

УДК 311.21

© Ключников В.Ю., Бурман В.М.

КОНЦЕПЦИЯ МОДУЛЬНЫХ АВТОНОМНЫХ ПЛАТФОРМ СБОРА ДАННЫХ О СОСТОЯНИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РАЙОНАХ РАЗМЕЩЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ И ОБЪЕКТОВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Рассматриваются примеры существующих автономных платформ сбора данных (АПСД). Предлагается концепция модульных автономных платформ сбора данных о состоянии окружающей среды в районах размещения изделий и объектов специального назначения.

Введение

На обширной территории России расположено множество объектов специального назначения, на которых складываются и хранятся опасные для окружающей природы и населения вещества, в том числе химические, взрывчатые, ядерные и радиоактивные. Зачастую эти объекты вынесены далеко за черту населенных пунктов, что, однако, не гарантирует защиту самих населенных пунктов от поражения в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

На сегодняшний день техническое оснащение таких объектов не гарантирует надежный контроль предаварийной ситуации, а также несанкционированного доступа к хранилищам. Более половины технических средств контроля выработало свой ресурс. Большинство средств морально устарело, не имеет возможности контролировать утечки и испарения опасных реагентов и продуктов их распада. Используемые средства, как правило, не имеют автономных источников питания, отсутствует централизация контроля.

В связи с этим стала актуальной задача модернизации систем контроля объектов хранения опасных веществ и изделий либо создания систем на новых прин-

ципах, способных работать в автоматическом режиме. В настоящее время идея автоматического контроля параметров среды реализуется в Единой государственной автоматизированной системе контроля радиационной обстановки (ЕГАСКРО). К примерам такой реализации можно отнести:

- систему автоматического радиационного контроля зоны действия ПО "Маяк";
- посты радиационного контроля на Запорожской и Чернобыльской АЭС на основе автономных буйев "Кондор-1МУ" со спутниковой системой сбора и передачи данных "Кондор";
- автоматический пост радиационного контроля (производства Финляндии) на Ленинградской АЭС с передачей информации через АТС местной телефонной сети¹.

Системы автоматического контроля состояния окружающей среды в районах размещения изделий и объектов специального назначения на территории России целесообразно создавать с использованием спутниковых каналов связи. Накопленный в настоящее время научный и технический потенциал предприятий оборонного комплекса вполне позволяет сделать это.

Основой автоматических систем контроля состояния окружающей среды в районах размещения изделий и объектов специального назначения должны являться автономные платформы сбора данных (АПСД).

Автономные платформы сбора данных о состоянии окружающей среды известны и используются на

¹Такой способ контроля широко используется на Западе для радиационного контроля ядерных объектов.

*Ключников Валерий Юрьевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, начальник отдела 4 ЦНИИ;
Бурман Вячеслав Михайлович – аспирант кафедры электроники и вычислительной техники (факультет радиоэлектроники и компьютерных систем Муромского института Владимирского государственного университета).*

практике относительно давно. К аналогам АПСД можно отнести автономные буйковые станции, широко использующиеся для решения задач океанографии и метеорологии.

1. Морские автономные буйковые станции

При помощи автономных буйковых станций (или кратко буюв), непрерывно получают информацию о состоянии природной среды в заданном районе в течение длительного времени (годы) [1].

Современные буй оснащены системами телеметрии для передачи в режиме реального времени данных об измеряемых параметрах на береговые станции сбора информации. В последние годы данные поступают в среднем примерно с 1400 буюв, около половины которых направляют сводки данных в Глобальную систему дальней связи для свободного использования. С 1986 г. Служба данных по морской среде (MEDS) Канады выступает от имени Международного океанографического комитета и Всемирной метеорологической организации в качестве уполномоченного центра по архивации данных дрейфующих буюв. Эта служба архивирует в среднем свыше 300 000 сводок в месяц от более чем 800 буюв.

Океанографические буй (рис. 1) собирают информацию о скорости и направлении течений, темпера-

туре воды на различных горизонтах, высотах, периодах и направлении волн, уровне воды (приливах). С их помощью возможен мониторинг профиля течений в режиме реального времени. При необходимости океанографические буй оснащаются датчиками для определения качества воды, видимости/мутности, рН, растворенного кислорода и др.

Типичный морской заякоренный метеорологический буй оснащен датчиками для измерения параметров среды на границе воздух-вода: скорости и направления ветра, атмосферного давления, температуры воздуха и воды, высоты волны и периода, точки росы или относительной влажности. Дополнительно на некоторых типах метеорологических буюв (например, Triton) могут измеряться такие параметры, как солнечная радиация, атмосферная видимость, осадки, волновой спектр, соленость, скорости течений, подповерхностная температура до глубины нескольких сотен метров. Дрейфующие метеорологические буй главным образом измеряют атмосферное давление, а также температуру воздуха и воды. На дрейфующих буюв типа FGGE измеряются также скорость и направление ветра (рис. 2).

Морские буй уже сегодня обеспечивают непрерывное получение информации о состоянии природной среды в заданном районе в течение длительного времени (годы). Считается, что автономные буйковые станции

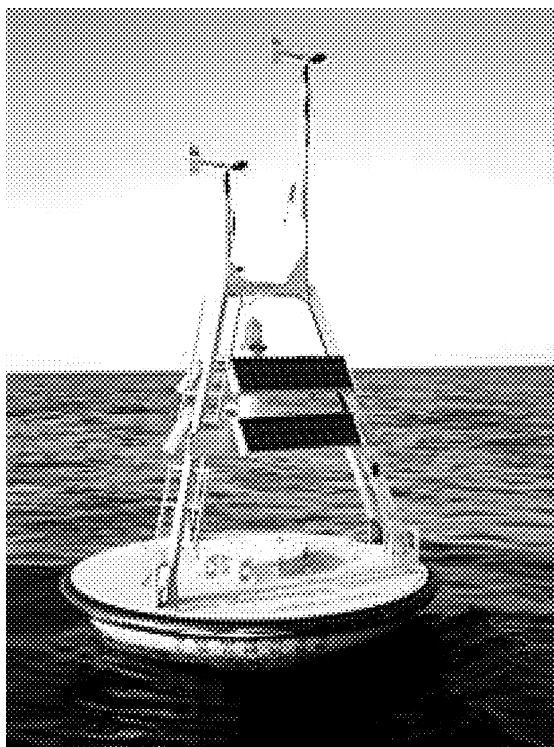


Рис. 1. Океанографический буй типа SVP

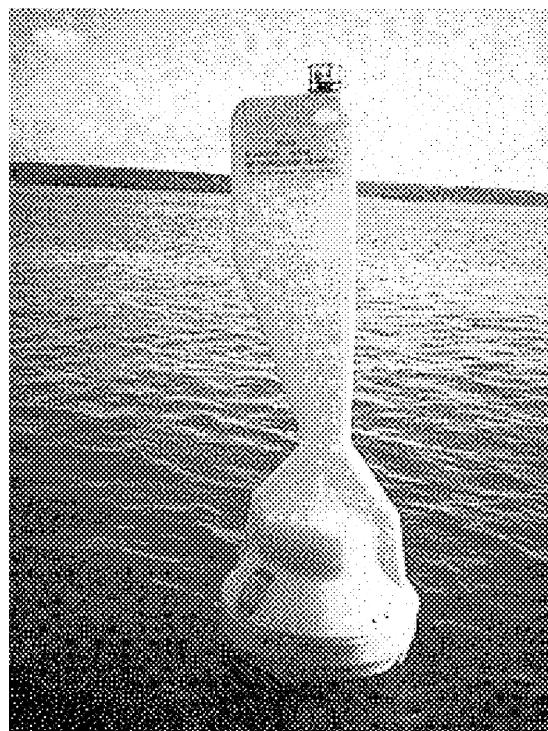


Рис. 2. Дрейфующий метеорологический буй типа FGGE

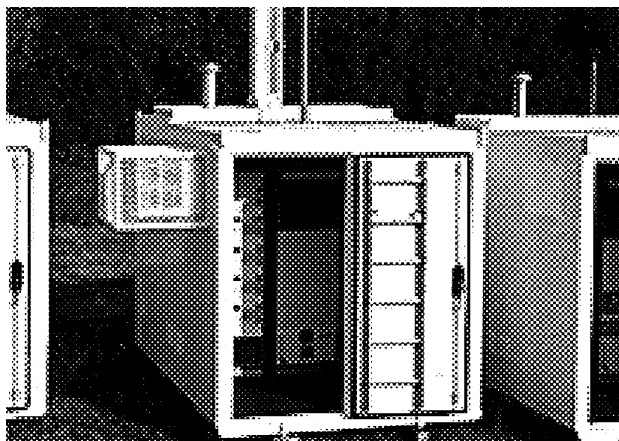


Рис. 3. Автоматический стационарный пост мониторинга чистоты атмосферного воздуха

являются наиболее дешевым и в тоже время весьма эффективным техническим средством для решения задач метеорологии и океанографии.

2. Сухопутные автономные платформы сбора данных

Сухопутные АПСД о состоянии окружающей среды также применяются на практике, но в гораздо меньшей степени, чем их морские аналоги.

Так, сухопутным аналогом буев можно считать автоматические стационарные посты, предназначенные для мониторинга чистоты атмосферного воздуха на основе газовых анализаторов фирмы Environnement S.A. (Франция) Изготовитель поста – компания "ЛабТехКомплект" (рис. 3) [2].

Помимо газоанализаторов автоматические посты могут быть укомплектованы также системой забора и подготовки воздуха, пылемером, датчиками метеорологических параметров. Количество установленных анализаторов определяется перечнем контролируемых параметров. Посты имеют собственную систему поддержания температурно-влажностного режима, сигнализацию о пожарной опасности и несанкционированном доступе, компьютерную систему для первичного сбора и обработки информации и контроля за работой приборов, автоматический самозапуск при перерывах внешнего электропитания. Все оборудование помещено в вандалоустойчивый контейнер. Система обеспечивает надежное определение концентраций газов, начиная с десятых долей ppb. Ресурс автономной работы системы без дополнительного сервисного обслуживания составляет 2-3 месяца. Срок эффективной эксплуатации более 10 лет.

Другим, более актуальным примером реализации концепции АПСД о состоянии окружающей могут служить система «Кондор» (разработчики – ОКБ МЭИ, г. Москва, НИЦ космического приборостроения, г. Обнинск, Калужской обл. и ГКБ «Южное», г. Днепропетровск, Украина) и автоматический пост экологического контроля - АПЭК (разработчик – РКК «Энергия»).

Система «Кондор-1МУ» представляет собой спутниковую систему, обеспечивающую сбор и хранение информации с платформ сбора данных по запросу со спутника. На пунктах приема данных эта информация обрабатывается и вычисляется место нахождения платформы. По замыслу разработчиков система должна обеспечивать:

- мониторинг окружающей среды в населенных пунктах, на удаленных производствах, нефтяных полях, в зонах вулканической активности и т.д;
- контроль химического и радиационного загрязнения почвы и водных объектов;
- оповещение о пожарах и землетрясениях;
- контроль состояния газо- и нефтепроводов;
- отслеживание передвижения железнодорожного, автомобильного и других видов транспорта;
- определение местоположения объектов, терпящих бедствие.

Помимо платформ сбора данных в состав системы "Кондор-1МУ" входят:

- оборудование для сбора и передачи данных;
- бортовое спутниковое оборудование для накопления данных и их передачи;
- станция приема данных;
- специальное тестирующее оборудование для дистанционной проверки блока "Кондор-1".

Масса автономной платформы сбора данных – 10 кг.

Автоматические ледовые и морские буи могут быть доставлены в труднодоступные районы на парашюте.

Общее число платформ в системе может достигать 2000.

Бортовое оборудование приема/передачи данных в системе "Кондор-1МУ" устанавливалось на космических аппаратах (КА) типа "Океан". Планируется установка такой аппаратуры на борт перспективного геостационарного гидрометеорологического космического аппарата «Электро» [3]. В Бразилии технология платформ сбора данных с использованием спутниковых каналов связи была реализована на спутниках SDC 1 и 2. В данном случае такая система используется для

целей точной агротехники апельсиновых культур. ПСД осуществляют сбор о влажности почв и высоте фруктовых деревьев, которые являются важными параметрами для процесса цветения и последующего производства апельсинов.

Отдельные образцы отечественных платформ сбора данных системы «Кондор-1МУ» устанавливались на Запорожской и Чернобыльской АЭС и т.п.

Автоматический пост экологического контроля (АПЭК) предназначен для автоматического контроля загрязнения воздушной среды. Предполагалось, что АПЭК будет входить в состав системы экологического мониторинга ОАО "Газпром".

Информация с АПЭК, установленных в районах размещения предприятий «Газпрома», передается по телефонному каналу в центры экологического контроля и по системе спутниковой связи "Ямал" в ОАО "Газпром" и другим потребителям.

К основным контролируемым параметрам АПЭК относятся:

- скорость и направление ветра;
- температура, давление и относительная влажность;
- дозиметрические характеристики (мощность экспозиционной дозы);
- содержание кислорода;
- содержание озона;
- содержание примесей - NO_2 , CO , SO_2 , H_2S , CH_4 ;
- интегральная массовая запыленность;
- распределение запыленности по частицам: 0,5–5 мкм и 5 – 10 мкм и др.

Напряжение питания АПЭК – 220 В ± 10 %, (50±1) Гц. Потребляемая мощность – 1200 ВА. Масса 960 кг. Габариты 1900x2000 мм. Периодичность вывода информации – 4 раза в сутки.

Конструктивно АПЭК состоит из пылевлагопроницаемого корпуса и рамы с приборами измерительного и служебного комплекса. Комплекс снабжался блоком бесперебойного питания и аккумуляторной батареей. Гарантийный срок службы 3 года с проведением профилактических работ 1 раз в год. Необходимо отметить, что широкого распространения ни морские, ни сухопутные АПСД для решения задач экологического мониторинга не получили. Причинами этого являлись их достаточно высокая стоимость, низкая надежность, отсутствие долговечных и селективных сенсоров (датчиков) для определения контролируемых параметров, проблема автономного электрического питания и т.д.

3. Концепция автономных платформ сбора данных о состоянии окружающей среды модульного типа

В настоящее время, в частности, с развитием нанотехнологий, биосенсорики, технологий получения и преобразования электрической энергии и т.д. представилось возможным вернуться к идее создания АПСД на новом технологическом уровне. В основу конструкции следующего поколения АПСД целесообразно положить принципы универсальности, гибкости, микроминиатюризации, высокой надежности и низкой стоимости. Одно из направлений реализации перечисленных принципов – модульность АПСД. Модульные конструкции в настоящее время широко используются, например, в космической технике.

Современные представления о модульном проектировании космических аппаратов (КА) разделяют весь КА на платформу со служебной аппаратурой и полезную нагрузку, определяющую назначение КА (аппаратура связи, дистанционного зондирования, исследований космического пространства и т.д.). Условия работы АПСД сходны с условиями функционирования КА в космическом пространстве по таким параметрам, как автономность, сложность технического обслуживания, ограниченные возможности энергопотребления и т.д.

Целью создания АПСД модульного типа является обеспечение надежного контроля за состоянием специального объекта, а также мониторинг состояния окружающей среды в районе его расположения, что позволит заблаговременно предупредить о возможном возникновении аварийных ситуаций, которым, как правило, предшествуют небольшие выбросы, утечки или испарения опасных веществ, или продуктов их распада. В случае возникновения нештатных ситуаций информация о реальной обстановке позволит организовать действенные меры по устранению последствий ситуации и снизить их воздействие на население и окружающую среду.

Такая система контроля должна охватывать значительную территорию вокруг контролируемого объекта, но вся информация должна собираться в едином контрольном центре независимо от места нахождения объекта.

В общем случае АПСД должна предусматривать контроль и измерение следующих параметров:

Утечки и испарения хранимых веществ:

1. Интенсивность фона гамма-излучения.
2. Концентрация в воздухе хранимых химических веществ или продуктов их разложения.

3. Концентрация в дренажных водах хранимых или используемых химических веществ.

Метеорологические параметры окружающей среды:

4. Температура воздуха.
5. Относительная влажность воздуха.
6. Скорость ветра.
7. Направление ветра.
8. Количество выпадающих жидких осадков.
9. Атмосферное давление.

Технологические параметры объектов:

10. Концентрация и характер аэрозолей над объектом.
11. Температура контрольных точек объекта.
12. Целостность сооружения.
13. Контроль несанкционированного доступа на охраняемую территорию.

Предлагаемая система должна решать следующие задачи:

1. Непрерывное измерение критических параметров (1-3) и контроль несанкционированного доступа в охраняемую зону.
2. Циклическое (каждые три часа) измерение параметров окружающей среды.
3. Предварительная обработка измеренных пара-

метров, анализ данных и передача результатов анализа на контрольный пункт по заданной циклограмме сбора данных.

4. Выдача на контрольный пункт аварийного сигнала при превышении критического параметра заданного порогового значения или несанкционированного проникновения в охраняемое помещение или зону.

5. Накопление и хранение собранной информации.

Количество постов АПСД и комплектация их датчиковыми средствами зависит от вида и задач контроля, размеров контролируемой зоны или объекта.

Сбор информации от АПСД на одном объекте или в локальном районе может выполняться по проводным линиям связи или при значительном разнесении АПСД с помощью УКВ-радиосвязи. Передача информации может осуществляться также с использованием спутниковых каналов связи.

Система должна иметь два основных режима работы: дежурный и аварийный. В дежурном режиме выполняется осреднение каждые 10 мин. данных непрерывных измерений "критических" параметров фона, которые вместе с временными метками заносятся в оперативную память. Измерение метеорологических параметров в дежурном режиме выполняется каждый час.

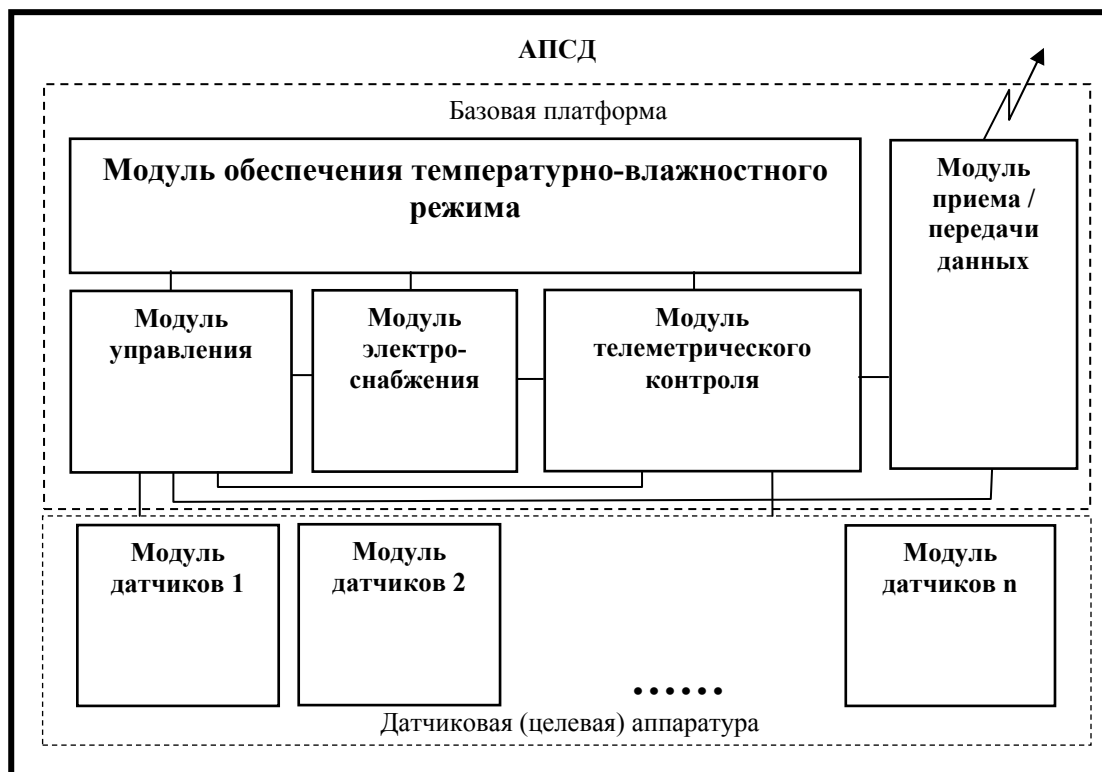


Рис. 4. Структура АПСД модульного типа

Результаты измерений в дежурном режиме передаются в локальный центр управления каждые 3 часа, а в региональный - ежесуточно. По результатам измерений бортовой процессор выполняет анализ скорости изменения критического параметра. При превышении заданного порога этой скорости АПСД переходит в аварийный режим работы. В аварийном режиме осреднение критических параметров выполняется ежеминутно, а метеорологические параметры измеряются каждые 30 минут. Первое аварийное оповещение передается в центры управления немедленно, а затем частота опроса АПСД устанавливается из локального центра управления. Система переходит в аварийный режим и по срабатыванию датчика несанкционированного доступа в охраняемую зону. Возврат системы в дежурный режим происходит автоматически при снижении уровня критического параметра ниже установленного порогового значения или

при снятии блокировки охранных датчиков.

С целью расширения и конкретизации базового перечня измерений АПСД предлагается изготавливать в модульном исполнении.

Основой АПСД должен являться ударопрочный, герметичный (в случае необходимости) контейнер с размещенными там модулями электроснабжения, приема-передачи данных, обеспечения температурно-влажностного режима, телеметрического контроля (рис. 4). В виде одного или нескольких типовых модулей могут выполняться измерительные и сигнальные датчики (сенсоры).

Модульная технология создания АПСД позволяет с небольшими затратами и в короткие сроки адаптировать типовые (базовые) АПСД к применению в составе систем мониторинга и контроля различного целевого назначения.

Литература:

1. Сайт Единой государственной системы информации об обстановке в Мировом Океане // http://data.oceaninfo.ru/observation/buoys/inf_buoys.jsp.
2. Сайт компании "ЛабТехКомплект" // <http://www.lab-tech.ru>.
3. Конкурсная документация для проведения открытого конкурса на право заключения государственного контракта на выполнение работ «Создание геостационарного гидрометеорологического космического комплекса и космической системы на его основе в составе 2 космических аппаратов» (на период 2007-2009 годы). М.: 2007.

Материал поступил в редакцию 26. 12. 2007г.