г. Москва, ул. Авиамоторная,
д. 50, стр. 1, эт. 2, пом. 216

Тел./факс: +7 (499) 450-29-32;

+7 (919) 770-60-44

www.niclsrm.ru

Фактический/почтовый адрес: 124460, г.
Москва, г. Зеленоград, ул. Конструктора
Гуськова, д. 6, стр. 1

E-mail: info@niclsrm.ru