

Разработка и создание автоматизированных систем контроля радиационной обстановки на ядерно и радиационно опасных объектах

Р. В. Арутюнян, С. А. Богатов, С. Л. Гаврилов, В. Н. Долгов, М. Е. Егорова, В. П. Киселёв, А. С. Клемин, А. Н. Князев, А. В. Коноплёв, Б. В. Одинов, И. А. Осипьянц, А. Е. Пименов, С. А. Шикин (ИБРАЭ РАН), К. Н. Нурлыбаев (ООО «НПП «Доза»»)

1. Введение

С 1999 г. в ИБРАЭ РАН разрабатываются и создаются автоматизированные системы радиационного контроля на ядерно и радиационно опасных объектах. Ряд систем был создан в Мурманской области, где ведутся широко-масштабные работы по комплексной утилизации выведенных из эксплуатации судов российского атомного флота и экологической реабилитации загрязненных территорий и акваторий (рис. 1). В результате этой деятельности территория области может быть подвержена существенному техногенному воздействию.



Рис. 1. Потенциально опасные объекты Мурманской области

Аналогичная ситуация сложилась и в Архангельской области, где работы по утилизации и ремонту АПЛ ведутся на крупнейших в стране предприятиях

ПО «Севмаш» и ЦС «Звездочка» (рис. 2). На этих предприятиях также были созданы автоматизированные системы контроля радиационной обстановки. Кроме того были созданы объектовые системы на подведомственных Госкорпорации «Росатом» ГНЦ «Научно-исследовательский институт атомных реакторов» (НИИАР) и РФЯЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» (ВНИИЭФ).

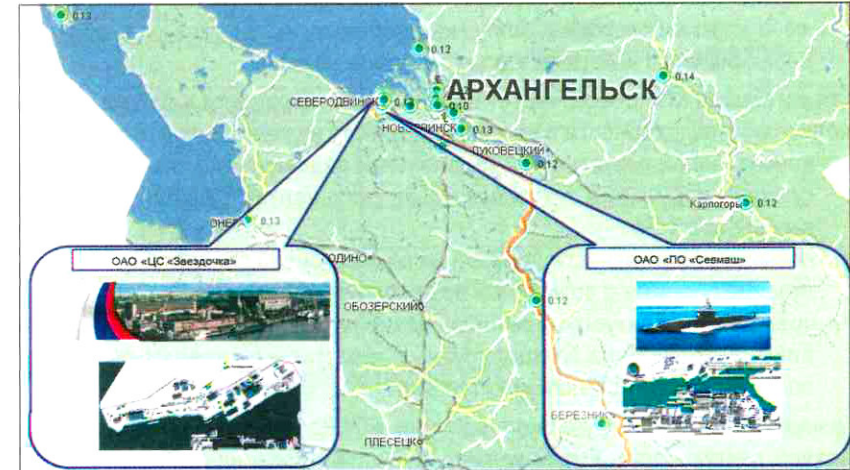


Рис. 2. Потенциально опасные объекты Архангельской области

2. Назначение объектовых систем АСКРО

Основным назначением объектовой АСКРО является раннее обнаружение изменений радиационной обстановки на территории промплощадки, санитарно-защитной зоны (СЗЗ) и зоны наблюдения (ЗН) с целью обеспечения руководства предприятия информацией для принятия адекватных решений.

Система АСКРО предназначена для решения следующих основных задач:

- осуществление непрерывного автоматизированного контроля радиационной обстановки на территории (акватории) СЗЗ, ЗН и промплощадки;
- осуществление непрерывного автоматизированного контроля отдельных параметров метеорологической обстановки на территории (акватории) СЗЗ, ЗН и промплощадки;
- обеспечение сбора и оперативной передачи данных с возможностями диагностики состояния элементов системы;
- обработка, хранение и представление оперативных данных с использованием технологий геоинформационных систем;

- автоматическая сигнализация при переходе любого контролируемого параметра за уставку аварийной или предупредительной сигнализации;
- обеспечение заинтересованных лиц внутри предприятия и за его пределами данными радиационного контроля в установленном порядке;
- осуществление информационного обмена с действующими и вводимыми в действие региональными, ведомственными и государственными подсистемами ЕГАСКРО, ведомственными кризисными центрами, а также с другими информационно-измерительными системами в области радиационного контроля в установленном порядке.

Объектовая АСКРО обеспечивает поддержание готовности к работе, сохранение работоспособности и устойчивую работу в следующих режимах:

- повседневной деятельности (нормальная радиационная обстановка, отсутствие нарушений технологических регламентов радиационно опасных работ);
- повышенной готовности (ухудшение радиационной обстановки и/или получение прогноза о возможном возникновении радиационной аварии);
- чрезвычайной ситуации (возникновение радиационных аварий или аварийных ситуаций на контролируемых объектах и во время ликвидации последствий чрезвычайной ситуации).

Основным режимом функционирования АСКРО является режим повседневной деятельности. Смена режима функционирования производится на основании анализа радиационной обстановки и прогноза ее изменения автоматически при достижении отдельными радиационными параметрами установленных контрольных уровней или по команде оператора. Изменение режима функционирования системы обеспечивается изменением параметров функционирования измерительных подсистем, сетей передачи данных и регламентов обработки информации, а также может сопровождаться проведением организационных мероприятий по обеспечению бесперебойного функционирования системы.

Типовой перечень контролируемых параметров, диапазон и погрешность их измерения приведены в табл. 1.

Таблица 1. Перечень основных контролируемых параметров АСКРО

| Контролируемый параметр | Единица измерения | Диапазон измерений |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------|
| Мощность эквивалентной дозы гамма-облучения | мкЗв/ч | $(0,1—10^7) \pm 25\%$ |
| Объемная активность очищенной воды, сливаемой в систему канализации | Бк/м ³ | $1,5 \cdot 10^3 — 10^6 \pm (10—50)\%$ |

Табл. 1 (окончание)

| Контролируемый параметр | Единица измерения | Диапазон измерений |
|------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Объемная активность морской воды в акватории предприятия | Бк/м ³ | $1,5 \cdot 10^3 — 10^6 \pm (10—50)\%$ |
| Альфа- и бета-активность воздуха в вентиляционных системах | Бк/м ³ | Для альфа-излучателей $10^{-2}—10^5$, для бета-излучателей $10^{-1}—10^6$ |
| Параметры метеоусловий: | | |
| скорость ветра | м/с | $(0—50) \pm 2\%$ |
| направление ветра | град | $(0—360) \pm 5^\circ$ |
| температура воздуха | °С | $(-40—50) \pm 0,5^\circ\text{C}$ |
| влажность воздуха | % | $(0—100) \pm 5\%$ |
| атмосферное давление | гПа | $(800—1100) \pm 0,5 \text{ гПа}$ |

3. Аппаратное обеспечение АСКРО

Современные системы АСКРО строятся в соответствии с так называемой концепцией распределенного интеллекта. Она подразумевает, что вся первичная обработка информации (преобразование скорости счета в физическую величину, сравнение с заданными уставками, диагностика основных неисправностей и т. д.) осуществляется непосредственно в точке проведения измерений. Для этого используются так называемые интеллектуальные контроллеры, представляющие собой микропроцессоры со специализированной микропрограммой, зашитой во встроенную энергонезависимую память. Такие контроллеры встроены непосредственно в корпус блока детектирования либо представляют собой отдельный блок, установленный в непосредственной близости от него. На выходе контроллера для связи с системой передачи данных АСКРО, как правило, используется стандартный компьютерный интерфейс. Наиболее распространен последовательный интерфейс RS-485, позволяющий осуществлять передачу данных на расстояние до 1,2 км. Для информационного обмена обычно применяют стандартные унифицированные протоколы. В созданных в ИБРАЭ РАН системах для обмена данными применяются протоколы DiBus и Modbus. Данные с контроллеров собираются на компьютерах-концентраторах, включенных в локальную вычислительную сеть АСКРО. В качестве компьютеров-концентраторов применяются промышленные персональные компьютеры (ППК, например, Axiomtech e-BOX 746-FL, DMP e-BOX 4300 JSK) или специализированные блоки обработки и передачи данных (например,

БОП-1М производства НПП «Доза»). Передача данных по локальной сети осуществляется с помощью стандартных сетевых транспортных протоколов (в наших системах, как правило, UDP). Все данные, приходящие с контроллеров и концентраторов, собираются на сервере АСКРО и хранятся в базе данных (в наших системах, как правило, MS SQL). Отображаются результаты измерений на сервере и на любых рабочих станциях, включенных в локальную сеть. Обобщенная структурная схема АСКРО приведена на рис. 3. Для организации локальной сети АСКРО могут применяться как медные (витая пара) и волоконно-оптические линии связи, так и беспроводные решения (Wi-Fi и др.).

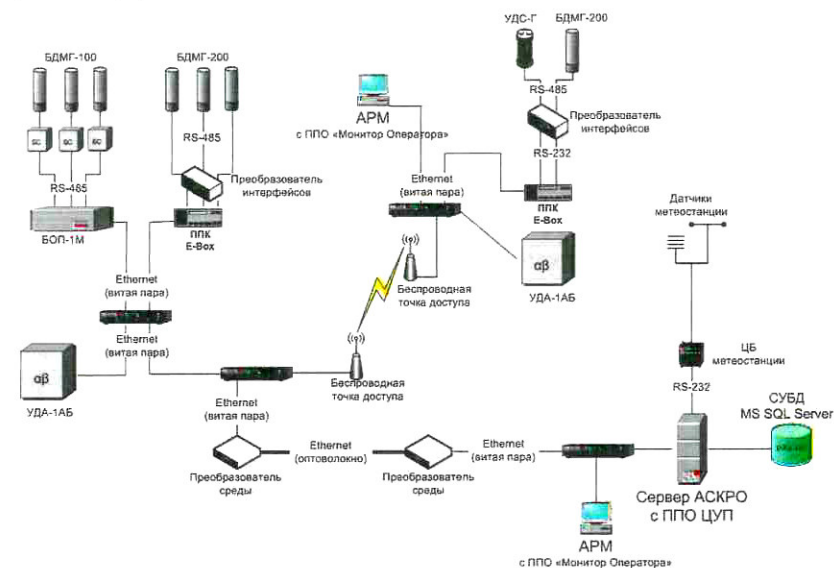


Рис. 3. Обобщенная структурная схема АСКРО

В качестве измерительного оборудования в созданных нами системах применялись серийно выпускаемые и включенные в государственный реестр средств измерений блоки детектирования:

- для регистрации мощности гамма-излучения:
 - БДМГ-08 (-03,-04,-05) производства Пятигорского завода «Импулс» (до 2004 г.);
 - БДМГ-100 и БДМГ-200 производства НПП «Доза» (до 2008 г.);
 - ДБГ-С11Д производства НПП «Доза» (с 2008 г.);
- для гамма-спектрометрического контроля воды — установки на базе устройства детектирования УДС-Г производства НПЦ «Аспект»;
- для контроля радиоактивности воздуха установки УДА-1АБ, УДГ-01, ПВС-01 и «Бриз» производства НПП «Доза».

4. Программное обеспечение объектовых АСКРО

Программное обеспечение (ПО) современных АСКРО — одна из ключевых частей системы. Оно состоит из стандартного лицензионного ПО (операционные системы, базы данных и т. д.) и специализированного прикладного программного обеспечения (ППО).

Программы, входящие в общий комплекс ППО системы, выполняют следующие основные функции:

- управление работой блоков детектирования (включают и выключают накопление данных, задают времена экспозиции, переключают режимы работы и преобразуют скорости счета в физические величины);
- сбор и передачу данных, их предварительный анализ, запись и хранение в базе данных;
- отображение измеренных данных в наглядном и удобном для пользователя виде;
- конфигурирование и настройку оборудования системы.

Обобщенная структура прикладного программного обеспечения, разработанного в ИБРАЭ РАН, представлена на рис. 4.

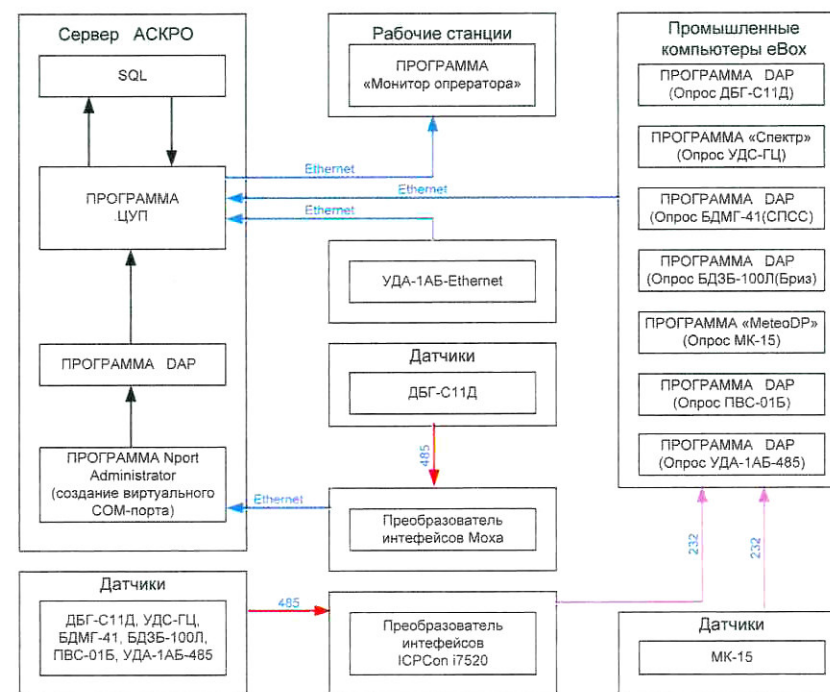


Рис. 4. Структура программного обеспечения системы

Система работает следующим образом. Блоками детектирования управляют микропрограммы, установленные непосредственно в контроллерах. Контроллер может конструктивно находиться непосредственно внутри корпуса блока детектирования (например, ДБГ-С11Д) или на небольшом расстоянии от него (например, блок сопряжения БС-11 совместно с блоком БДМГ-100). Эти микропрограммы позволяют проводить измерение цикл за циклом, преобразовывать измеренную скорость счета импульсов в величину мощности дозы и передавать текущие значения мощности дозы по последовательным интерфейсам связи (RS-232, RS-485) в вышестоящую программу DAP (Data acquisition&processing). На рис. 5 показано основное окно программы DAP. Опрашивается один блок детектирования ДБГ-С11Д.

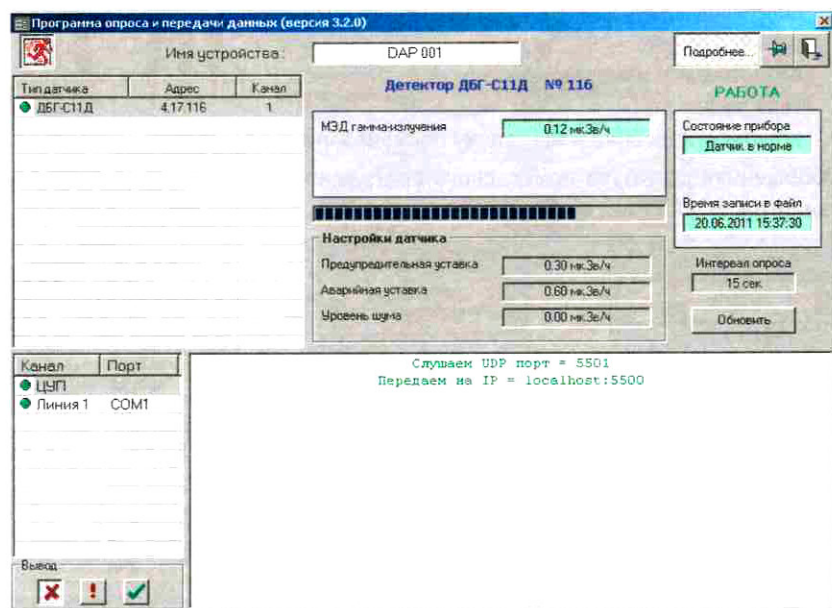


Рис. 5. Основное окно программы DAP

Программа DAP функционирует в промышленных персональных компьютерах типа e-BOX и управляет работой всех подключенных к нему контроллеров блоков детектирования:

- УДМГ-100;
- БДМГ-200;
- ПВС01Б;
- ДБГ-С11Д;
- БДЗБ-100 (в составе установки «Бриз») и многих других.

Программа DAP позволяет задавать все необходимые параметры измерений и вести измерения, передает данные в «Центральную управляющую программу» (ЦУП) — ядро всей системы.

В случае использования вместо ППК блока обработки и передачи данных БОП-1М те же функции выполняет программа МР-2, установленная в нем. Блок БОП-1М, как правило, применяется при более жестких условиях эксплуатации, чем ППК.

Установка контроля радиоактивных аэрозолей в воздухе УДА-1АБ подключается к системе аналогично блокам БОП-1М.

Для управления контроллером спектрометра водной среды на базе устройства детектирования УДС-Г была разработана программа «Спектр». Она устанавливается на промышленном персональном компьютере, к которому подключено устройство детектирования УДС-Г посредством последовательного интерфейса RS-485. Эта программа позволяет считывать энергетические спектры из встроенного контроллера УДС-Г, обрабатывать их и передавать результаты обработки в вышестоящую программу ЦУП.

Работой автоматической метеостанции (МК-15) также управляет специально разработанная программа «DAP-метео», которая пересылает данные в ЦУП.

«Центральная управляющая программа» является ядром АСКРО и основным инструментом сотрудников отдела радиационной безопасности предприятия. ЦУП позволяет осуществлять комплексное администрирование, оценивать состояние и работоспособность всех элементов и системы АСКРО в целом.

ЦУП обеспечивает получение показаний со всех узлов и блоков детектирования АСКРО, ведение базы данных, рассылку необходимых сведений в программу визуализации «Монитор оператора» и предоставление оперативной информации о составе оборудования и текущем состоянии АСКРО. Также с помощью ЦУП может производиться настройка базы данных, конфигурирование и изменение состава оборудования.

Возможности, предоставляемые ЦУП:

- конфигурирование системы (добавление типов датчиков, добавление и удаление БОП, DAP и датчиков);
- настройка и изменение аварийных и предупредительных уставок;
- просмотр текущих значений и состояния датчиков и устройств связи в табличном виде;
- изменение списка пользователей.

Пример пользовательского интерфейса оператора ЦУП представлен на рис. 6.

Список устройств

| Время | Имя датчика | Тип/параметр | Состояние/показание |
|----------|---------------|--------------|---------------------|
| 23:32:39 | УДА-1АВ 131 | УДА | ОК |
| 23:32:39 | Альфа131 | | 0.127 Бк/л/З |
| 23:32:39 | Бета131 | | 0.112 Бк/л/З |
| 23:32:39 | Радон131 | | 0.122 Бк/л/З |
| | Объем воздуха | | 0.115 л. |
| | V прожвечи | | 0.134 л/мин |
| 23:32:39 | УДА-1АВ 128 | УДА | ОК |
| 23:32:39 | Альфа128 | | 1.066 Бк/л/З |
| 23:32:39 | Бета128 | | 0.125 Бк/л/З |
| 23:32:39 | Радон128 | | 0.111 Бк/л/З |
| | Объем воздуха | | 0.125 л. |
| | V прожвечи | | 0.122 л/мин |
| 23:32:39 | БДМГ154 | БДМГ | ОК |
| 23:32:39 | Гамма154 | | 0.12 мкЗв/ч |
| 23:32:39 | БДМГ156 | БДМГ | ОК |
| 23:32:39 | Гамма156 | | 0.11 мкЗв/ч |
| 23:32:39 | БДМГ157 | БДМГ | ОК |
| 23:32:39 | Гамма157 | | 0.14 мкЗв/ч |
| 23:32:39 | УДА-1АВ 132 | УДА | ОК |
| 23:32:39 | Альфа132 | | 0.104 Бк/л/З |
| 23:32:39 | Бета132 | | 0.116 Бк/л/З |
| 23:32:39 | Радон132 | | 0.124 Бк/л/З |
| | Объем воздуха | | 0.105 л. |
| | V прожвечи | | 0.13 л/мин |
| 23:32:39 | УДА-1АВ 133 | УДА | ОК |
| 23:32:39 | Альфа133 | | 0.138 Бк/л/З |
| 23:32:39 | Бета133 | | 0.123 Бк/л/З |
| 23:32:39 | Радон133 | | 0.113 Бк/л/З |
| | Объем воздуха | | 0.113 л. |

Рис. 6. Пример экранной копии интерфейса оператора ЦУП

Программа «Монитор оператора» (МО) предназначена для визуализации текущих показаний датчиков и просмотра истории наблюдения. Она является одним из основных инструментов сотрудников отдела радиационной безопасности предприятия. МО также может использоваться службами эксплуатации для наблюдения за состоянием приборов и фиксирования диагностических сообщений, требующих вмешательства оператора. Кроме того, эта программа полезна для руководства предприятия при необходимости оценки радиационной обстановки в целом.

МО имеет гибкий настраиваемый графический интерфейс, позволяющий мгновенно оценить радиационную обстановку и допускающий множество вариантов отображения информации.

В случае возникновения нештатной ситуации (превышения предельных значений параметров, несанкционированного отключения датчиков или узлов системы) соответствующее визуальное оповещение может сопровождаться звуковым сигналом, привлекающим внимание оператора.

Пользователь имеет возможность просматривать следующие объекты:

- карты и планы с условными изображениями датчиков и групп параметров, цветовая индикация которых меняется в зависимости от радиационной обстановки в режиме реального времени;
- текущие показания в режиме реального времени:
 - значения параметров;
 - оперативные тренды;
 - значения, превышающие предельные показатели;
 - гистограммы для параметров;
- информацию, сохраненную в базе данных:
 - списки и графики аварий за любой период;
 - графики значений параметров за пять дней, год и 10 лет;
 - состав оборудования системы.

МО может быть настроен индивидуально в зависимости от потребностей конкретного пользователя.

Пример основного окна интерфейса МО представлен на рис. 7.



Рис. 7. Основное окно программы «Монитор оператора»

4. История создания объектовых систем

Первая объектовая система радиационного контроля, созданная ИБРАЭ РАН, была развернута на ФГУП «Атомфлот» и предназначена для обеспечения радиационной безопасности при эксплуатации площадки временного хранения отработавшего ядерного топлива атомных подводных лодок ВМФ.

Она была создана в рамках международной программы «АМЕС» (Arctic Military Environmental Cooperation).

Система включает в себя 8 постов контроля мощности дозы гамма-излучения, 2 установки контроля радиоактивного загрязнения воздуха на промплощадке, 3 установки контроля альфа- и бета-радиоактивных аэрозолей в вентиляционных системах, установку контроля радиоактивного загрязнения очищенных сбросных вод и автоматическую метеостанцию. Программное обеспечение для сбора и передачи данных в системе радиационного мониторинга было разработано в ИБРАЭ РАН. Программное обеспечение для визуализации результатов «Picasso-АМЕС», разработанное в Норвежском институте энерготехнологий (город Халден), было предоставлено норвежской стороной и адаптировано специалистами ИБРАЭ РАН. Работы по созданию системы были завершены в сентябре 2003 г., а в апреле 2004 г. система была принята в эксплуатацию.

Другим проектом, осуществленным в рамках направления «Радиационный контроль на объектах утилизации» программы АМЕС, было создание системы радиационного контроля на ФГУП «10 СРЗ» Министерства обороны России, расположенном в городе Полярном Мурманской области и участвующем в программе утилизации атомных подводных лодок. Эта система включает 12 точек контроля мощности дозы гамма-излучения (рис. 8а), одну установку контроля альфа- и бета-радиоактивных аэрозолей в спецвентиляции, установку контроля радиоактивного загрязнения очищенных сбросных вод (рис. 8б) и автоматическую метеостанцию. Программное обеспечение системы было аналогично системе на ФГУП «Атомфлот». Она была принята в эксплуатацию в ноябре 2005 г.

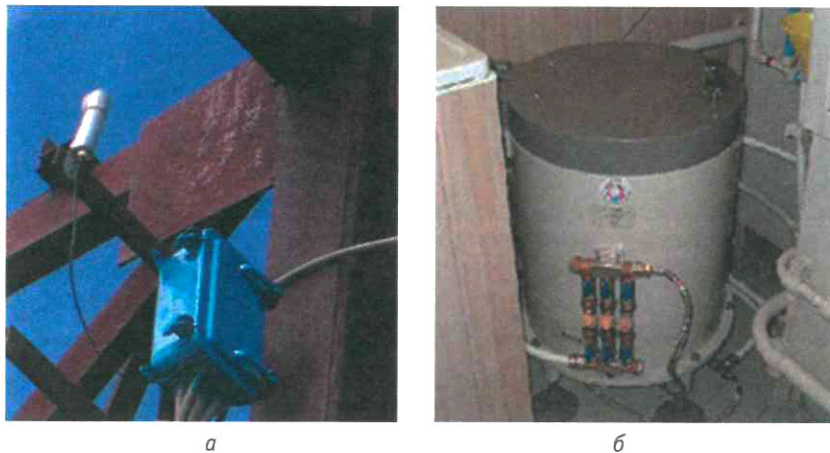


Рис. 8. Блок детектирования мощности дозы гамма-излучения БДМГ-100 (а) и установка контроля объемной активности воды РСКВ-1 (б) на ФГУП «10 СРЗ»

В 2005—2006 гг. на ФГУП «Атомфлот» проводилась реконструкция здания № 5 для создания долговременного хранилища неперерабатываемого и поврежденного ядерного топлива ледокольного флота. Для обеспечения радиационной безопасности была спроектирована и создана система радиационного контроля. Проект выполнен ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский и проектный институт энергетической техники» при участии ИБРАЭ РАН. Реализация системы осуществлена силами ИБРАЭ РАН совместно с НПП «Доза» и ООО «ТехноЦентр сервис». Система включает 7 блоков детектирования мощности дозы гамма-излучения БДМГ-100 (рис. 9а), 8 установок контроля радиоактивных аэрозолей в воздухе производственных помещений и в вентиляции УДА-1АБ, 5 установок контроля радиоактивности благородных газов в вентиляции и в помещениях УДГ-01 и установку контроля параметров выбросов через вентиляционную трубу УППВМ.

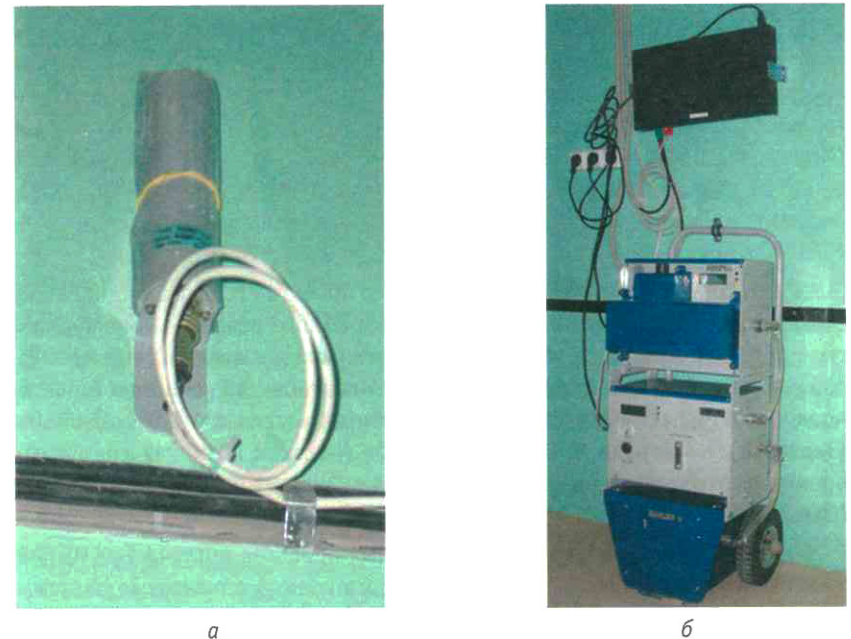


Рис. 9. Блок детектирования мощности дозы гамма-излучения БДМГ-100 (а) и установки контроля объемной активности аэрозолей воздуха УДА-1АБ (б) в здании 5 на ФГУП «Атомфлот»

Для повышения уровня радиационной безопасности на предприятии в 2008—2011 гг. в рамках федеральной целевой программы были проведены работы по модернизации системы радиационного контроля на ФГУП «Атомфлот». Этот проект существенно увеличил количество точек контроля радиационной обстановки в технологических помещениях, на территории

предприятия и в зоне наблюдения. Так, в здании ремонтно-технологического комплекса (РТК), на участках проведения работ размещены 14 датчиков измерения мощности дозы гамма-излучения, в здании переключения сетей — 1 датчик. В здании хранилища твердых отходов установлены 8 аналогичных датчиков и 1 установка измерения объемной активности радиоактивных аэрозолей в вентиляционной системе установки сжигания.

В здании сооружения контроля сточных вод предприятия в процессе модернизации погружной блок детектирования, используемый для контроля воды, сливаемой в залив, заменен на спектральную установку РСКВ-01.

При модернизации системы радиационного контроля количество блоков детектирования мощности дозы гамма-излучения возросло до 33. В качестве блоков детектирования используются устройства БДМГ-41 и УДМГ-100.

Модернизированная система радиационного контроля ФГУП «Атомфлот» объединила все существующие на предприятии системы радиационного контроля в единую автоматизированную систему с общим сервером и единым программным обеспечением. В систему также поступает информация с контрольных точек, расположенных в санитарно-защитной зоне предприятия (Мишуково, общежитие «Атомфлот», офис «СевРАО»). Результаты измерений от удаленных точек на территории предприятия и с точек контроля в санитарно-защитной зоне (рис. 10) передаются в систему по радио- и GPRS-каналам с использованием специального программного обеспечения.

С 2005 по 2008 гг. в рамках международного проекта «Усовершенствование системы радиационного мониторинга и аварийного реагирования Мурманской области» были разработаны и созданы (или расширены) еще четыре объектовые системы автоматизированного контроля радиационной обстановки: на ФГУП «СРЗ “Нерпа”», в окрестностях Филиала № 1 ФГУП «СевРАО» (Заозерск), в Филиале № 2 ФГУП «СевРАО» (поселок Гремиха) и в пункте временного хранения реакторных отсеков в Филиале № 3 ФГУП «СевРАО» (Сайда-губа).

С 2007 по 2008 гг. в рамках международных проектов при участии ИБРАЭ РАН были разработаны и созданы (или расширены) объектовые системы автоматизированного контроля радиационной обстановки на технической территории Филиала № 1 ФГУП «СевРАО» (губа Андреева) и в пункте длительного хранения реакторных отсеков в Филиале № 3 ФГУП «СевРАО» (Сайда-губа).

С 2008 по 2011 гг. в рамках международного проекта «Усовершенствование системы радиационного мониторинга и аварийного реагирования Архангельской области» были разработаны и созданы еще две объектовые системы автоматизированного контроля радиационной обстановки: на ОАО «Севмаш» и ОАО «ЦС “Звездочка”».

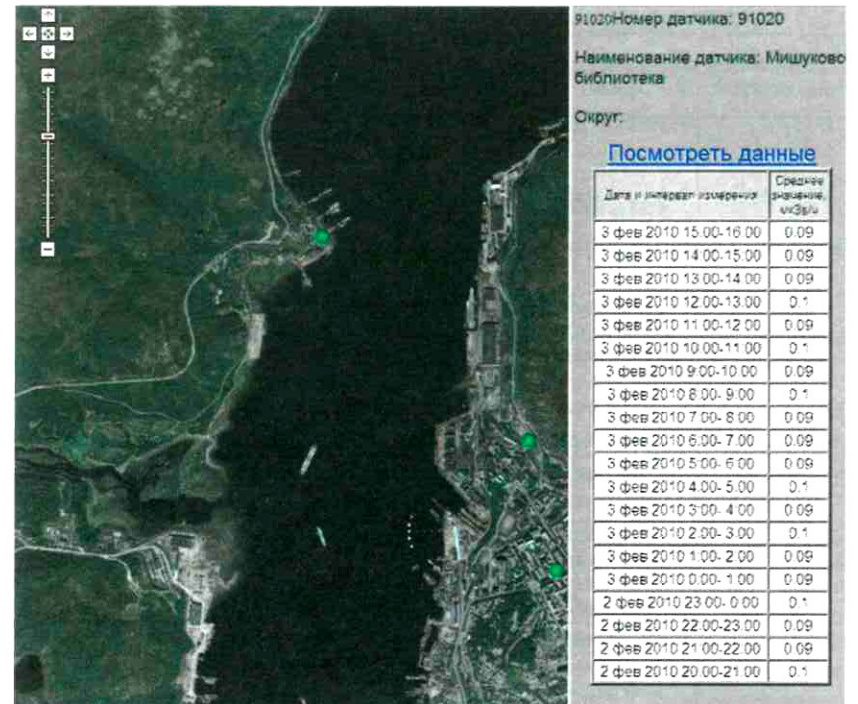


Рис. 10. Информация с точек контроля в санитарно-защитной зоне ФГУП «Атомфлот»

В табл. 2 приведена краткая информация об объектовых системах радиационного контроля, разработанных и созданных силами ИБРАЭ РАН в Мурманской, Архангельской и ряде других областей с 2000 по 2010 гг.

Таблица 2. Перечень и краткие характеристики объектовых систем радиационного контроля, созданных ИБРАЭ РАН в период с 2000 по 2010 гг.

| Расположение систем АСКРО | Контролируемый объект | Сроки реализации | Количество точек контроля | Источник финансирования |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ФГУП «Атомфлот» | Накопительная площадка временного хранения отработавшего ядерного топлива | 2002—2004 гг. | 15 | Программа АМЕС |
| ФГУП «Атомфлот» | Хранилище ОЯТ КТ (здание № 5) | 2004 г. | 20 | Программа «Глобальное партнерство» при финансовой помощи со стороны правительства Великобритании |

Табл. 2 (окончание)

| Расположение систем АСКРО | Контролируемый объект | Сроки реализации | Количество точек контроля | Источник финансирования |
|---------------------------|---------------------------------------------|------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ФГУП «Атомфлот» | РТК, промплощадка | 2008—2011 гг. | 33 | Федеральная целевая программа «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года» |
| ФГУП «СРЗ “Нерпа”» | Промплощадка | 2005—2008 гг. | 35 | Международный проект «Усовершенствование системы радиационного мониторинга и аварийного реагирования Мурманской области», Европейский банк реконструкции и развития (ЕБРР) |
| Филиал № 1 ФГУП «СевРАО» | Окрестности филиала, Заозерск | 2005—2008 гг. | 4 | То же |
| Филиал № 2 ФГУП «СевРАО» | Промплощадка (расширение системы) | 2005—2008 гг. | 10 | » |
| Филиал № 3 ФГУП «СевРАО» | Временное хранилище реакторных отсеков | 2005—2008 гг. | 8 | » |
| Филиал № 1 ФГУП «СевРАО» | Промплощадка (расширение системы) | 2007—2008 гг. | 23 | Министерство торговли и промышленности Великобритании (через NUKEM) |
| Филиал № 3 ФГУП «СевРАО» | Долговременное хранилище реакторных отсеков | 2007—2008 гг. | 43 | Министерство труда Германии (через «Energiewerke Nord GmbH») |
| ОАО «ЦС “Звездочка”» | Промплощадка, санитарно-защитная зона | 2008—2010 гг. | 19 | Международный проект «Усовершенствование системы радиационного мониторинга и аварийного реагирования Архангельской области», ЕБРР |
| ОАО «ПО “Севмаш”» | Промплощадка, санитарно-защитная зона | 2008—2010 гг. | 34 | То же |
| ИАЦ ОАО «ГНЦ НИИАР» | Санитарно-защитная зона, зона наблюдения | 2010 г. | 10 | Росатом |
| ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» | Санитарно-защитная зона, зона наблюдения | 2010 г. | 10 | Росатом |