

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

## ENVIRONMENTAL MONITORING INFORMATION TECHNOLOGIES

*А.Г. Варкалов, Л.В. Круглова, Е.М. Литвиненко*  
*Varkalov A.G., Kruglova L.V., Litvinenko E.M.*

ЗАО «Центр Специального Конструирования – Вектор», г. Москва

Развитие производства химических веществ, угроза проведения террористических актов вызывают необходимость использования технических средств, обеспечивающих мониторинг параметров окружающей среды с целью повышения безопасности производств, промышленных предприятий, объектов социальной, транспортной инфраструктуры. Использование информационных технологий способствует повышению эффективности таких систем. Разработан аппаратно-программный комплекс химической индикации и мониторинга атмосферного воздуха, воды и почвы (КХИМ), предназначенный для непрерывного контроля, своевременного обнаружения и идентификации в атмосферном воздухе, воде и почве превышений допустимых уровней заражения опасными химическими веществами (токсичными химикатами).

*Ключевые слова:* индикация, мониторинг, программное обеспечение, сбор и обработка информации.

Progress in production of chemicals and the threat of terrorist attacks put forward demands for developing technical equipment providing monitoring of environmental parameters aiming at improving safety of manufacturing processes, industrial enterprises, social facilities, transportation infrastructure, etc. Using information technologies enhances the effectiveness of such systems. Accordingly, a hardware-software complex for indication and monitoring of chemicals in air, water and soil has been designed, which is suitable for continuous monitoring, early detection and identification of hazardous chemicals in the air, water and soil, in case of exceeding the maximum permissible levels of contamination with hazardous chemicals (toxic agents).

*Keywords:* indication, monitoring, software, information capture and processing.

### Введение

Развитие систем безопасности на промышленных предприятиях, транспорте, объектах социальной сферы, направленных на предотвращение возникновения нештатных ситуаций, уменьшение тяжести последствий аварий, техногенных катастроф, террористических актов, делает актуальным создание систем, позволяющих проводить мониторинг окружающей среды, в том числе воздуха, воды, почвы с целью обнаружения и идентификации опасных химических веществ [1, 2].

К таким системам предъявляются следующие требования: непрерывность мониторинга, оперативность обнаружения опасных веществ, чувствительность, автоматический характер работы. Выполнение этих требований возможно при использовании информационных технологий в работе систем мониторинга [3, 4].

В ЗАО «Центр Специального Конструирования – Вектор» создан аппаратно-программный комплекс химической индикации и мониторинга

атмосферного воздуха, воды и почвы (КХИМ), удовлетворяющий этим требованиям (рис. 1).

В состав комплекса КХИМ входят:

- Модуль газоаналитический МГА,
- Модуль аналитический контроля химического заражения воды и почвы МАК-ВП, состоящий из модуля МГА и подключаемой к нему приставки-испарителя ПВП для подготовки для анализа проб воды и почвы,
- Комплект портативных газосигнализаторов КП-ГСА,
- Модуль сбора и обработки информации МСОИ,
- Специальное программное обеспечение модуля МСОИ,
- Комплект запасных частей, инструментов, принадлежностей ЗИП-О,
- Блок внешнего питания и зарядки аккумуляторных батарей МВП-ЗАБ.

## Функциональная схема комплекса КХИМ

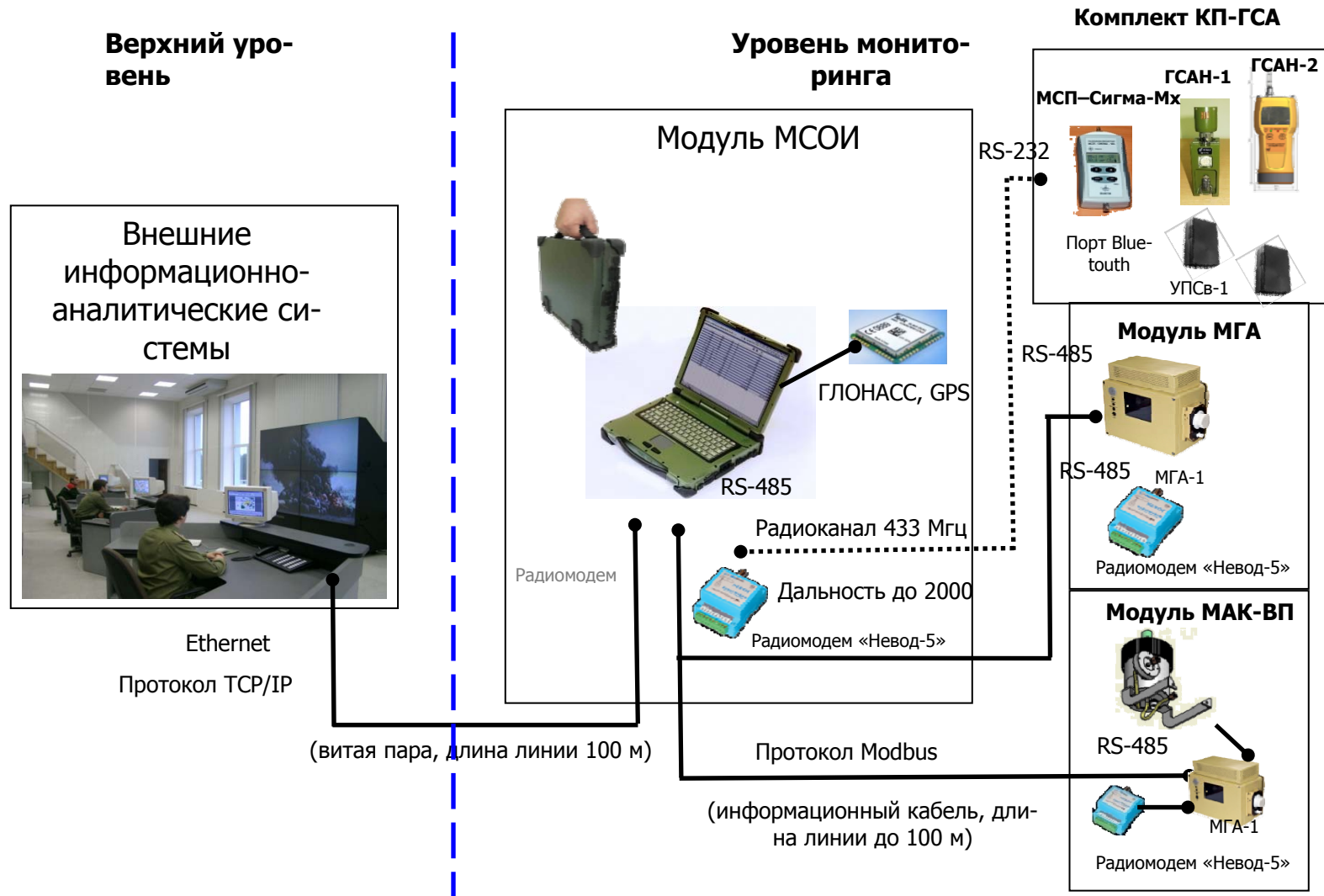


Рис. 1. Функциональная схема аппаратно-программного комплекса химической индикации и мониторинга КХИМ.

Основу комплекса КХИМ составляет газо-аналитический модуль МГА, с помощью которого проводится анализ проб воздуха, предназначенный для обнаружения и идентификации в воздухе концентраций газов и паров химически опасных веществ (токсичных химикатов). Принцип действия прибора основан на методе спектрометрии ионной подвижности.

Газоаналитический модуль МГА обнаруживает и идентифицирует химический состав воздуха и определяет концентрацию газов и паров

следующих веществ: фосфорорганические отравляющие вещества (ФОВ), иприт, люизит, диоксид азота, аммиак, бензол, хлористый водород, диоксид серы, сероводород, оксид углерода, фенолы сланцевые, формальдегид, ацетон, бутилацетат, винулацетат, винилхлорид, метил-трет-бутиловый эфир, хлор, этилацетат. Химические формулы веществ, обнаруживаемых и идентифицируемых комплексом КХИМ, приведены в табл. 1.

**Таблица 1.** Формулы химических веществ, обнаруживаемых и идентифицируемых комплексом КХИМ

№ п/п	Вещество	Химическая формула	№ п/п	Вещество	Химическая формула
1	Иприт	$C_4H_8Cl_2S$	10	Формальдегид	$CH_2O$
2	Люизит	$C_2H_2AsCl_3$	11	Ацетон	$C_3H_6O$
3	Диоксид азота	$NO_2$	12	Бутилацетат	$C_6H_{12}O_2$
4	Аммиак	$NH_3$	13	Винулацетат	$C_4H_6O_2$
5	Бензол	$C_6H_6$	14	Винилхлорид	$C_2H_3Cl$
6	Хлористый водород	$HCl$	15	Метил-трет-бутиловый эфир	$C_5H_{12}O$
7	Диоксид серы	$SO_2$	16	Хлор	$Cl_2$
8	Сероводород	$H_2S$	17	Этилацетат	$C_4H_8O_2$
9	Монооксид углерода	$CO$	18	Гептил	$C_2H_8N_2$

Чувствительность модуля МГА обеспечивает возможность обнаружения:

- концентраций ФОВ на уровне 1 - 100 ПДК;
- иприта, люизита на уровне 1 - 100 ПДК;
- паров вредных химических веществ на уровне 0,1 - 100 ПДК воздуха рабочей зоны.

Модуль МАК-ВП, формируемый при подключении к модулю МГА приставки-испарителя ПВП, выполняет задачи обнаружения и идентификации токсичных веществ в образцах воды и почвы. Пробоподготовка проводится по технологии твердофазной микроэкстракции, затем образцы переводятся в паровую фазу в приставке-испарителе и анализируются в газоаналитическом модуле с помощью метода спектрометрии ионной подвижности. Модуль МАК-ВП обеспечивает обнаружение и идентификацию химического состава почвы и воды с определением концентрации органических соединений, содержащих S-, P-, As-, N-, а также пороговое обнаружение ФОВ, иприта, люизита, гептила (химическая формула приведена в табл. 1). Чувствительность прибора обеспечивает возможность обнаружения концентраций ФОВ на уровне 100 ПДК, иприта, люизита на уровне 10 - 100 ПДК, гептила на уровне (0,5 - 1) ПДК.

Модули МГА, МАК-ВП соединены каналами связи с модулем МСОИ для обмена информацией и передачи полученных данных об обнаруженных и идентифицированных веществах на модуль МСОИ.

Комплект КП-ГСА обеспечивает групповую индикацию токсичных химикатов в воздушной среде.

Комплект портативных (носимых) газосигнализаторов КП-ГСА включает:

- газосигнализатор носимый ГСАН-1;
- узел протоколирования и связи УПСв-1;
- газосигнализатор носимый ГСАН-2;
- узел протоколирования и связи УПСв-2;
- газоанализатор портативный МСП-Сигма-МХ (обнаружение CO, Cl<sub>2</sub>);
- газоанализатор портативный МСП-Сигма-МХ (обнаружение NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>).

Принцип действия газосигнализатора ГСАН-1 комплекта КП-ГСА основан на использовании полупроводниковых сенсоров для регистрации аварийно химически опасных веществ, ГСАН-2 построен на основе метода спектрометрии ионной подвижности для регистрации ФОВ, в газоанализаторе портативном МСП-Сигма-МХ применяются электрохимические чувствительные

элементы, использование которых обеспечивает повышение избирательности и надежности при определении целевых веществ.

Комплект КП-ГСА обеспечивает групповое обнаружение и индикацию по пороговым значе-

ниям газов и паров химически опасных веществ из перечня, идентичного перечню веществ, обнаруживаемых и идентифицируемых модулем МГА.

### Программное обеспечение комплекса КХИМ

Модуль МСОИ представляет собой ПЭВМ с установленным на ней специальным программным обеспечением.

Модуль сбора и обработки информации МСОИ осуществляет:

- сбор данных от аналитических модулей и газосигнализаторов;
- обработку и хранение данных мониторинга;
- индикацию результатов измерений;
- передачу информации в информационно-аналитические системы промышленных предприятий и структуры органов ликвидации последствий техногенных аварий и катастроф. В частности, в процессе разработки комплекса КХИМ был согласован протокол передачи информации в информационно-аналитическую систему «Надзор» по протоколу ТСР/Р.

Обмен данными с внешними системами производится по интерфейсу RS-485 с протоколами обмена Modbus и с применением протокола ТСР/Р по технологии Ethernet.

Специальное программное обеспечение комплекса предназначено для выполнения следующих функций:

- осуществление сбора, обработки информации от модуля газоаналитического МГА, аналитического модуля контроля химического заражения воды и почвы МАК-ВП, комплекта портативных (носимых) газосигнализаторов КП-ГСА (далее – устройства);
- отображение информации, поступающей от устройств, их расположения на карте на экране монитора модуля сбора и обработки информации МСОИ (рис. 2);
- выдача визуального и звукового сигналов при превышении установленных пороговых значений;
- передача информации во внешние информационно-аналитические системы по интерфейсу ТСР/Р;
- документирование, хранение полученных данных (рис. 3);
- настройка параметров работы оборудования, установка координат мест расположения

устройств, параметров циклов опроса устройств (рис. 4);

- установка пороговых уровней обнаружения устройств;
- установка астрономического времени в устройствах;
- поддержка принятия решения оператором модуля МСОИ.

Математическое и программное обеспечение комплекса КХИМ построены по принципу открытой системы с возможностью наращивания и адаптации к решению новых задач.

При развертывании комплекса КХИМ производится подготовка аналитических модулей и газосигнализаторов, модуля сбора и обработки информации МСОИ, средств связи и передачи данных. После развертывания модуля МГА производится контроль параметров атмосферного воздуха в автоматическом режиме. Отбор и подготовка проб воды и почвы производятся оператором в ручном режиме с помощью комплекта для отбора проб. Анализ проб воды и почвы с помощью модуля МГА с подключенной приставкой-испарителем ПВП производится в автоматическом режиме. Проведение анализа состояния воздуха с применением газосигнализаторов комплекта КП-ГСА осуществляется в ручном режиме, передача данных с узлов УПСв, соединенных с газосигнализаторами носимыми ГСАН, на модуль МСОИ производится по командам оператора. Получаемая в ходе мониторинга информация о работе аналитических модулей и газосигнализаторов и результатах обнаружения и идентификации вредных химических веществ отображается на мониторе модуля МСОИ. При необходимости данная информация по согласованному протоколу обмена по каналу связи передается во внешнюю информационно-аналитическую систему.

Универсальное конструктивное решение комплекса обеспечивает повышение оперативности, технологичности обнаружения и идентификации токсичных веществ.

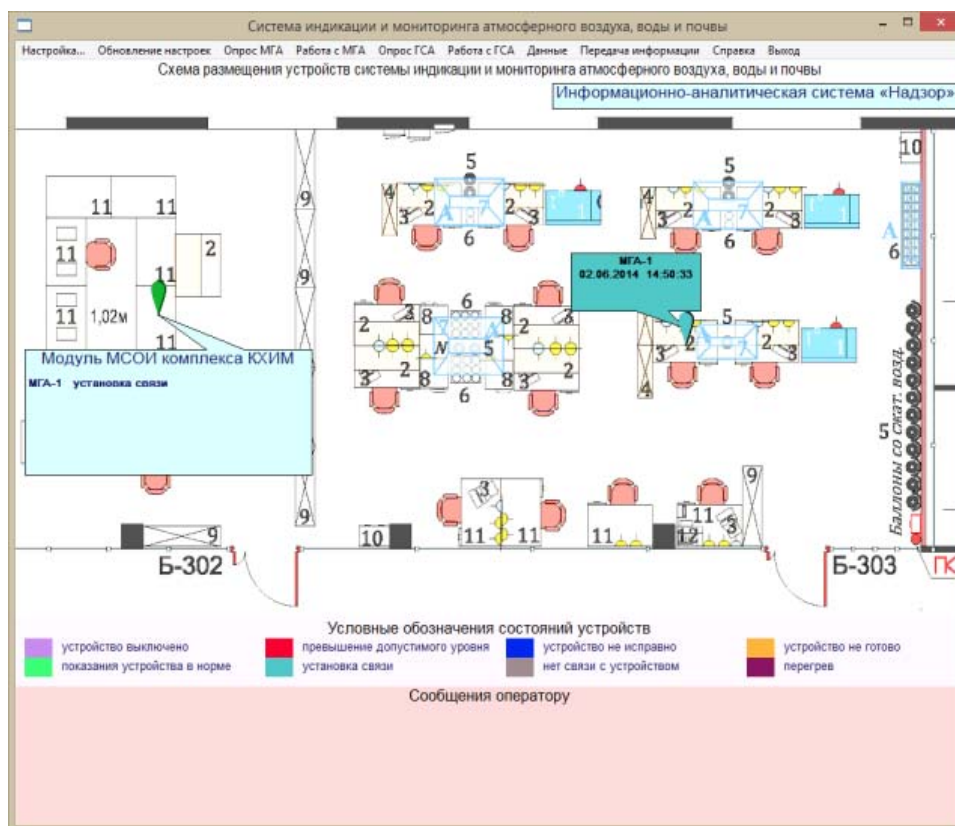


Рис. 2. Главное окно специального программного обеспечения комплекса КХИМ.

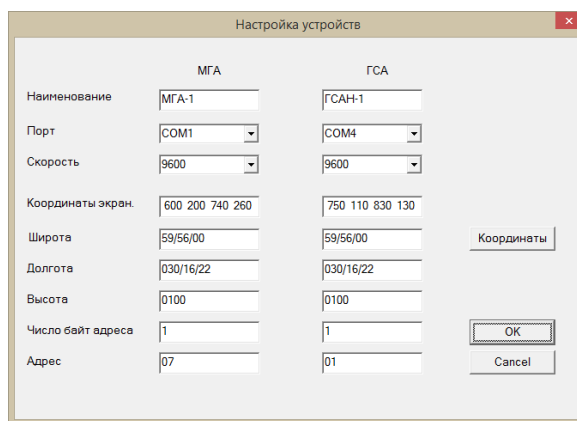
ЖУРНАЛ ГСА

Последние Архив

**Результаты измерений**

№ записи	Дата	Время	Широта	Долгота	Датчик	Порог	Вещество	
1	0001	2013.02.25	14.00.16	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	норма	не обнаружено
2	0002	2013.02.25	14.00.46	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	токсично	Диоксид азота
3	0003	2013.02.25	14.01.16	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	токсично	Диоксид азота
4	0004	2013.02.25	14.01.46	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	токсично	Диоксид азота
5	0005	2013.02.25	14.02.16	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	токсично	Диоксид азота
6	0006	2013.02.25	14.02.46	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	токсично	Диоксид азота
7	0007	2013.02.25	14.03.16	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	токсично	Диоксид азота
8	0008	2013.02.25	14.03.46	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	токсично	Диоксид азота
9	0009	2013.02.25	14.04.16	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	токсично	Диоксид азота
10	0010	2013.02.25	14.04.46	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	токсично	Диоксид азота
11	0011	2013.02.25	14.05.16	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	токсично	Диоксид азота
12	0012	2013.02.25	14.05.46	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	токсично	Диоксид азота
13	0013	2013.02.25	14.06.16	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	токсично	Диоксид азота
14	0014	2013.02.25	14.06.46	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	норма	не обнаружено
15	0015	2013.02.25	14.07.16	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	норма	не обнаружено
16	0016	2013.02.25	14.07.46	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	норма	не обнаружено
17	0017	2013.02.25	14.08.16	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	норма	не обнаружено
18	0018	2013.02.25	14.08.46	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	норма	не обнаружено
19	0019	2013.02.25	14.09.16	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	норма	не обнаружено
20	0020	2013.02.25	14.09.46	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	норма	не обнаружено
21	0021	2013.02.25	14.10.16	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	норма	не обнаружено
22	0022	2013.02.25	14.10.46	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	норма	не обнаружено
23	0023	2013.02.25	14.11.16	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	норма	не обнаружено
24	0024	2013.02.25	14.11.46	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	норма	не обнаружено
25	0025	2013.02.25	14.12.16	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	норма	не обнаружено
26	0026	2013.02.25	14.12.46	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	норма	не обнаружено
27	0027	2013.02.25	14.13.16	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	норма	не обнаружено
28	0028	2013.02.25	14.13.46	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	норма	не обнаружено
29	0029	2013.02.25	14.14.16	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	норма	не обнаружено
30	0030	2013.02.25	14.14.46	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	норма	не обнаружено
31	0031	2013.02.25	14.15.16	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	норма	не обнаружено
32	0032	2013.02.25	14.15.46	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	норма	не обнаружено
33	0033	2013.02.25	14.16.16	59 55'47"	030 16'11"	Сигма-МХ	норма	не обнаружено

Рис. 3. Журнал результатов измерений газоанализатора МСП-Сигма-МХ.



**Рис. 4.** Окно настройки параметров работы, координат модуля МГА, газосигнализатора ГСАН-1.

Преимуществами комплекса химической индикации и мониторинга атмосферного воздуха, воды и почвы КХИМ являются:

- непрерывный автоматизированный контроль параметров окружающей среды,

- своевременное обнаружение и идентификация аварийно химически опасных веществ и отравляющих веществ,

- упрощение технологии подготовки и анализа проб воздуха, воды, почвы, позволяющее уменьшить время пробоподготовки, исключить загрязнение пробы,

- универсальность (построение комплекса по модульному принципу, возможность наращивания комплекса за счет добавления новых приборов, расширения списка обнаруживаемых и идентифицируемых веществ).

#### **Заключение**

Использование информационных технологий при создании комплекса химической индикации и мониторинга атмосферного воздуха, воды и почвы КХИМ позволяет обеспечить непрерывность мониторинга, повысить оперативность

обнаружения и идентификации опасных веществ, автоматизировать работу комплекса, реализовать возможность наращивания комплекса и улучшения его функциональных характеристик.

#### **Список литературы**

1. Варкалов, А.Г., Деменков, А.М., Круглова, Л.В. и др. Автоматизированная система непрерывного экологического мониторинга // *Безопас. окр. среды.* – 2008. – № 3. – С. 42-43.

2. Рожнов, А.В., Абрамов, П.И., Варкалов, А.Г. и др. Средства индикации и мониторинга атмосферного воздуха, воды и почвы // *Хим. и биол. безопас.* – 2010. – № 5-6. – С. 58-65.

3. Жумадилова, М.Б., Жумадилова, Ж.Б. Возможности использования информационных технологий в создании модели системы мониторинга // *Знание. Понимание. Умение.* – 2014. – № 1. – С. 335-344.

4. Жмур, В.В., Метальников, А.А., Осипенко, М.В. и др. Система мониторинга окружающей среды – ИС МОС. // *Современные методы и средства океанологических исследований: Сб. Материалы конференции МСОИ 2005.* – М.: ИОРАН, 2005. [Электронный ресурс]. – URL: <http://ias.ocean.ru/publication/article2005.pdf>.