

Радиометры-спектрометры объёмной активности гамма-излучающих радионуклидов в жидких средах МЖГ-А



Опасность радиационного загрязнения

В современном мире существует опасность радиационного загрязнения водных объектов. Потенциальными источниками такого загрязнения могут быть предприятия и объекты, использующие в своей деятельности атомные энергетические установки и имеющие в своём составе стационарные источники сбросов радиоактивных веществ (источники сбросов радиоактивных сточных вод) в водные объекты.

Для того, чтобы предотвратить последствия такого загрязнения для экологии окружающей среды и для населения, следует проводить мониторинг радиационной обстановки.



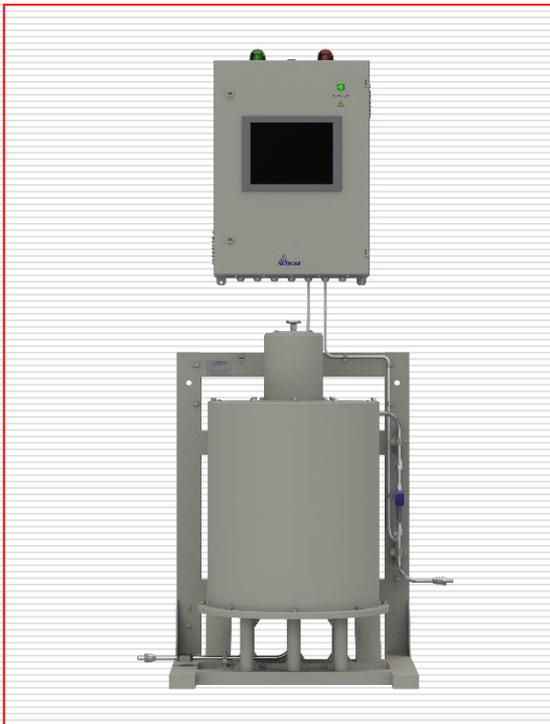
Нормативные требования

- СанПиН 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009);
- СП 2.6.1.2612-10 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010);
- **СТО 1.1.1.04.001.0948-2018 Подсистема контроля жидких сбросов системы радиационного контроля атомной электростанции;**
- ТРГ 1.1.3.03.1507-2018 Контроль сбросов радиоактивных веществ с атомных станций в водные объекты. Типовой регламент;
- Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Приказ от 22 декабря 2016 года N 551 об утверждении «Методики разработки нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты для водопользователей».

Семейство радиометров-спектрометров типа МЖГ-А с измерительной ёмкостью

Радиометры-спектрометры для радиационного контроля жидких сред в потоке жидкости, протекающей через измерительную камеру.

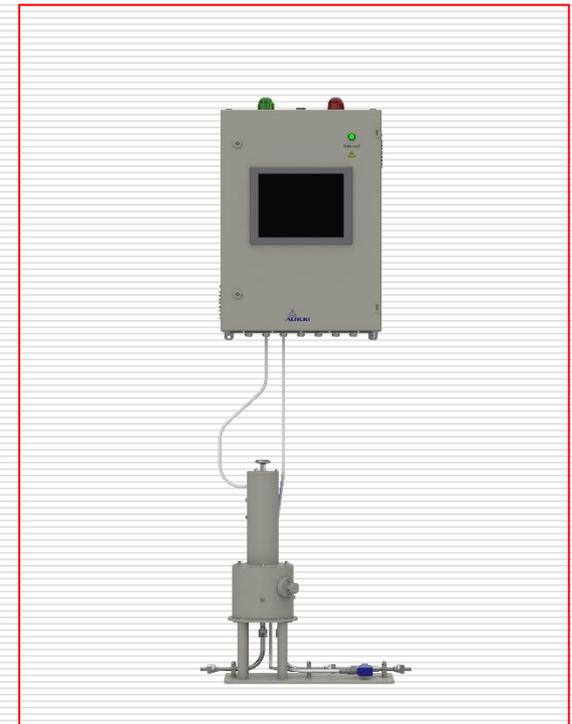
МЖГ-А01



МЖГ-А02



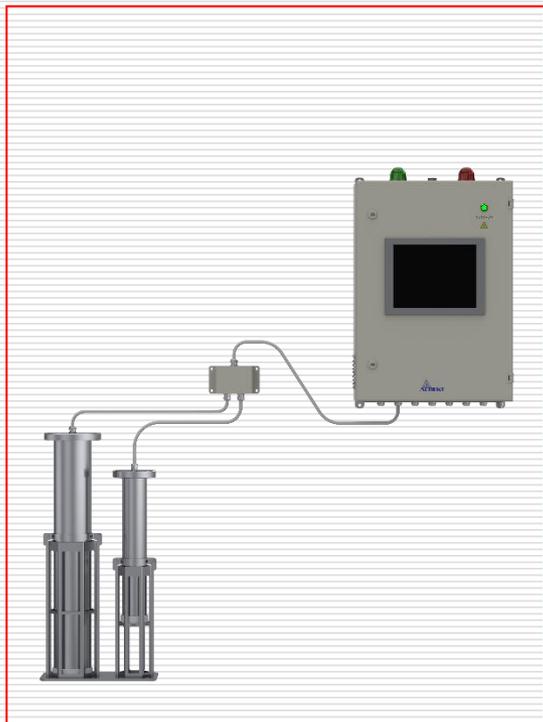
МЖГ-А04



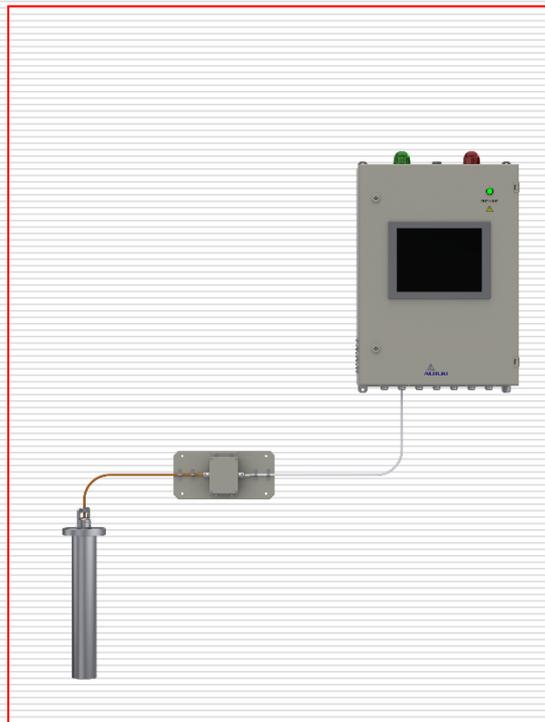
Семейство радиометров-спектрометров типа МЖГ-А в погружном (врезном) исполнении

Радиометры-спектрометры для радиационного контроля жидких сред, выполненных в погружном (врезном) исполнении.

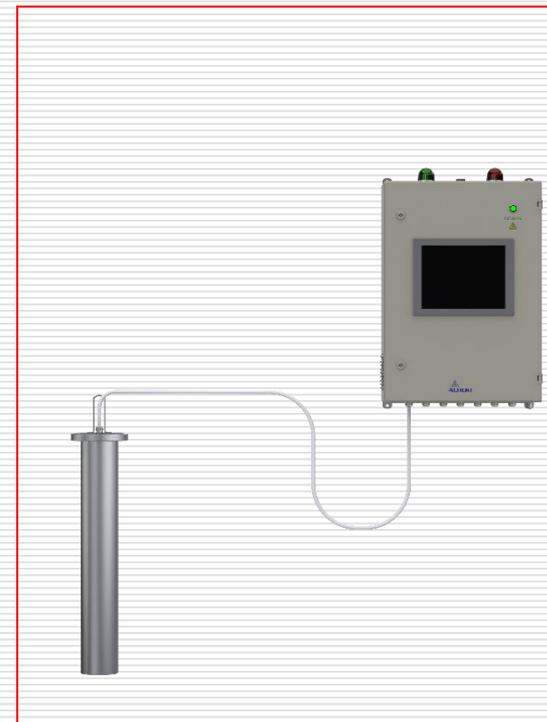
МЖГ-А03



МЖГ-А05



МЖГ-А06



Назначение

Радиометры-спектрометры объёмной активности гамма-излучающих радионуклидов в жидких средах МЖГ-А предназначены для радиационного мониторинга и в случаях превышения установленного предупредительного порога, для определения радионуклидного состава и выполнения измерений объёмной (удельной) активности радионуклидов в контролируемой жидкости.

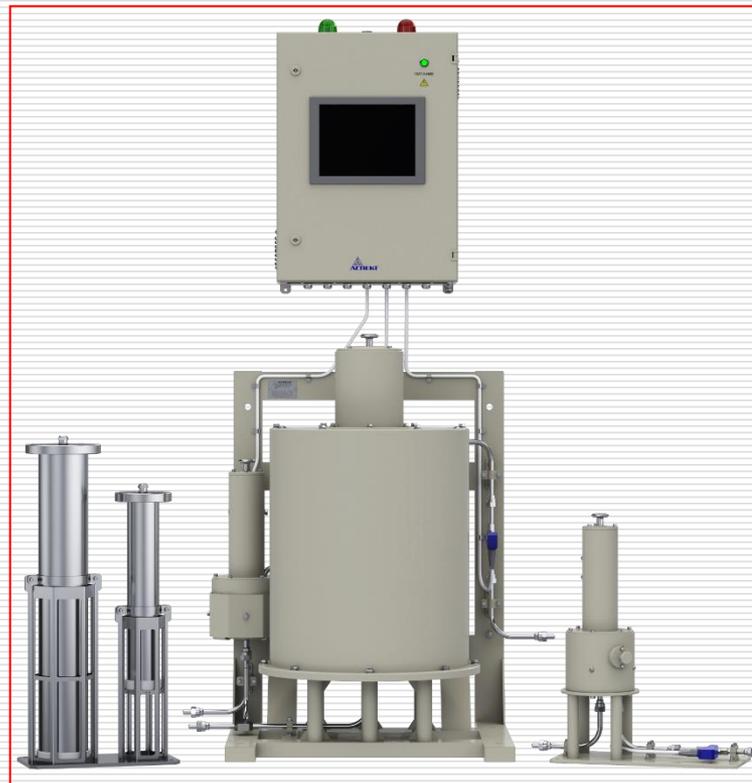
Применение

Радиометры-спектрометры могут быть применены для непрерывного автоматизированного радиационного контроля:

- воды водоисточника, природные и питьевые с целью контроля показателей радиационной безопасности при заборе воды (варианты исполнения МЖГ-А01, МЖГ-А06);
- технические воды (в т.ч. жидкие сбросы радиационно-опасных предприятий, дебалансные и сточные воды АС и т.п.) с целью контроля радиационных нормативных показателей сбросов сточных вод в водные объекты окружающей среды (варианты исполнения МЖГ-А02, МЖГ-А03);
- любые виды жидких сред (технические воды, воды природные, питьевые и т.п.) с целью контроля радиационной безопасности воды при несанкционированном её загрязнении (антитеррор) (варианты исполнения МЖГ-А04, МЖГ-А05).

Характеристики применимости

Диапазон измеряемой объёмной активности	Проточное исполнение	Погружное (врезное) исполнение	Примечание
от 0,1 до 1×10^4 Бк/л	МЖГ-А01	МЖГ-А06	Водозаборы
от 0,1 до 5×10^6 Бк/л	МЖГ-А02	МЖГ-А03	АЭС
от 2,5 до 5×10^6 Бк/л	МЖГ-А04	МЖГ-А05	Антитеррор



Особенности

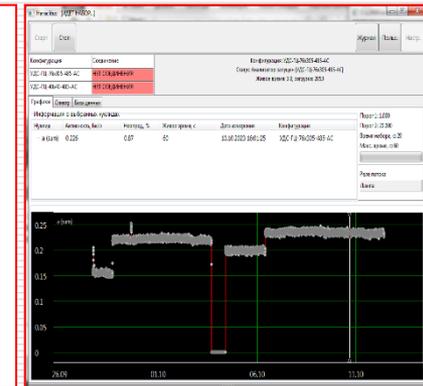
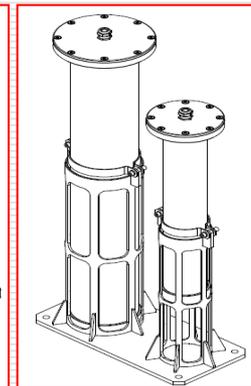
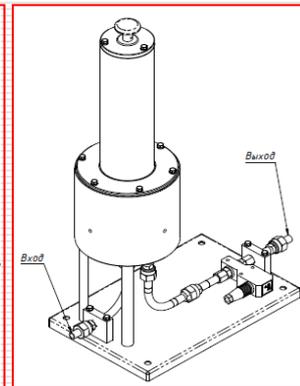
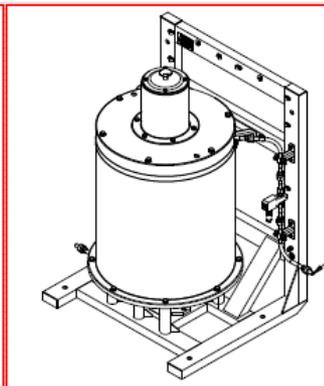
- Непрерывный автоматизированный радиометрический и спектрометрический анализ жидких сред
- Высокая чувствительность регистрации
- Высокая температурная и временная стабильность
- Формирование базы данных спектров и результатов измерений
- Возможность построения распределённых систем на основе радиометров
- Поддержка работы с операционными системами Windows, AstraLinux
- Класс безопасности 3 или 4Н по НП-001-15, НП-016-05, НП-022-17, НП-033-11
- Степени защиты не ниже IP54 по ГОСТ 14254-2015

Технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон энергий регистрируемого гамма-излучения каждого спектрометрического тракта, кэВ	от 50 до 3000
Пределы допускаемой погрешности характеристики преобразования каждого спектрометрического тракта (интегральная нелинейность), %:	$\pm 1,0$
Энергетическое разрешение по линии гамма-излучения с энергией 662 кэВ (Cs-137), %:	Не более
- для УДС-ГЦ-76×305-485-АС	10
- для УДС-ГЦ-40×40-485-АС	8
Максимальная входная статистическая нагрузка каждого спектрометрического тракта, с ⁻¹ :	$1,0 \cdot 10^5$
Нестабильность характеристики преобразования за время непрерывной работы, каждого спектрометрического тракта, %, не более:	$\pm 1,0$
Время установления рабочего режима, мин, не более	15
Время непрерывной работы, ч, не менее	24
Рабочие условия эксплуатации:	
- температура окружающего воздуха, °С	от +5 до +50
- влажность воздуха, %, не более	98

Состав МЖГ-А

Наименование	МЖГ-А01	МЖГ-А02	МЖГ-А03	МЖГ-А04	МЖГ-А05	МЖГ-А06
Устройство детектирования гамма-излучения сцинтилляционное цифровое УДС-ГЦ-76×305-485-АС	1	1	1	-	-	1
Устройство детектирования гамма-излучения сцинтилляционное цифровое УДС-ГЦ-40×40-485-АС	-	1	1	1	1	-
Блок обработки спектрометрический БОС-01	1	1	1	1	1	1
Камера измерительная (V=60 л)	1	1	-	-	-	-
Камера измерительная (V=1 л)	-	1	-	1	-	-
Корпус герметичный (большой + малый)	-	-	1	-	-	-
Корпус герметичный (большой)	-	-	-	-	-	1
Корпус герметичный (малый)	-	-	-	-	1	-
Программный комплекс «Heraclitus»	1	1	1	1	1	1



Базовые элементы МЖГ-А

Устройства детектирования гамма-излучения сцинтилляционное цифровое:

- УДС-ГЦ-76x305-485-АС
- УДС-ГЦ-40x40-485-АС



Наименование характеристики	УДС-ГЦ-40x40	УДС-ГЦ-76x305
Диапазон регистрируемых энергий, МэВ	от 0,05 до 3,0	от 0,05 до 3,0
Относительное энергетическое разрешение по линии 661,7 кэВ (Cs-137), %, не более	7,5	10
Интегральная нелинейность, %, не более	1	1
Временная нестабильность за 24 ч. непрерывной работы, %, не более	1	1
Максимальная входная статистическая нагрузка, с ⁻¹ , не менее	150000	100000
Число каналов накапливаемого спектра	1024	1024
Установленный интерфейс линии связи	RS-485	RS-485
Скорость передачи по последовательному каналу, кБит/с	от 9,6 до 115,2	от 9,6 до 115,2
Протокол передачи данных по последовательному каналу	Modbus	Modbus
Степень пылевлагозащиты согласно ГОСТ 14254-2015	IP55	IP55
Рабочий диапазон температур, °С	от +5 до+50	от +5 до+50

Блок обработки спектрометрический БОС-01, включает в себя:

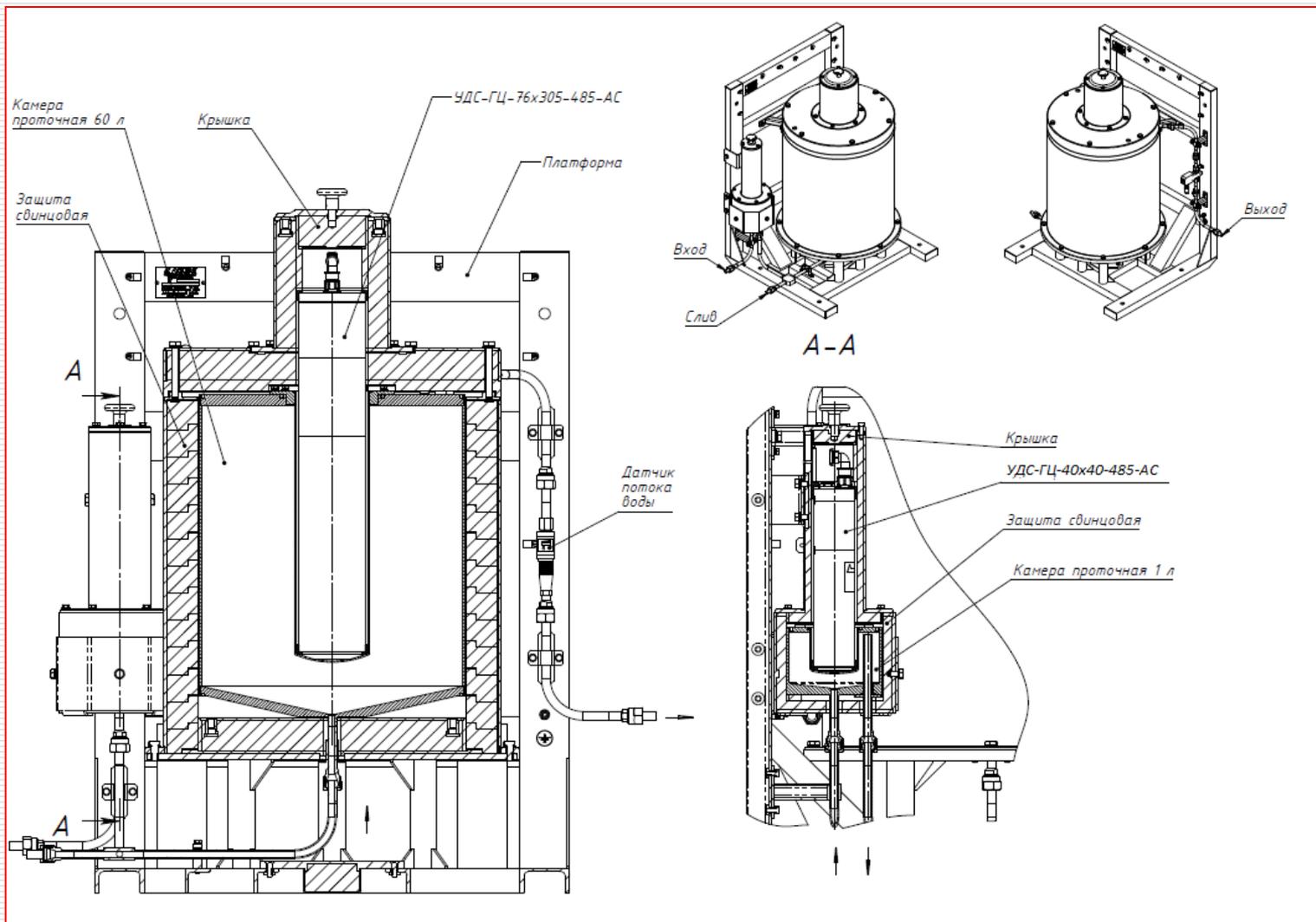
- Панельный безвентиляторный компьютер
- Блок питания
- Лампы сигнальные
- Оповещатель звуковой
- Модули ввода-вывода

Базовые элементы МЖГ-А

Камеры измерительные проточного типа, в комплекте:

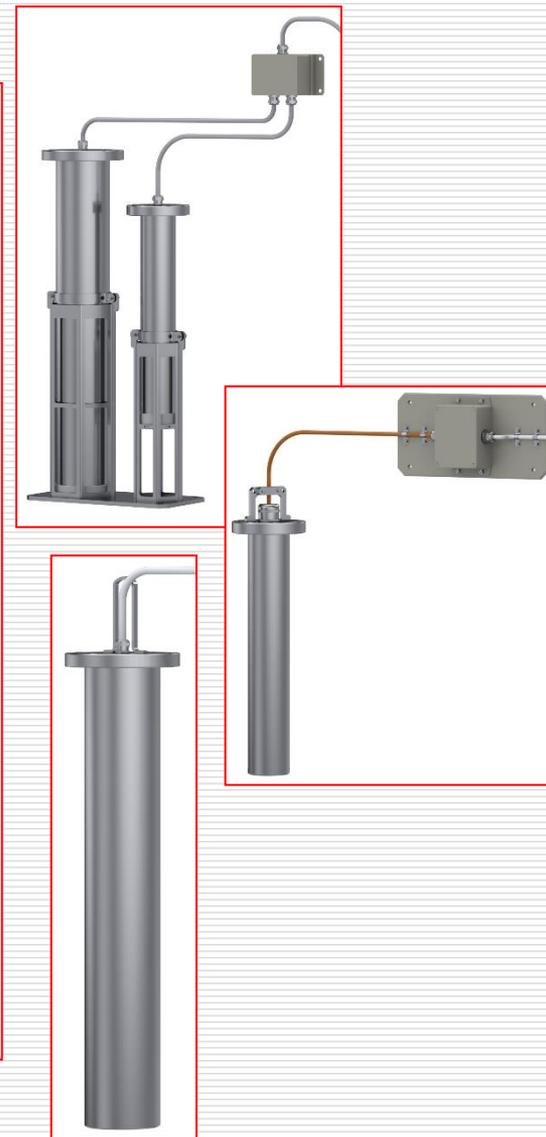
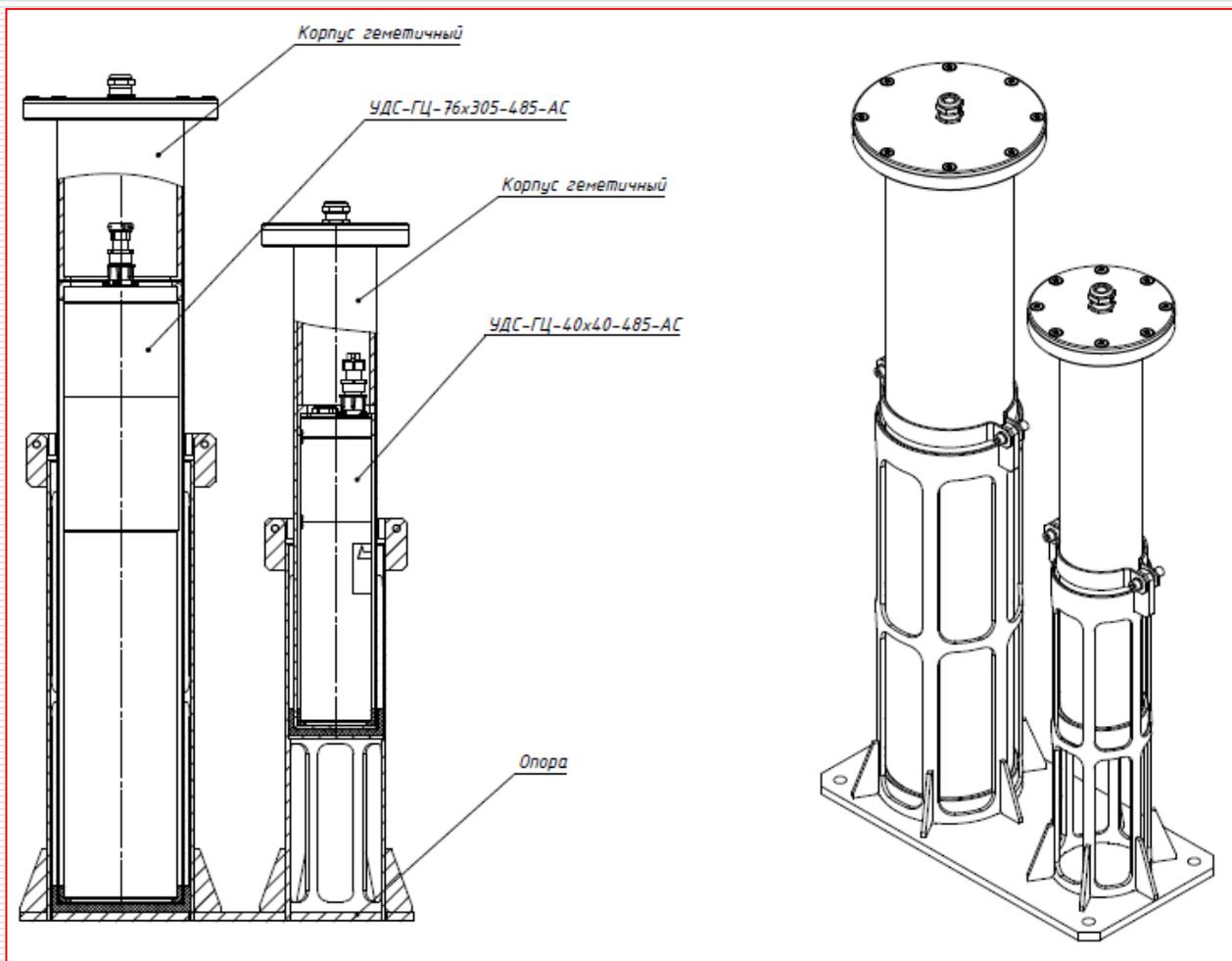
- Ёмкость проточного типа, объёмом 60 литров
- Защита свинцовая (толщина 50 мм)

- Ёмкость проточного типа объёмом 1 литр
- Защита свинцовая (толщина 15 мм)



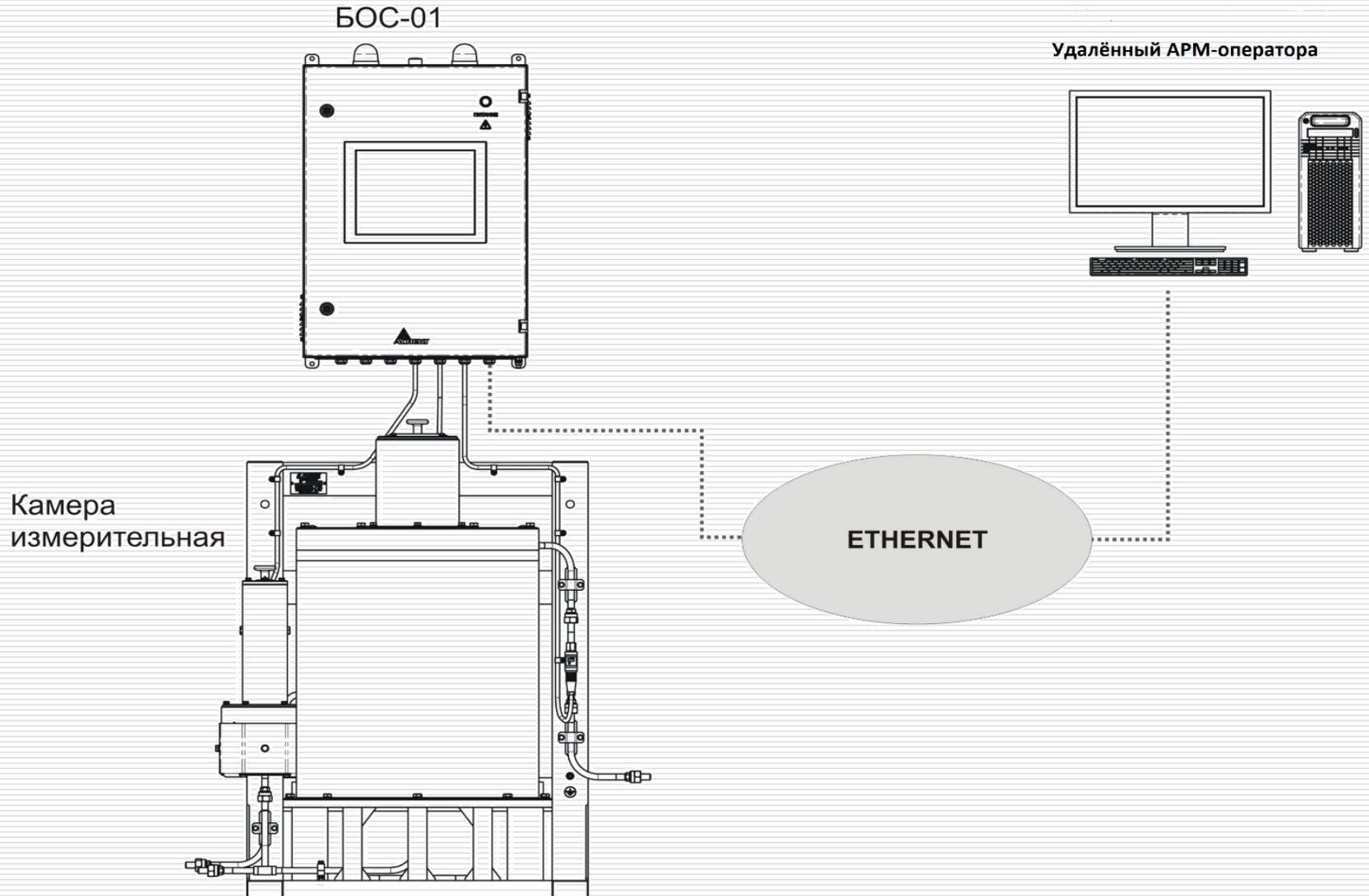
Базовые элементы МЖГ-А

Корпуса герметичные погружного типа (материал – нержавеющая сталь)



Интеграция

Наблюдение и управление с удалённого рабочего места оператора



Программный комплекс Heraclitus

*Всё течёт,
всё
меняется*



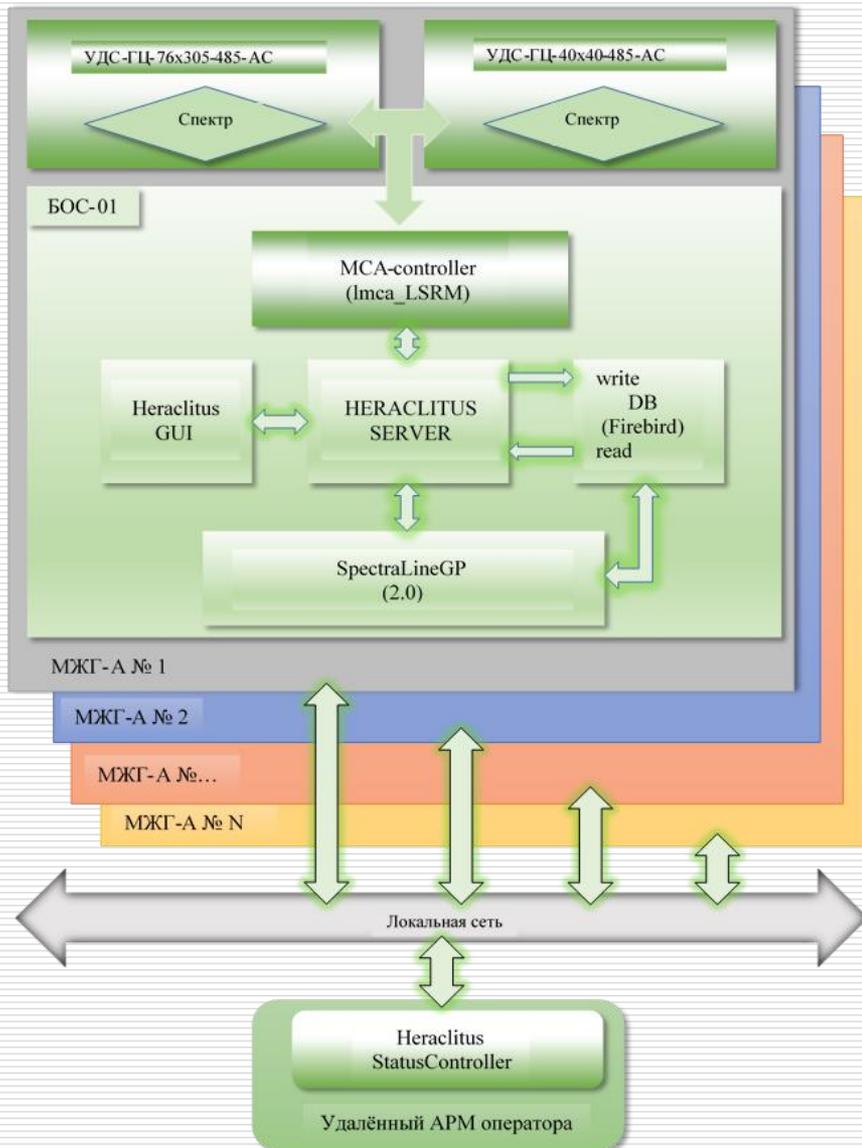
древнегреческого философа Гераклита из Эфеса

Программный комплекс Heraclitus



Авторы.

Программный комплекс Heraclitus



Операционная система:

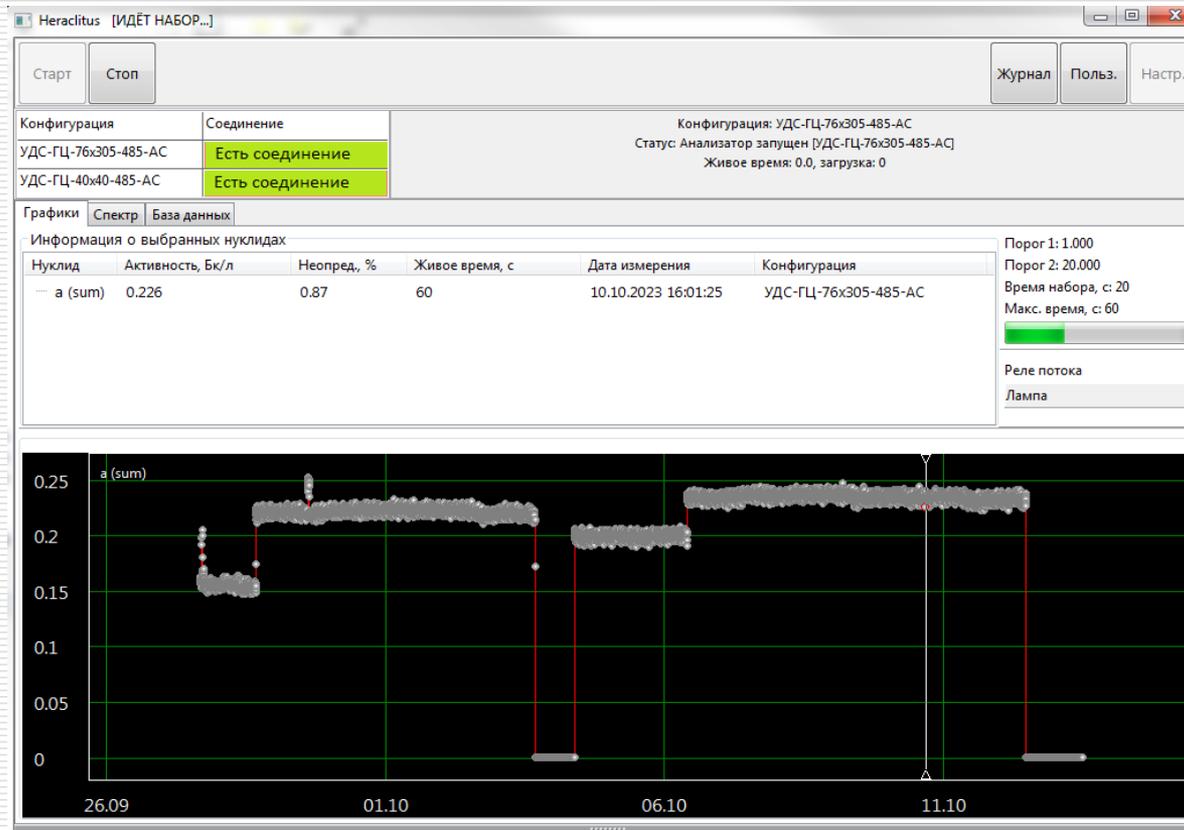
- Astra Linux
- Windows

Состав программного комплекса:

- **Heraclitus Server** – консольное приложение, отвечающее за интеграцию всех программных приложений в единый комплекс
- = **MCA-controller** – консольное приложение для организации взаимодействия с внешними подключаемыми устройствами
- = **Heraclitus GUI** – приложение с пользовательским интерфейсом для проведения радиационного мониторинга набора радионуклидов в жидкой среде, управления и настройки режимов мониторинга, проведения технологических операций и организации связи с АРМ-оператора по локальной сети.
- = **BD** – база данных измерений и результатов обработки
- = **SpectraLineGP (2.0)** – программа для прецизионной обработки гамма-спектров
- **Heraclitus StatusController** – приложение для отображения статусов со всех радиометров-спектрометров МЖГ-А, подключённых к одному общему удалённому АРМ-оператора

Программный комплекс Heraclitus

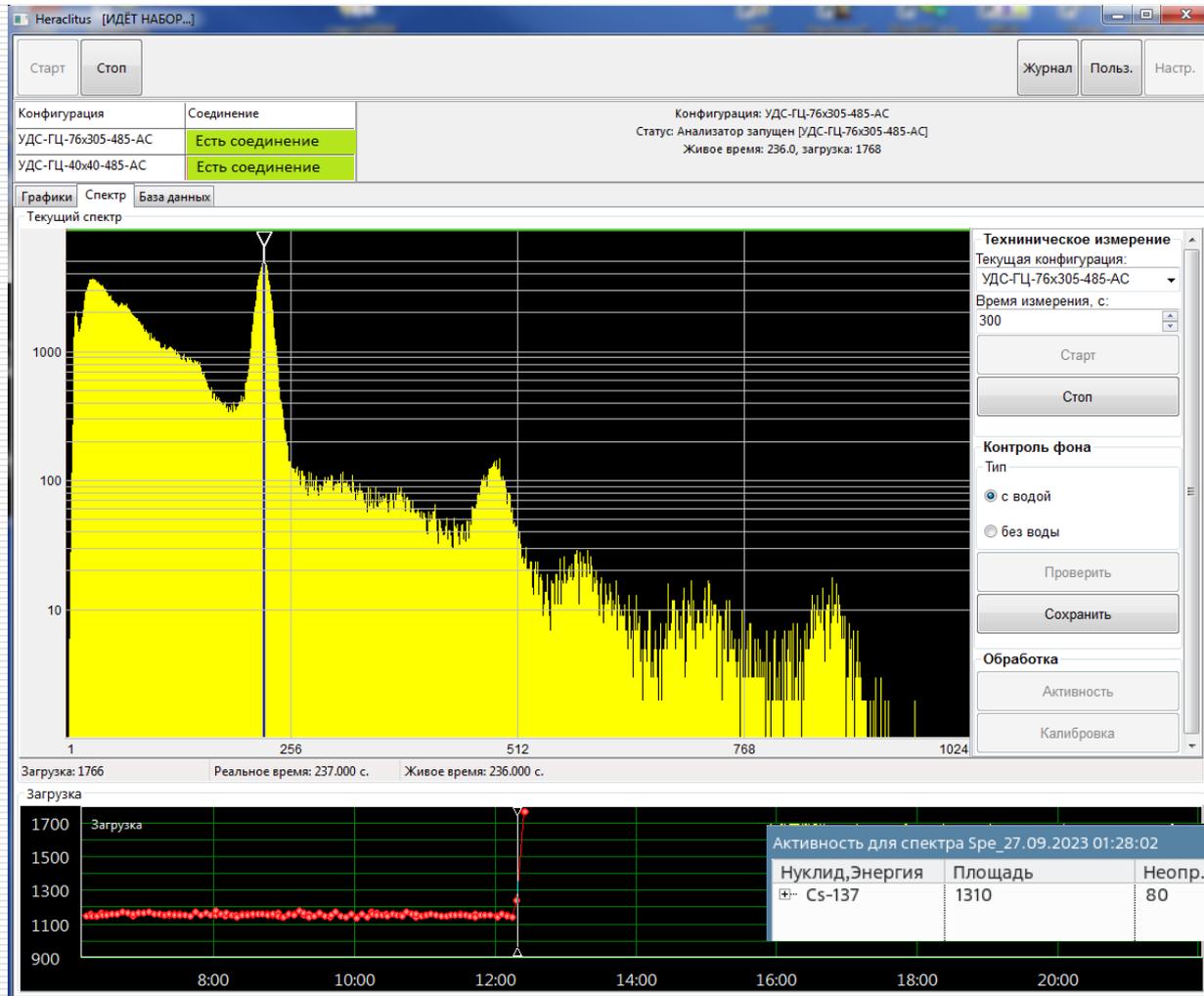
Работа в режиме мониторинга



- обеспечивает непрерывное выполнение измерения, изменяющуюся во времени активность радионуклидов в контролируемой среде;
- рассчитывает суммарную объёмную активность;
- нормирует полученный результат суммарной объёмной активности с установленными пороговыми уровнями (Порог1 – предупредительный, Порог2 – аварийный);

Программный комплекс Heraclitus

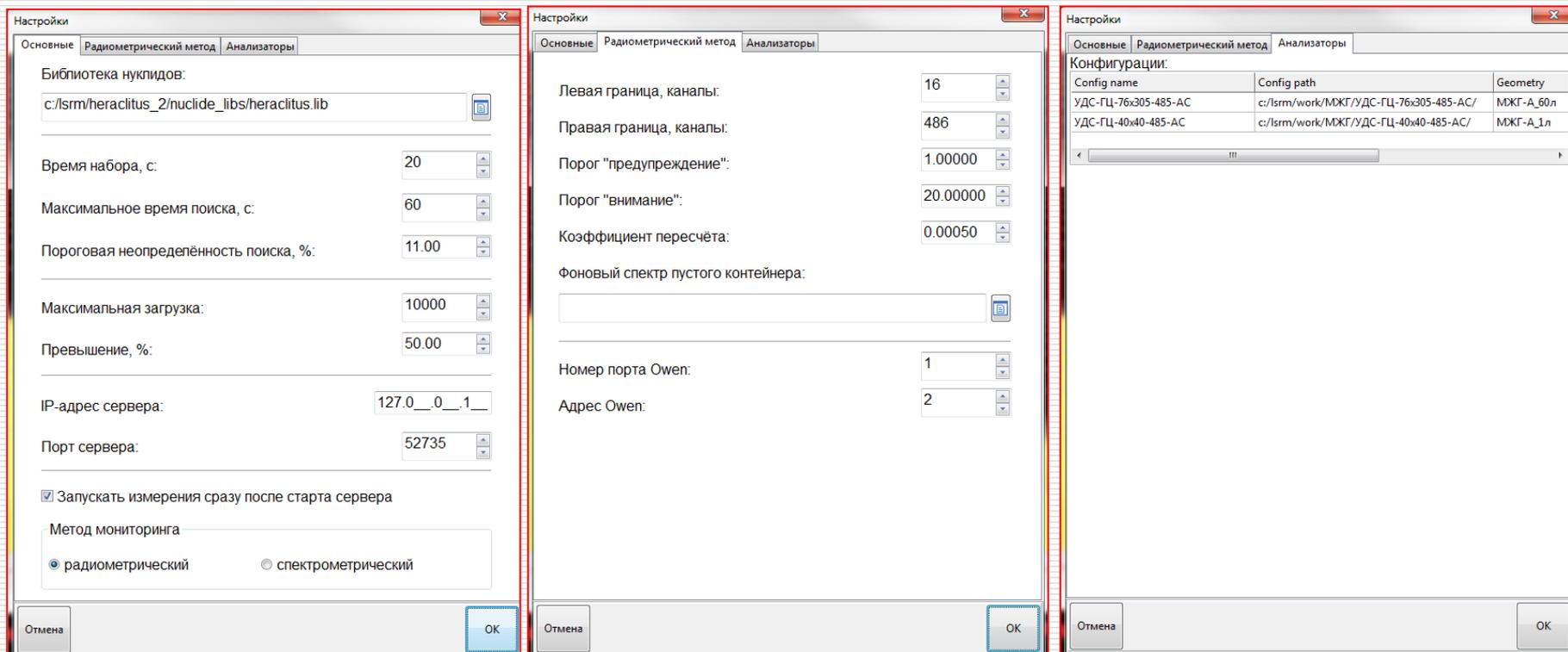
Работа в режиме спектрометра (экспертном режиме)



- экспертный режим обеспечивает прецизионную обработку в ручном режиме гамма-спектров, с целью углублённого анализа факта превышения уровней порогов суммарной объёмной активности контролируемой среды;

Программный комплекс Heraclitus

Работа в технологическом режиме и режиме администратора



- технологический режим обеспечивает проверку работоспособности функциональных узлов радиометра-спектрометра, выполнение пошаговых инструкций процедур промывки или дезактивации с последующим контролем радиационной чистоты измерительных камер
- режим администратора обеспечивает настройку и подготовку радиометра-спектрометра к измерениям (настройку параметров анализаторов, установку параметров измерения, калибровку по энергии спектрометрических трактов, измерения фоновых характеристик, формирование библиотеки радионуклидов, установку параметров обработки)

Методика измерений

для радиометров-спектрометров МЖГ-А01, МЖГ-А02, МЖГ-А04
(с проточными камерами)

«Методика измерений объёмной активности гамма-излучающих радионуклидов при контроле жидких сред, проходящих через камеру измерительную, с использованием радиометров-спектрометров МЖГ-А и программного комплекса Heraclitus»

для радиометров-спектрометров МЖГ-А03, МЖГ-А05, МЖГ-А06
(с погружным или врезным исполнением)

«Методика измерений объёмной активности гамма-излучающих радионуклидов при контроле жидких сред в условно бесконечной геометрии 4π с использованием радиометров-спектрометров МЖГ-А и программного комплекса Heraclitus».

**Спасибо
за
внимание!**