

Мосъпан В.А., Берг А.В.

Кременчугский государственный политехнический университет

Введение. Охрана окружающей природной среды начинается с контроля загрязнения воздуха, воды, почвы в рабочих, промышленных, жилых и заповедных зонах. Экологический контроль имеет две функции: аналитическую, ответственную за получение представительной и достоверной экологической информации, и управленческую, которая заключается в подготовке законов, норм, правил, обеспечивающих экологическую безопасность контролируемых объектов, а также в проверке выполнения принятых решений. В первом случае экологический контроль означает измерения, наблюдения, исследования объектов. Одна из наиболее информативных форм такого эколого-аналитического контроля - экологический мониторинг, т.е. слежение за изменением параметров процессов и явлений в окружающей среде. Во втором случае экологический контроль - это деятельность государственных органов, предприятий, общественных организаций и граждан по разработке и соблюдению экологических законов и стандартов, санитарных норм и правил. В публикациях последних лет [1-3] отмечается большое значение стадии проектирования (или планирования) для эффективной работы системы мониторинга. Подчеркивается, что предложенные в них схемы или структуры проектирования сравнительно легко применимы для простых, локальных систем мониторинга, вместе с тем, проектирование национальных систем мониторинга сталкивается с большими трудностями, связанными с их сложностью и противоречивостью.

Многие подзаконные акты, например, стандарты безопасности труда и охраны природы [4-7], разработанные несколько десятилетий назад, не соответствуют требованиям экологической безопасности и современному уровню экоаналитики. В результате действующая на Украине система экологического контроля не справляется со стоящими перед ней задачами и нуждается в коренном усовершенствовании.

Функции мониторинга газовой среды химически опасных объектов и территорий заключаются в непрерывном контроле параметров атмосферы с целью своевременной выдачи информации о возможных выбросах загрязняющих веществ с регистрацией изменений их концентраций, например, превышающих предельнодопустимые концентрации (ПДК), которые могут привести к чрезвычайной ситуации, регистрации динамики аварийного изменения концентрации в целях предупреждения и протоколирования аварийных ситуаций, прогнозирования последствий и принятия адекватных мер по их ликвидации [2,3].

Цель работы. Анализ проблем и разработка принципов построения систем мониторинга химически опасных объектов, решение других многомерных контрольно-измерительных задач по состоянию атмосферы, необходимых для контроля безопасности функционирования производственных объектов, для оперативного принятия решения по предотвращению поступления загрязняющего вещества в окружающую среду при нарушении технологического процесса, а также для своевременного оповещения рабочего персонала объекта и населения в случае аварийных выбросов.

Разработка структуры комплекса для мониторинга параметров атмосферы на базе газовых сенсоров, других первичных преобразователей и автономных портативных микропроцессорных регистраторов, связанных по каналу с центральной ЭВМ, который может служить прообразом сети интеллектуальных датчиков.

Материал и результаты исследований. Одно из возможных перспективных направлений эколого-аналитического контроля атмосферы заключается в создании специализированных адаптированных к контролируемому объектам промышленных автоматических и автоматизированных комплексов. Современная хроматография в сочетании с избирательными сорбционными методами пробоотбора, универсальными и селективными методами детектирования и микроэлектронными компьютерными методами управления операциями и режимами анализа, обработкой и представлением их результатов позволяет осуществить не только количественный анализ многокомпонентных сред известного состава, но и идентификацию веществ. Точность анализов обеспечивается динамическими методами проверки метрологических характеристик комплексов [1].

Современным требованиям промышленного экологического контроля в наибольшей мере удовлетворяют методы анализа, включающие в себя непрерывные методы сорбционного пробоотбора и метрологического обеспечения измерений [8].

Таким образом, эколого-аналитическая система имеет развитую и системно-организованную периферию, максимально расширяющую его аналитические возможности. Под системной организованностью следует понимать не только унифицированные интерфейсы компьютерной связи, позволяющие объединять аналитические комплексы в лабораторные и межлабораторные системы. Понятие системности здесь несет и достаточно глубокий химико-аналитический смысл, который состоит в том, что аналитические возможности этих комплексов должны взаимно перекрываться на достаточно больших

массивах задач, т.е. анализ одного и того же образца можно проводить, как минимум, двумя независимыми методами, один из которых по уровню метрологического обеспечения является прецизионным. Тем самым осуществляется проверка правильности результатов химического анализа.

Основные принципы построения системы мониторинга с использованием указанных средств наблюдения могут быть следующими:

- процесс контроля окружающей среды содержит несколько ступеней (уровней) мониторинга с получением различной информации на каждом уровне;
- переход от одной ступени мониторинга к другой определяется адаптивно по полученной информации;
- на каждой ступени мониторинга сбор обобщенной информации производится на основании корреляции данных по отдельно наблюдаемым параметрам;
- технические средства наблюдения за окружающей средой должны программироваться в составе измерительной сети;
- обработка данных об измерениях производится на всех уровнях мониторинга, что повышает достоверность и надежность полученных результатов мониторинга.

Средства измерения и датчики должны совмещают в себе две функции:

- преобразование измеряемого параметра в электрический сигнал;
- первичную цифровую обработку информации по заданной программе в реальном масштабе времени.

Предлагаемая система предназначена для осуществления непрерывного контроля концентрации отравляющих веществ в атмосфере, автоматического обнаружения и регистрации "аварийного" процесса (ЧС) в случае превышения контролируемыми газовыми компонентами заданного порога концентрации, автоматического оповещения о факте аварии по радиоканалу.

Конструкция системы должна предусматривать работу в жестких климатических условиях, в том числе в экстремальном режиме (взрыв, пожар и т.п.). Центр обработки данных предназначен для сбора и обобщения данных с датчиков, представления информации на табло и передачи данных в различные службы. Программное обеспечение позволяет проводить анализ данных в режиме реального времени, прогнозирование развития ситуации, отображение и протоколирование данных [2].

Для комплексного решения задачи анализа газовой среды требуется применение нескольких газоанализаторов, объединенных в единую измерительную систему (станцию), обеспечивающую автоматический и непрерывный режим измерений [1]. В зависимости от типа анализируемой газовой среды существует несколько вариантов измерительных систем (рис. 1).



Рисунок 1 – Варианты измерительных систем анализа газовой среды

Система экоаналитического контроля - устройство, обеспечивающее сбор, обработку, хранение и передачу информации, а также управление работой комплекса датчиков и аналитических приборов (станции мониторинга), работающих в автоматическом и непрерывном режиме. На рис. 2 представлена разрабатываемая система и наглядно показана область ее применения: станции экологического мониторинга качества воздуха (воды), метеостанции, системы контроля промышленных газовых выбросов и т.д.

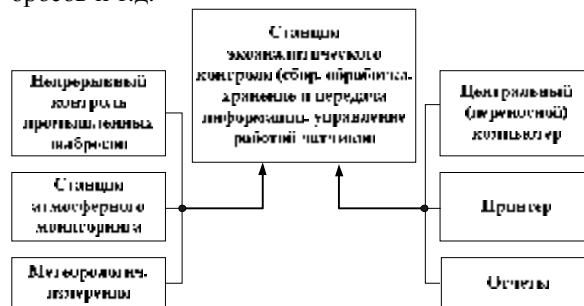


Рисунок 2 – Структура и область применения системы экоаналитического контроля параметров атмосферы

Главными задачами промышленного экоаналитического контроля на примере контроля загрязнения воздуха, являются:

- непрерывный контроль экологически значимых параметров технологических процессов, например состава и концентрации загрязняющих веществ в газовых выбросах;
- непрерывный контроль неорганизованных выбросов, утечек загрязняющих веществ из технологического оборудования, газовой выделений из химических веществ, материалов и изделий промышленного и бытового назначения;
- непрерывный контроль воздушной среды в рабочих, жилых и природоохранных зонах, индивидуальный химический дозиметрический контроль.

Разработка и внедрение в практику промышленных специализированных комплексов, основанных на непрерывных методах анализа, - одно из перспективных направлений решения этих задач. Такие экоаналитические системы обеспечивают единство и правильность измерений, позволяют осуществить достоверный статистический учет динамики загрязнения контролируемых объектов, а также их оперативный контроль. Автоматизация основных операций анализа, унификация элементной базы аналитической аппаратуры повышают надежность, точ-

ность, информативность, а также снижает стоимость анализа.

Система экологического мониторинга, функциональная схема которой представлена на рис. 3, состоит из аппаратного и программного комплексов. Аппаратная часть системы выполняет следующие функции:

- обеспечивает сбор, обработку, архивацию и передачу аналитической и диагностической информации о средствах измерения;
- управляет процедурой калибровки средств измерения;
- обеспечивает режим ограниченного доступа в информационную систему, обеспечивает защиту полу-

ченной информации от несанкционированного входа в систему по каналам сети;

- обеспечивает сохранение базы данных в течение длительного времени при нарушении электроснабжения станции и выходе из строя системы жизнеобеспечения.
- без дополнительных программно-аппаратных средств обеспечивает оперативное получение (просмотр) результатов измерений за различные временные интервалы по каждому каналу измерения, просмотр дневных и месячных сводок данных.

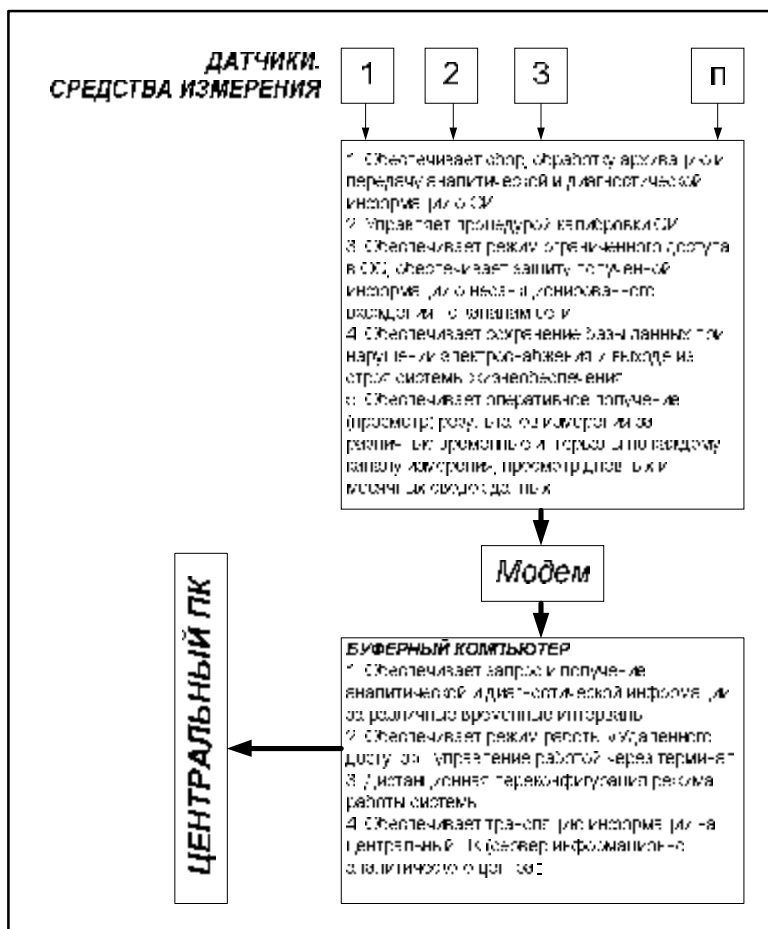


Рисунок 3 – Функциональная схема экоаналитической системы

Могут быть использованы аналоговые входы, (по току или по напряжению), цифровые выходы или специальные входы для подключения метеорологического оборудования. Через каналы входа-выхода в устройство подаются аналоговые выходные сигналы от анализаторов, подключаются системы самодиагностики приборов, сигналы управления работой оборудования, отвечающего за подачу пробы, калибровку, обнуление, а также жизнеобеспечение всего комплекса (вентиляторы, кондиционеры и т.д.), при необходимости - датчики пожарной и охранной сигнализации, сенсоры температуры и влажности.

Программное обеспечение включает в себя:

- средства управления системой мониторинга;
- средства программирования режимов интеллектуальных датчиков;
- пакет программ для тестового контроля работоспособности системы;
- средства визуализации результатов мониторинга;
- программы расчета прогнозируемой ситуации;
- средства геоинформационной поддержки отображения информации;
- средства обеспечения интерфейса и автоматического режима работы системы.

На рис. 4 представлена общая схема станции (системы) атмосферного мониторинга. Измерительный комплекс состоит из средств контроля метеопараметров (так как обеспечение жизнедеятельности требует оптимальных режимов среды обитания, в частности по температуре, давлению и влажности - данные физические величины влияют на состояние человека, а также являются основными показателя-

ми поведения воздушной среды и способны описывать практически все изменения, происходящие в ней) и технических средств измерения, обеспечивающих определение в атмосферном воздухе загрязняющих веществ и взвешенных частиц.

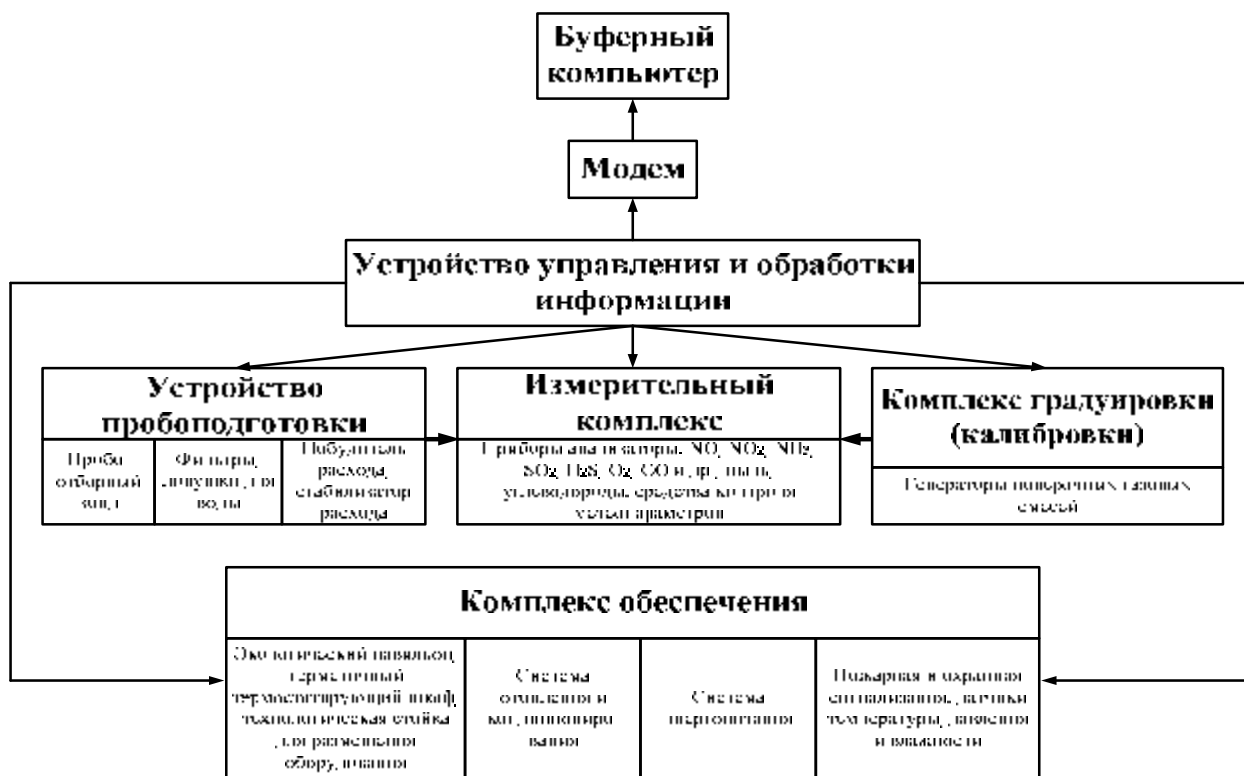


Рисунок 4 – Схема станции (системы) атмосферного мониторинга

Комплекс обеспечения состоит из технических средств, обеспечивающих работу станции атмосферного мониторинга.

Система энергоснабжения обеспечивает подачу питающего напряжения для оборудования станции. Имеет резервный источник, который используется в случае перебоев в подаче электроэнергии.

Система отопления и кондиционирования поддерживает климатические параметры, необходимые для стабильной работы оборудования.

Система пожарной и охранной сигнализации передает информацию о возгорании, попытках несанкционированного проникновения в станцию в устройство управления и соответствующие оперативные службы, включает сигналы оповещения.

Датчики температуры и влажности позволяют контролировать условия эксплуатации оборудования.

Устройство пробоподготовки отвечает за отбор проб и обеспечивает соответствие требованиям технической документации параметров газовой смеси на входе в анализаторы.

Комплекс градуировки (калибровки) необходим для метрологического обеспечения работы станции.

Разрабатываемая система представляет собой устройство, обеспечивающее управление работой станции атмосферного мониторинга, а также сбор, обработку, хранение и передачу информации через модем по телефонным линиям связи на буферный компьютер и далее в центр управления качеством воздуха.

Передача данных от измерительного комплекса на компьютер может быть осуществлена любым из следующих способов:

- по линиям телефонной связи;
- по сетям операторов сотовой связи;
- с помощью радиодлинителя;
- с помощью радиомодема;
- путем непосредственного подключения компьютера.

Стандартный блок обработки имеет дисплей для отображения данных, внутреннюю память для хранения информации, аналоговые входы для подключения датчиков, разъем интерфейса RS232 для передачи данных на компьютер. Дополнительный параллельный порт дает возможность подключения принтера.

Для обеспечения контроля условий эксплуатации по климатике в состав измерительной системы включены датчики температуры и влажности. Сигналы от датчиков поступают на устройство управления.

Система энергоснабжения обеспечивает подачу питающего напряжения для работы газоаналитического и прочего оборудования. Система отопления и кондиционирования поддерживает в помещении необходимые для работы оборудования и персонала температуру и влажность.

Получаемая информация обрабатывается на компьютере (компьютер или микропроцессорная система могут находиться в другом помещении). С помощью программного обеспечения, при использовании системы управления, формируются управляющие воздействия для поддержания требуемых значений параметров микроклимата.

Одна из возможных областей применения данной системы - контроль за составом колошниковых газов в доменном производстве. Здесь необходимо измерять шесть основных компонентов газового потока: CO_2 , CO , N_2 , H_2O , CH_4 , H_2 при давлении 1,5 атм. в условиях сильной запыленности и при температуре до 350°C . Непрерывный оперативный контроль за углеродным и водородным циклами в доменном производстве позволит с помощью корректировки загрузки руды и кокса в печь и регулированием поддува кислорода и метана по минимальным оценкам сэкономить 5-10 кг кокса на 1 тонну выплавляемого чугуна. Для домы со средней производительностью 1 млн.т чугуна в год экономия кокса от установки нового газоанализатора и включения его в систему контроля за технологией варки чугуна может составить 5-10 тыс.т или в денежном выражении \$ 0,6-1,2 млн., не говоря об экономии природных ресурсов и уменьшении количества вредных выбросов в атмосферу. С учетом относительно невысокой потенциальной стоимости системы время ее окупаемости – 2-3 месяца.

Выводы. Рассмотрены функции эколого-аналитического контроля атмосферы, дана объективная оценка действующей на Украине системы экологического мониторинга.

Разработаны принципы построения систем мониторинга химически опасных объектов, решение других многомерных контрольно-измерительных задач по состоянию атмосферы.

Предложен вариант построения станции атмосферного мониторинга, детально описаны состав системы и функции основных блоков.

Разработка и применение современных компьютеризованных средств инструментального контроля окружающей среды позволяет поэтапно решить проблему создания общегосударственной автоматизированной системы обработки данных мониторинга природной среды.

Предложенная система создана по структурированному принципу: предприятие – город – регион – государство – и реализуется пока что на уровне предприятия.

Основой всех этих многоуровневых систем являются приборы экологического контроля, компьютерные технологии обработки результатов измерений, телекоммуникационные сети передачи данных.

Разработанная система не является статичной и в процессе использования предполагается ее постоянное развитие и совершенствование, что является сложной научной проблемой, связанной с проведением значительного объема исследований и оперативным решением целого комплекса организационно-технических задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дашковский А.А., Рыжков В.Ф. Автоматические станции контроля загрязнения атмосферы в экологическом мониторинге Украины // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. - 2003. - №1. - С.10-12.
2. Заболотских В.И. Микропроцессорные системы мониторинга атмосферы / Под ред. проф. В.А. Котляревского «Аварии и катастрофы». Кн. 5. - М.: Изд-во АСВ, 2001. - С.122-136.
3. Заболотских В.И., Вахрушев В.И., Хохряков А.В. Система автоматического контроля, прогноза и оповещения о газовой опасности на химически опасном объекте // Приборы и системы управления. - 1999. - №3. - С.13-15.
4. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-технические требования к воздуху рабочей зоны. - М.: Изд-во стандартов, 1988. - 15 с.
5. ГОСТ 17.2.3.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов. - М.: Изд-во стандартов, 1987. - 5 с.
6. ГОСТ 17.2.4.02-81. Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ. - М.: Изд-во стандартов, 1981. - 18 с.
7. РД-52.04.186-89.Руководство по контролю загрязнения атмосферы. - М.: Госкомгидромет СССР, 1991. - 693 с.
8. Тхоржевский В.П. Автоматический анализ газов и жидкостей на химических предприятиях. - М.: Химия, 1976. - 272 с.
9. Juds Scott M. Toward a definition of smart sensors // Sensors. - 1991, №7. - P.2-3.