



Теоретическая
и прикладная **№ 2**
ЭКОЛОГИЯ

ISSN 1995-4301



**ВЫПОЛНЕНИЕ
РОССИЕЙ
КОНВЕНЦИИ
О ЗАПРЕЩЕНИИ
ХИМИЧЕСКОГО
ОРУЖИЯ:**

**СОСТОЯНИЕ И
ПЕРСПЕКТИВЫ**



2
2007

ОБЩЕСТВЕННО-НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК, ПОСВЯЩЁННЫЙ 10-ЛЕТИЮ РАТИФИКАЦИИ РОССИЕЙ
МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНВЕНЦИИ О ЗАПРЕЩЕНИИ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ





Освобождение планеты от оружия массового поражения в наибольшей степени затрагивает интересы широких слоёв населения и находится в центре внимания как в России, так и за рубежом. Обеспечение безопасного функционирования объектов по уничтожению химического оружия – основа нашей государственной политики.

Россия выполнила обязательства второго этапа международной Конвенции о запрещении химического оружия. К 29 апреля 2007 г. на трёх российских объектах уничтожено 8 тыс. т боевых отравляющих веществ, или 20% имеющихся запасов химического оружия. К 10-летию ратификации Конвенции Россия уверенно приступила к третьему этапу химического разоружения. К 29 апреля 2009 г. будет уничтожено 45% запасов химического оружия, и есть уверенность в том, что к 2012 г. Федеральная целевая программа «Уничтожение запасов химического оружия в РФ» будет успешно выполнена.

Доктор химических наук, профессор, заместитель руководителя Федерального агентства по промышленности
В.И. Холстов

Федеральное управление по безопасному хранению и уничтожению химического оружия организует создание высокоэффективных и надёжных систем производственного контроля, экологического мониторинга природной среды, мониторинга здоровья обслуживающего персонала и населения, проживающего в зонах защитных мероприятий.

В соответствии с действующим законодательством в области безопасного уничтожения химического оружия на территории Российской Федерации ни один объект по уничтожению химического оружия не может быть запущен в эксплуатацию без введенных в действие региональных центров государственного экологического контроля и мониторинга.

Доктор технических наук, профессор, начальник Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия, генерал-лейтенант
В.П. Капашин



Социальная инфраструктура объектов УХО



Поликлинический консультационно-диагностический центр (пгт. Оричи, Кировская область)



60-квартирный жилой дом (пгт. Оричи, Кировская область)



Здание скорой медицинской помощи (г. Камбарка, Республика Удмуртия)



Жилой дом для медицинских работников (Курганская область)



Реконструкция инфекционного отделения ЦРБ (г. Почеп, Брянская область)



Детский сад (п. Плановый, Курганская область)



Теоретическая и прикладная ЭКОЛОГИЯ

№ 2, 2007

Учредитель журнала ООО Издательский дом «Камертон»
Генеральный директор ООО ИД «Камертон»
профессор Б.И. Кочуров

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор

Т.Я. Ашихмина, д.т.н., профессор, зав. кафедрой химии Вятского государственного гуманитарного университета, зав. лабораторией биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН

Зам. главного редактора

В.В. Гутенев, д.т.н., профессор Российской академии государственной службы при Президенте РФ, лауреат Государственной премии РФ

Зам. главного редактора

А.И. Таскаев, к.б.н., зам. председателя Президиума Коми НЦ УрО РАН, директор Института биологии Коми НЦ УрО РАН

Зам. главного редактора

И.Г. Широких, д.б.н., зав. лабораторией генетики ГУ Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого РАСХН

Ответственный секретарь

Н.В. Сырчина, к.х.н., начальник отдела Управления инженерной экологии ОАО «Научно-исследовательский проектно-изыскательский институт «Кировпроект»

Журнал издаётся при поддержке Федерального агентства по промышленности в рамках ФЦП «Уничтожение запасов химического оружия в РФ»

Издание зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия
Свидетельство о регистрации ПФ № ФС 77-29059

Зарубежная подписка оформляется через фирмы-партнёры ЗАО «МК-ПЕРИОДИКА» по адресу: 129110, г. Москва, ул. Гиляровского, 39, ЗАО «МК-Периодика». Тел. (495) 281-91-37; 281-97-63. Факс (495) 281-37-98 E-mail: info@periodicals.ru http://www.periodicals.ru

To effect subscription it is necessary to address to one of the partners of JSC «MK-Periodica» in your country or to JSC «MK-Periodica» directly. Address: Russia, 129110 Moscow, 39, Gilyarovsky St., JSC «MK-Periodica»

Журнал поступает в Государственную думу Федерального собрания, Правительство РФ, аппарат администрации субъектов Федерации, ряд управлений Министерства обороны РФ и в другие государственные службы, министерства и ведомства

Статьи рецензируются. Перепечатка без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны. Редакция не несёт ответственности за достоверность информации, содержащейся в рекламных объявлениях

Подготовлен к печати в издательстве ООО «О-Краткое» 610020, г. Киров, ул. Советская, 51а Тел./факс (8332) 36-61-44. E-mail: okrat@okrat.ru Оригинал-макет, обложка – Татьяна Коршунова Выпускающий редактор – Мария Зелаева Корректор – Ольга Софронова Главный редактор издательства «О-Краткое» Евгений Дрогов

Фотографии на обложках и цветной вкладке предоставлены Федеральным управлением по безопасному хранению и уничтожению химического оружия

Подписано в печать 10.06.2007 Формат 60x84¹/₂. Печать офс. Бумага офс. Усл.п.л. 12,5. Тираж 1150 экз. Заказ № 1912.

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленных материалов в Кумёнском филиале ОАО «Кировская областная типография» 613400, Кировская обл., п. Кумыны, ул. Лесная, 4

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РЕДАКЦИОННЫХ СОВЕТОВ

Н.П. Лавёров

председатель межведомственной комиссии при Совете безопасности РФ, вице-президент РАН, академик РАН

ПРЕЗИДИУМ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА:

В.А. Грачёв

д.т.н., профессор, член-корреспондент РАН, председатель комитета Госдумы РФ по экологии д.х.н., заместитель руководителя Федерального агентства по промышленности

В.И. Холстов

В.П. Капашин

д.т.н., начальник Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия

В.Н. Чупис

д.ф.-м.н., директор ФГУ Государственный научно-исследовательский институт промэкологии

В.Г. Ильницкий

к.э.н., директор ОАО «Научно-исследовательский проектно-изыскательский институт «Кировпроект»

К.Б. Пуликовский

руководитель Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору РФ

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА:

В.А. Алексеев

д.т.н., профессор Ижевского государственного университета

В.А. Антонов

к.т.н., заместитель начальника экологической безопасности ВС РФ, член-корреспондент Академии геополитических проблем, профессор Академии военных наук

С.И. Барановский

д.т.н., профессор, академик РЭА, зам. председателя общественного совета Росатом, президент РЭК

Г.А. Баталова

д.с.-х.н., член-корреспондент РАСХН, ГУ Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого

Л.И. Домрачева

д.б.н., профессор Вятской государственной сельскохозяйственной академии

Г.П. Дудин

д.б.н., профессор, проректор по науке Вятской государственной сельскохозяйственной академии

И.А. Жуйкова

доцент Вятского государственного гуманитарного университета

Л.Л. Журавлёва

д.т.н., заместитель директора ФГУ Государственный научно-исследовательский институт промэкологии

Г.М. Зенова

д.б.н., профессор Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

В.И. Измалков

д.т.н., профессор Военной академии Генштаба РХБЗ

Б.И. Кочуров

д.г.н., профессор, ведущий научный сотрудник Института географии РАН

В.Н. Летов

д.м.н., профессор Российской медицинской академии последипломного образования

Ли Юй

Министерства здравоохранения России профессор, директор Института микологии Цзилинского аграрного университета, иностранный член РАСХН (КНР)

А.Г. Назаров

д.б.н., директор Экологического центра (ИИЕТ РАН), председатель отделения проблем изучения биосферы РАЕН

В.П. Савиных

д.т.н., член-корреспондент РАН, профессор Московского государственного университета геодезии и картографии

В.А. Сысуев

д.т.н., академик РАСХН, директор ГУ Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого

В.И. Теличенко

д.т.н., профессор Академии РААСН, ректор Московского государственного строительного университета

А.В. Толстых

д.т.н., директор Ассоциации «РОСТ»

А.И. Юнак

к.ф.-м.наук, генерал-лейтенант экологической безопасности Вооруженных сил МО РФ

В.Т. Юнгблюд

д.и.н., проректор по научной работе Вятского государственного гуманитарного университета

О.В. Яковенко

к.ф.н., заместитель начальника отдела экологии Правительства Российской Федерации

По вопросам размещения рекламы и публикации статей обращаться: 610002, г. Киров, ул. Свободы, 122, тел./факс 8 (8332) 37-02-77

E-mail: ecolab@vshu.kirov.ru

119017, г. Москва, Старомонетный пер., 29

Тел./факс (495) 129-28-31. E-mail: info@ecoregion.ru

СОДЕРЖАНИЕ

К 10-ЛЕТИЮ КОНВЕНЦИИ ОБ УНИЧТОЖЕНИИ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

РЕАЛИЗАЦИЯ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ЦЕЛЕВОЙ ПРОГРАММЫ В РЕГИОНАХ

МОНИТОРИНГ ОБЪЕКТОВ ПО УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА

МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. МОДЕЛИ И ПРОГНОЗЫ

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ПРОСВЕЩЕНИЕ

<i>В.И. Холстов</i> Выполнение Российской Федерацией обязательств по Конвенции о запрещении химического оружия: состояние и ближайшие задачи	4
<i>В.П. Капашин</i> Успешный ввод и эксплуатация трёх новых объектов по уничтожению химического оружия – подтверждение Россией обязательств Конвенции	8
<i>В.Б. Кондратьев, В.А. Петрунин</i> О принципах и структуре российских технологий крупнотоннажного уничтожения химического оружия.....	12
<i>В.К. Соловьёв, О.М. Ивашко, Ю.Е. Кузнецова</i> Современное состояние и проблемы сотрудничества России с иностранными государствами в области уничтожения химического оружия	16
<i>Н.Г. Горохов</i> Реализация программы уничтожения химического оружия в Кировской области	20
<i>Т.Я. Ашихмина</i> Научно-методологические основы комплексного экологического мониторинга окружающей среды в районе объектов хранения и уничтожения химического оружия	23
<i>В.П. Чупис</i> Экологический мониторинг объектов уничтожения химического оружия – опыт создания и перспективы развития	35
<i>А.В. Толстых</i> Опыт создания систем экологической безопасности объектов уничтожения химического оружия	42
<i>С.В. Селюнина, Л.П. Абросимова, Е.В. Лузянина</i> Социально-гигиенический мониторинг здоровья населения и среды обитания на территории зоны защитных мероприятий объекта хранения и уничтожения химического оружия в Кировской области	50
<i>Т.Г. Габричидзе</i> Структура и принцип построения комплексной многоступенчатой системы безопасности критически важного, потенциально опасного объекта (ХОО, ОУХО)	55
<i>И.В. Орловская</i> Экологическое нормирование в системе управления экологической безопасностью при хранении и уничтожении химического оружия	70
<i>А.И. Иванов</i> Использование живых организмов различных таксономических групп для биоиндикации состояния окружающей среды	73
<i>Т.Я. Ашихмина, Л.В. Кондакова, Л.И. Домрачева, С.Ю. Огородникова</i> Метилфосфоновая кислота как регулятор биологических процессов в экологических системах: действие на микроорганизмы, ферментативную активность и высшие растения	78
<i>Т.А. Шингаренко, О.М. Плотникова</i> О системе экологических наблюдений за состоянием природной среды в зоне защитных мероприятий объекта хранения и уничтожения химического оружия Щучанского района Курганской области	88
<i>П.А. Филев</i> Формы и методы информирования населения, проживающего на территории зоны защитных мероприятий объекта «Марадыковский» Кировской области Оричевского района по вопросам уничтожения химического оружия	93
<i>Н.Р. Сведенцова</i> Кировский Комитет общественных советников ..	96
<i>С.Ю. Огородникова</i> Реализация экологического проекта «Химическое разоружение: молодёжь выбирает здоровое будущее» ..	97
<i>М. Федорова</i> Фотовыставка ИТАР-ТАСС в Гааге – отражение процесса уничтожения химического оружия в России	99

CONTENTS

10-YEARS ANNIVERSARY OF CHEMICAL WEAPON DESTRUCTION CONVENTION

- V.I. Kholstov* Fulfillment of Chemical Weapon Prohibition Convention of Russian Federation : the State of Affairs and Immediate Tasks 4
- V.P. Kapashin* Successful input and exploitation of three new objects of destruction of a chemical weapon endorsement by Russia of the obligations of the Convention 8
- V.B. Kondratyev V.A. Petrunin* About principles and structure of the Russian know-hows of large-scale destruction of stockpiles of chemical weapon 12
- V.K. Soloviev, O.M. Ivachko, Y.E. Kuznetsova* Modern condition and problems of cooperation of Russia with the foreign states in the field of destruction of stockpiles of chemical weapon 16

REALISATION OF FEDERAL REGIONAL TARGET PROGRAM

- N.G. Gorokhov* Realization of Chemical Weapon Destruction in Kirov region 20

MONITORING OF CHEMICAL WEAPON DESTRUCTION OBJECTS

- T.Y. Ashikhmina* Scientific-methodological grounds of Complex Ecological Environment Monitoring in the Vicinity of Chemical Weapon Storage and Destruction Objects 23
- V.P. Chupis* Ecological monitoring of objects of destruction of a chemical weapon experience of creation and prospect for the development 35
- A.V. Tolstikh* The Experience of Creating Systems of Ecological Safety of Chemical Weapon Destruction Objects 42
- S.V. Selyunina, L.P. Abrosimova, E.V. Luzyanina* Social-hygienic Monitoring of Population Health and of the Environment in the Zone of Protection Measures in Chemical weapon Storage and Destruction Objects in Kirov region 50
- T.G. Gabrichidze, I.M. Ynnikov* The Structure and Principles of Building up Many-step Safety System of the Critically Important and Potentially Dangerous Object (Chemically Dangerous Object, Chemical Weapon Storage and Destruction Object)..... 55

ECOLOGICAL EXPERTISE

- I.V. Orlovskaya* Ecological Control in the System of Ecological Safety Management in the Process of Chemical Weapon Storage and Destruction 70

INVESTIGATION METHODS. MODELS AND PROGNOSSES

- A.V. Ivanov* The Use of Living Organisms of Different Taxonomic Groups in the Environmental Bio-indication 73
- T.Y. Ashikhmina, L.V. Kondakova, L.A. Domracheva, S.Y. Ogorodnikova* Methylphosphonic Acid as a Regulator of Biological Processes in Ecological Systems, its Influence upon Micro-organisms, Enzymatic Activity and Higher Plants .. 78
- T.A. Shingarenko O.M. Plotnikova* On the System of Ecological Observation of Environmental State in the Zone of Chemical Weapon Storage and Destruction Object in Shchuchansky district of Kurgan region 88

ECOLOGICAL EDUCATION

- P.V. Filyov* Forms and Methods of Informing the Population, that Lives within the Territory of the Protection Works on the Object «Maradikovskiy» in Orichi District of Kirov Region of Chemical Weapon Destruction 93
- N.R. Svedentsova* Kirov Committee of Social Councilors 96
- S.Y. Ogorodnikova* Realization of the Ecological Project «Chemical Disarmament: the Young Generation Chooses Healthy Future» 97

INFORMATION

- M. Fedorova* Photo-exhibition of ITAR-TASU in the Hague – on Chemical Weapon Destructing in Russia 99

Выполнение Россией обязательств по Конвенции о запрещении химического оружия: состояние и ближайшие задачи

© 2007. В.И. Холстов

Федеральное агентство по промышленности РФ

В статье представлен материал о реализации международных обязательств России по ликвидации запасов химического оружия. Отражено состояние комплекса научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, посвящённых поиску эффективных и безопасных технологий крупнотоннажного уничтожения всех видов боевых отравляющих веществ. Отмечается осуществление финансово-технической помощи стран-членов ОЗХО.

The article deals with Russia's realization of international convention on chemical weapon destruction. The state of scientific research and experimental-constructive works is considered, that contributes to establishing effective and safe technologies of large-scale destruction of all kinds of poison substances. The countries – members of Organization for the prohibition of chemical weapon (OPCW) helped us both financially and technologically.

В январе 1993 года Российская Федерация подписала «Конвенцию о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении» – один из важнейших международных договоров XX века в сфере разоружения и нераспространения оружия массового уничтожения. Тем самым она подтвердила свою приверженность делу химического разоружения в интересах и совместно с международным сообществом.

Конвенция вступила в силу 29 апреля 1997 г. Эта дата ознаменовала начало нового этапа в выполнении международных обязательств в области уничтожения химического оружия (далее – ХО). В том же году были приняты федеральные законы об уничтожении запасов ХО и о ратификации Конвенции, ставшие реальной правовой базой для решения задач химического разоружения.

Важной вехой на пути выполнения Россией международных обязательств явилось принятие в целях реализации Конвенции в марте 1996 года федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» (далее – Программа), которая с учётом реального выполнения в 2001, 2005 и 2007 гг. уточнялась.

Принимая во внимание международную и государственную значимость проблемы уничтожения химического оружия, Программа в апреле 1996 года получила статус президентской.

Цели Программы – выполнение Россией обязательств по Конвенции о запреще-

нии химического оружия, включая уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации, конверсию или уничтожение объектов по производству и разработке химического оружия, а также ликвидация последствий их деятельности.

Программа предусматривает создание в стране необходимой промышленной базы для уничтожения ХО, мероприятия по охране природной среды, сохранению здоровья и улучшению социально-бытовых условий для населения, проживающего в районах размещения объектов по уничтожению химического оружия (далее – УХО), развитие инфраструктуры регионов, подготовку кадров.

В Программе установлены следующие сроки и этапы её реализации:

- срок реализации Программы – 1996–2012 годы;
- первый этап (уничтожение 1% запасов ХО) – к 29 апреля 2003 г.;
- второй этап (уничтожение 20% запасов ХО) – к 29 апреля 2007 г.;
- третий этап (уничтожение 45% запасов ХО) – к 31 декабря 2009 г.;
- четвёртый этап (уничтожение всех запасов ХО) – к 29 апреля 2012 г.

В дни 10-летнего юбилея Конвенции Россия подвела итоги выполнения международных обязательств в сфере уничтожения химического оружия по состоянию на этот период.

В установленные Конвенцией сроки (2001 – 2002 гг.) были ликвидированы запасы ХО категорий 3 и 2. Это пороховые и разрывные заряды, неснаряжённые кор-

К 10-ЛЕТИЮ КОНВЕНЦИИ ОБ УНИЧТОЖЕНИИ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

пуса химических боеприпасов, а также боеприпасы, снаряжённые фосгеном. Всего было уничтожено более 330000 неснаряжённых корпусов различных боеприпасов, предназначавшихся для химического вооружения.

В 2002–2006 годах в эксплуатацию были сданы три объекта по уничтожению ХО категории 1 (запасы отравляющих веществ в крупнотоннажных ёмкостях и боеприпасах).

В декабре 2002 года вступил в строй первый российский объект по уничтожению ХО, расположенный в посёлке Горный Саратовской области. Пуск этого объекта в эксплуатацию позволил к 29 апреля 2003 года выполнить первый этап по Конвенции – уничтожить 400 т иприта, что составляет 1% запасов отравляющих веществ. Инспекционная группа Организации по запрещению химического оружия 13 декабря 2005 г. сертифицировала завершение уничтожения всех отравляющих веществ кожно-нарывного действия (иприта и ипритно-люизитных смесей) на этом объекте, которые по общей массе составляли 1143,2 тонны. В настоящее время данный объект выведен из режима международной проверки и осуществляет переработку реакционных масс.

В марте 2006 года введен в эксплуатацию второй объект по уничтожению ХО в г. Камбарка Удмуртской Республики. К сроку выполнения второго этапа конвенционных обязательств РФ на этом объекте уничтожено 3300 тонн люизита.

С начала сентября 2006 года действует первый пусковой комплекс третьего российского объекта по уничтожению ХО, расположенного на территории Оричевского района Кировской области. Второй этап выполнения обязательств РФ ознаменовался уничтожением на этом объекте около 4007 тонн опаснейших фосфорорганических отравляющих веществ (далее – ОВ) нервно-паралитического действия и 19618 корпусов авиационных боеприпасов. Этот результат получен за восемь месяцев эксплуатации объекта.

К сроку завершения двух этапов (29 апреля 2007 года) всего было ликвидировано около 8450,2 тонны отравляющих веществ, т. е. более 20% запасов ХО категории 1, что соответствует взятым по Конвенции обязательствам. Восемьтысячный рубеж был достигнут 7 апреля 2007 года.

Конвенция предусматривает также уничтожение или перепрофилирование бывших объектов по производству ХО. На этом направлении предпочтение отдано конверсии. Из 24 объявленных объектов по производству ХО 8 уже уничтожены, а 16 перепрофилированы на производство исключительно мирной продукции, что подтверждено сертификатами Организации по запрещению химического оружия (далее – ОЗХО).

Надо отметить, что успехи в уничтожении химического оружия обеспечены мерами, принятыми РФ по осуществлению должного финансирования федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в РФ». Кроме того, финансово-техническую помощь нам оказывали страны, являющиеся членами ОЗХО.

В строительстве объектов в Горном, Камбарке и Марадыковском принимали участие и внесли свой вклад ФРГ, Финляндия, Нидерланды, Швейцария, Швеция, Европейский союз. Так, при создании объекта по уничтожению ХО в Горном вклад Германии составил 13%, а Евросоюза, Нидерландов, Финляндии и Польши – 1%. Вклад Германии в объект в Камбарке составил 17%, Евросоюза, Швейцарии, Швеции и Финляндии – 3%.

Мы признательны правительствам этих стран за оказанное содействие и надеемся на дальнейшее плодотворное сотрудничество.

Завершив второй этап уничтожения химического оружия, Российская Федерация продолжает движение к намеченной цели.

Для выполнения двух оставшихся этапов предстоит построить и ввести в эксплуатацию ещё четыре объекта по уничтожению ХО, расположенных в пос. Леонидовка Пензенской области, г. Почеп Брянской области, г. Щучье Курганской области и г. Кизнер Удмуртской Республики.

В настоящее время самыми важными объектами, на которые направлены основные усилия, являются объекты в Леонидовке и Щучье. В 2008 году предстоит начать их промышленную эксплуатацию. Именно на этих объектах в течение третьего этапа конвенционных обязательств России должна быть уничтожена большая часть отравляющих веществ (в процентном соотношении).

При выполнении обязательств России по Конвенции и Программе приоритетным

направлением является обеспечение безопасности работ по уничтожению ХО, которая достигается прежде всего:

- разработкой и использованием эффективных и экологически безопасных технологий уничтожения химического оружия;
- строительством специально спроектированных и оснащённых объектов по уничтожению химического оружия в регионах хранения этого оружия, исключая тем самым его перевозки;
- использованием высокоэффективных и надёжных систем производственного контроля, экологического мониторинга природной среды, мониторинга здоровья как обслуживающего персонала, так и населения, проживающего в зонах защитных мероприятий.

Реализация международных обязательств России по ликвидации своих запасов химического оружия потребовала организации широкомасштабных исследований по разработке способов и технологий промышленного уничтожения химического оружия. Для научно-технической поддержки своевременного и качественного выполнения задач Программы предусматривается выполнение комплекса научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, большинство из которых посвящено поиску эффективных и безопасных технологий крупнотоннажного уничтожения всех видов боевых отравляющих веществ. При участии различных научных учреждений, прежде всего ФГУП «ГосНИИОХТ», удалось разработать и внедрить в промышленное производство технологии непрерывного крупнотоннажного уничтожения иприта, люизита и их смесей, а также технологию уничтожения фосфорорганических отравляющих веществ непосредственно в корпусах крупногабаритных боеприпасов, получившую высокую оценку – как самой безопасной не только в России, но и за рубежом.

На объектах по уничтожению химического оружия созданы и функционируют комплексные системы безопасности, включающие в себя систему мониторинга технологического процесса уничтожения химического оружия, систему поддержки принятия решения в аварийной ситуации, систему производственного экологического кон-

троля и мониторинга окружающей среды, систему мониторинга здоровья персонала объекта и населения, проживающего на близлежащих территориях. Эти системы позволяют принимать качественные оперативные решения как в повседневной деятельности, так и при возможном возникновении аварийных ситуаций.

Каждый объект имеет отечественные высокочувствительные средства санитарно-гигиенического и аварийного контроля воздуха в рабочей зоне (газоанализаторы и газосигнализаторы отравляющих веществ кожно-нарывного действия и фосфорорганических отравляющих веществ), индикаторы-течеискатели, различные пробоборники.

Пристальное внимание уделяется безопасному хранению химических боеприпасов и своевременному выявлению среди них аварийных. Тщательному многоступенчатому контролю подвергаются абсолютно все боеприпасы. Аварийные боеприпасы сразу изолируются в герметичные контейнеры, в которых могут безопасно храниться длительное время с последующим уничтожением. В целях безопасности все работы по уничтожению аварийных боеприпасов выполняются с использованием современных специализированных технологических комплексов под контролем инспекторов Международной организации по запрещению химического оружия, а также различных надзорных служб Российской Федерации.

Технологические процессы уничтожения химического оружия максимально оснащены автоматизированными системами управления технологическими процессами.

Химико-аналитический контроль состояния природной среды на объектах основан на внедрении новейших научных достижений, разработанных в процессе выполнения НИОКР по Программе и включенных в системы производственного экологического контроля и мониторинга.

В целях повышения качества и достоверности результатов химико-аналитического контроля созданы и используются государственные стандартные образцы отравляющих веществ и продуктов их деструкции, по которым калибруется все аналитическое оборудование.

Для оценки безопасности объектов по уничтожению ХО используется современная теория рисков. Абсолютно все риски

просчитываются с высокой степенью точности. И можно утверждать, что опасность возникновения чрезвычайной ситуации на объекте ничтожна. Её вероятность меньше, чем десять в минус шестой степени, что соответствует строгим мировым требованиям.

Тем не менее принимаются всесторонние меры безопасности и на случай внештатных ситуаций: развернуты локальные системы оповещения, организовано обеспечение населения, проживающего в зонах защитных мероприятий, средствами индивидуальной защиты органов дыхания. В случае возникновения чрезвычайных ситуаций и для ликвидации их возможных последствий проработан межведомственный план взаимодействия сил и средств различных министерств и ведомств.

Система обеспечения безопасности объекта по хранению химического оружия в г. Почеп Брянской области получила высокую оценку первого заместителя председателя Правительства Российской Федерации С.Б. Иванова, посетившего в мае 2007 года строящийся объект по уничтожению химического оружия (далее – ОУХО) в этом районе. С.Б. Иванов отметил, что строительство объекта по уничтожению ХО никак не повлияет на безопасность местных жителей, военных и персонала объекта. В то же время строительство ОУХО поможет региону решить некоторые социальные проблемы. Это касается трудоустройства населения, охраны здоровья людей, решения вопросов создания социальной и инженерной инфраструктуры района. Так, помимо строительства линий по утилизации химического оружия, в г. Почеп уже возведён уникальный поликлинический консультативно-диагностический центр, строятся жилые дома, осуществляется газификация района.

Развитие социальной инфраструктуры вокруг объектов по уничтожению ХО предусмотрено в федеральной целевой программе «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации». До 10% средств, выделяемых на строительство

объектов, предусматривается на возведение объектов социального назначения в интересах регионов, на территории которых расположен объект. Таким образом, помимо того, что Россия смогла приступить к практическому решению сложнейшей задачи промышленной ликвидации боевых отравляющих веществ, строятся десятки тысяч квадратных метров жилья, детские сады, школы, медицинские учреждения, проложены газопроводы, водопроводы, канализационные системы, возведены линии электропередачи.

Объекты социального назначения будут долго служить населению тех регионов, где когда-то находились арсеналы химического оружия.

В числе перспективных задач, проработка которых начинается уже сейчас, следует указать перепрофилирование объектов по уничтожению ХО в интересах экономики по завершении их работы по прямому назначению.

Перепрофилирование объектов по уничтожению ХО имеет ряд преимуществ перед строительством новых предприятий: они подключены к источникам энергии, располагают всей необходимой современной инфраструктурой и квалифицированными кадрами.

Так, в настоящее время в рамках решения задач перепрофилирования объектов по уничтожению ХО ФГУП «ГосНИИ-ОХТ» ведёт разработку технологий получения видов топлива, альтернативных нефтяному, в частности топлива из растительного сырья, или так называемого биотоплива. Прорабатываются и другие перспективные направления.

Реализация обязательств России по ликвидации своего боевого потенциала химического оружия имеет большое международное значение и отвечает интересам национальной безопасности. Наша страна последовательно проводит курс на химическое разоружение и предъявляет убедительные доказательства своей приверженности духу Конвенции.

УДК 623.459.8.006.014

Успешный ввод и эксплуатация трёх новых объектов по уничтожению химического оружия – подтверждение Россией обязательств Конвенции

© 2007. В. П. Капашин

Федеральное управление по безопасному хранению и уничтожению химического оружия

В статье представлен материал о создании новых российских объектов по уничтожению химического оружия и выполнении Россией обязательств Конвенции.

The article deals with creation of new chemical weapon destruction objects in Russia and with fulfillment of the Convention obligations.

29 апреля 2003 года на первом российском объекте по уничтожению ХО в п. Горный Саратовской области Россия реализовала в соответствии с Конвенцией о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия первый этап работ по уничтожению химического оружия (ХО).

На втором этапе химического разоружения в эксплуатацию были введены ещё два новых объекта – в г. Камбарке Удмуртской Республики и в п. Марадьковском Кировской области.

Объект по уничтожению ХО в г. Камбарке в соответствии с директивой Генерального штаба Вооружённых сил Российской Федерации был сформирован в июле 2004 года на базе объекта по хранению ХО. Работы по организации и строительству военно-промышленного объекта проводились с сентября 2003 года по декабрь 2005 года коллективами Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия, ФГУП «Управление специального строительства по территории № 6 при Федеральном агентстве специального строительства», подрядными и субподрядными организациями.

23 декабря 2005 года Государственная приёмочная комиссия приняла в эксплуатацию первый пусковой комплекс объекта по уничтожению ХО. В состав этого комплекса вошли 46 зданий и сооружений промышленной зоны, 4 вспомогательных объекта, военный городок, вахтовый посёлок для обслуживающего персонала, зона международной инспекции, 10 объектов социальной инфраструктуры в г. Камбарке, инженерные сети обеспечения объекта. Одновременно со строительством объекта была проведена подготовка профессиональных кадров. Пуск объекта состоялся 27 января 2006 года, а с 1 марта объект стал выходить на проектную мощность.

Промышленное предприятие в г. Камбарке предназначено для уничтожения и переработки всех запасов люизита, хранящихся на территории России. На нём в полной мере использованы технологии, а также системы обеспечения безопасности, экологического контроля и мониторинга, прошедшие опробование на опытно-промышленном объекте в п. Горный Саратовской области, отвечающие самым высоким международным стандартам. Опыт создания и эксплуатации опытно-промышленного объекта в п. Горный позволил не только убедиться в правильности выбора технологических решений, но и сформировать новые концептуальные подходы к созданию объекта в г. Камбарке. Федеральным управлением по безопасному хранению и уничтожению химического оружия было принято решение на объекте в г. Камбарке производить детоксикацию люизита в одну стадию, а из образующихся реакционных масс получать так называемые сухие соли мышьяксодержащих соединений с дальнейшей их переработкой на объекте в п. Горный.

В связи с высокой вязкостью люизита при низких температурах первоначально планировалось осуществлять эксплуатацию объекта в г. Камбарке только в тёплое время года. Однако необходимость выполнения второго этапа обязательств Российской Федерации по Конвенции стимулировала проектные и научные организации разработать новые технические решения, позволяющие проводить процесс уничтожения люизита круглогодично. Для поддержания заданного температурного режима (от +18 до +20°С) каждое хранилище с люизитом было укрыто бескаркасной арочной конструкцией с подачей вентиляционного воздуха, дополнительно изолирующей хранилище от окружающей среды и обеспечива-

ющей соблюдение санитарно-гигиенических требований относительно условий работы обслуживающего персонала. Основное технологическое оборудование размещено на передвижной базе трансбордера грузоподъемностью 150 т и максимально приближено к хранилищам люизита, что позволило сократить до 25 м длину трубопроводов от хранилища до технологического модуля. Перемещение двух таких передвижных модулей по рельсам вдоль хранилищ осуществляется в соответствии с рабочим графиком процесса уничтожения люизита.

На объекте впервые создана управляющая система технической безопасности, позволяющая принимать адекватные оперативные решения как во время штатной деятельности, так и при возникновении аварийных ситуаций.

Одновременно со строительством завода опережающими темпами шло развитие социальной инфраструктуры г. Камбарки и Камбарского района. Из общих средств на создание объекта на эти цели выделено 935 млн. рублей.

В г. Камбарке построен и оборудован поликлинический консультативно-диагностический центр. Работает инфекционный корпус центральной районной больницы. Сданы в эксплуатацию автостанция на 50 посадочных мест, баня на 40 мест с прачечной, Станция скорой помощи с гаражом на 11 машин, две блочные котельные с сетями энергоснабжения. Реконструирована и переведена на газ котельная в северном жилом районе, проведена реконструкция средней школы. Введены в эксплуатацию головные водозаборные сооружения, сети канализации и водопровода, 40-километровый газопровод-отвод высокого давления с автоматической газораспределительной станцией, магистральные и уличные сети газоснабжения. Построены три 60-квартирных жилых дома, 35-квартирный дом. Продолжается строительство комплекса пожарного депо со всей инфраструктурой.

Содействие в создании данного объекта оказывают ряд стран Евросоюза, а также Швейцария, предоставляющих безвозмездную финансовую и техническую помощь (Германия – около 34% капитальных вложений).

Объект по уничтожению ХО в п. Марадыковском Кировской области в соответствии с директивой Генерального штаба Вооружённых сил Российской Федерации сформирован в ноябре 2004 года на базе объекта по хранению ХО. Техничко-экономическое обоснование строительства объекта в п. Марадыковском прошло экспертизы в соответствующих над-

зорных и контрольных органах. По результатам рассмотрения представленных материалов были получены положительные заключения Главгосэкспертизы России от 27 декабря 2004 года и Государственной экологической экспертизы Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 5 марта 2004 года.

Материалы оценки воздействия проектируемого объекта на окружающую среду были рассмотрены на собрании с участием жителей п. Мирный, администрацией Оричевского района, руководством районных природоохранных служб, руководством Кировской области при участии корреспондентов областных газет и телевидения, районного совета интеллигенции, представителей Котельничского и Оричевского районов, депутатов Кировской областной думы. Решением собрания материалы одобрены.

Техничко-экономическое обоснование строительства промышленной зоны объекта утверждено в сентябре 2002 года. Разрешение инспекции Государственного архитектурно-строительного надзора Российской Федерации на выполнение строительно-монтажных работ объектов промышленной зоны выдано 1 февраля 2005 года. С этого момента строительство объекта по уничтожению ХО в п. Марадыковском вступило в активную фазу.

«Марадыковский» – объект особый, представляющий собой высокотехнологичное химическое производство, на котором в России впервые начинаются работы по уничтожению фосфорорганических отравляющих веществ. Кроме того, это первый объект, создаваемый исключительно на средства федерального бюджета, без привлечения финансовой помощи со стороны других государств. Основные направления строительства и последовательность ввода в эксплуатацию зданий и сооружений объекта определялись задачами в рамках Конвенции. На объектах первой очереди подлежат уничтожению авиационные химические боеприпасы, снаряжённые отравляющим веществом типа Vх. Авиационные химические боеприпасы, снаряжённые зарином и зоманом, планируется уничтожить до 2009 года. С этой целью будет введена вторая очередь объекта по уничтожению ХО. Ликвидацию оставшихся запасов химического оружия планируется завершить до 2012 года.

На создание объекта в п. Марадыковском Кировской области федеральной целевой программой «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» выделено

более 9,4 млрд. рублей. За два года предстояло построить производственные и вспомогательные здания и сооружения, смонтировать и опробовать технологическое оборудование, подготовить новую нормативно-методическую базу, внести изменения в разработанные системы производственного мониторинга и мониторинга окружающей среды, создать новые приборы контроля заражённости воздуха рабочей зоны, подготовить квалифицированный персонал для обслуживания объекта, выполнить другие работы.

На данном объекте реализована технология уничтожения фосфорорганических отравляющих веществ непосредственно в корпусах боеприпасов. Данная технология была выбрана в результате конкурса, проведённого в 1995 году. Возможность её использования с выделением первой очереди строительства промышленной зоны объекта по уничтожению ХО была рассмотрена комиссией общественной экологической экспертизы при президиуме областного совета Всероссийского общества охраны природы, зарегистрированной распоряжением администрации Оричевского района от 30 ноября 2004 года № 67. Решением данной комиссии технология рекомендована для реализации.

Намеченный на сентябрь 2006 года ввод в эксплуатацию первой очереди первого пускового комплекса на объекте «Марадыковский» объединил усилия научных и проектных институтов, строительно-монтажных организаций, промышленных предприятий, принимающих участие в его создании. Строительство объекта «Марадыковский» велось в строгом соответствии с рабочим графиком, утверждённым начальником Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия. Жёсткий контроль за ходом строительно-монтажных и пусконаладочных работ, оперативное решение возникающих проблем позволили уже в августе 2006 года провести опробование технологического оборудования на инертных средах, а затем и комплексную проверку работоспособности всего технологического цикла с использованием имитаторов отравляющих веществ.

От закладки первого камня на площадке строительства объекта «Марадыковский» до пуска в эксплуатацию первого пускового комплекса первой очереди объекта потребовалось всего полтора года. За это время на пустыре выросло предприятие, оснащённое самым современным оборудованием.

8 сентября 2006 года на объекте «Марадыковский» приступили к первой стадии процесса уничтожения ХО – вещества типа Vx – в корпусах боеприпасов. Снаряжённая авиационная бомба по транспортёру медленно перемещается вдоль технологической линии, на участках которой боеприпас извлекают из укупорки, расщепляют и вскрывают заливной узел, заливают в бомбу необходимое количество реагента, закрывают заливной узел и после проверки на герметичность направляют её на промежуточный склад. Из промежуточного склада авиационная бомба с введённым реагентом поступает в хранилище и снова возвращается на технологическую линию только через три месяца после завершения реакции нейтрализации отравляющего вещества. На этой стадии из боеприпаса извлекают продукт реакции – реакционную массу, которую направляют на уничтожение, а корпус боеприпаса – на вторичную переплавку.

Для решения задач по обеспечению контроля за воздействием работающего объекта на окружающую среду, за год до пуска объекта был создан и укомплектован современными приборами и оборудованием Региональный центр государственного экологического контроля и мониторинга. С участием специалистов природоохранных органов и учёных Кировской области совместно с ФГУ ГосНИИЭНП (г. Саратов) в санитарно-защитной зоне объекта и зоне защитных мероприятий создана специальная сеть проботбора, включающая 155 постоянных пунктов отбора проб воздуха, почвы, воды, донных отложений. Для контроля подземных вод пробурено 11 наблюдательных скважин. Под контролем находится 7 колодцев, 14 эксплуатационных скважин. На объекте введена в действие система производственного экологического мониторинга, созданная сотрудниками Ассоциации РОСТ.

Одновременно со строительством объекта по уничтожению ХО ведётся строительство объектов социальной инфраструктуры. Федеральной целевой программой «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» на эти цели предусмотрено выделение до 10% средств от стоимости самого объекта, что составляет более 900 млн. рублей. Объекты социальной сферы начали возводить ещё в 1999 году. Сданы в эксплуатацию дома на 48 и 30 квартир, два жилых 60-квартирных дома, жилые блок-секции на 30 и 27 квартир в пгт. Оричи. Введена в экс-

плутацию укомплектованная современным оборудованием школа на 500 учащихся. Строятся очистные сооружения двойного назначения, ведётся реконструкция и строительство теплосетей в п. Мирном.

Объект по уничтожению ХО в п. Марадыковском – третье действующее производство по уничтожению химического оружия в Российской Федерации. 8 сентября 2007 года исполнился год его функционирования, объект работает в штатном режиме.

Финансовое содействие выполнению программы по уничтожению ХО оказывают Минфин России, Минпромэнерго России и Минэкономразвития России. Федеральное агентство по промышленности неуклонно претворяет в жизнь выработанную в Российской Федерации стратегию уничтожения химического оружия. Огромные усилия по организации работ на строительстве объекта приложили специалисты Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия. Сотрудники Государственного НИИ органической химии и технологии (Москва) разработали безопасную технологию уничтожения ХО для этого объекта. Проектная организация ФГУП «Союзпромниипроект» (Москва) воплотила в проект технические решения и разработала соответствующую проектную и рабочую документацию, которая прошла все необходимые стадии согласования в надзорных и контрольных органах. Плоды напряжённого труда учёных и проектировщиков превратили в реальность строители. В первую очередь это ОАО «Фактор-ЛТД», создавшее для объекта электроподстанцию, оснащённую современным оборудованием. Это ЗАО МЦ «Концерн «Энергия» – генеральная подрядная организация по осуществлению строительства промышленной зоны объекта, коллективы Спецстроя России, Федерального медико-биологического агентства, Ростехнадзора, Роспотребнадзора, ОАО «Редкинское ОКБА» (п. Редкино Тверской области), ОАО «Химмаш-старт» (г. Пенза), а также предприятия и организации Кировской области.

2006 год для всех участников ФЦП был напряжённым. На 1.01.2007 капитальных вложений на её реализацию было освоено 47,468 млрд. рублей, в том числе средств федерального бюджета – 43,736 млрд. рублей.

В соответствии с принятой корректировкой Федеральной целевой программы распределение затрат на реализацию основных

мероприятий программы на 2007 год составило – капитальных вложений 21,656 млрд. рублей, в том числе на создание объектов УХО 19,98 млрд. рублей, из них средства федерального бюджета – 17,879 млрд. руб.

К 29 апреля 2007 года в соответствии со взятыми по Конвенции обязательствами в довольно сжатые сроки на российских объектах УХО было уничтожено 8 тыс. т отравляющих веществ. Из них 1 тыс. 143 тонны уничтожено на объекте п. Горный Саратовской области.

В настоящее время уникальный по своему технологическому оборудованию объект по уничтожению ХО в г. Камбарке успешно функционирует. По состоянию на 29 октября 2007 года там уничтожено 4 тыс. 333 тонны люизита. На мощном первенце по уничтожению фосфорорганических отравляющих веществ объекте «Марадыковский» на этот период проведена детоксикация 4 тыс. 157 тонн отравляющего вещества типа Vx. В ноябре 2007 года на объекте «Марадыковский» будет сдана вторая очередь (печное отделение) и начнутся работы по сжиганию реакционных масс. Всего на 29 октября 2007 года на трёх российских объектах уничтожено 9 тыс. 633 тонны отравляющих веществ. Это составляет 24% общих запасов химического оружия.

С пуском объекта по уничтожению химического оружия «Марадыковский» и началом работ на объекте «Камбарка» Российская Федерация взяла курс на выполнение третьего этапа Федеральной целевой программы – к 29 декабря 2009 года должно быть уничтожено 45% запасов химического оружия.

Реализация федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» имеет огромное международное значение и отвечает интересам национальной безопасности России. Наша страна, последовательно проводя курс на химическое разоружение, предъясвляет тем самым убедительные доказательства своей приверженности духу Конвенции о запрещении химического оружия и его уничтожении. Успешный ввод в эксплуатацию новых трёх объектов по уничтожению химического оружия является серьёзным подтверждением готовности России в полной мере выполнить принятые при подписании Конвенции международные обязательства в сфере химического разоружения.

УДК 623.459.44.8

О принципах и структуре российских технологий крупнотоннажного уничтожения запасов химического оружия

© 2007. В.Б. Кондратьев, В.А. Петрунин

Государственный научно-исследовательский институт органической химии и технологии

В данной работе представлен материал о принципах и структуре технологий крупнотоннажного уничтожения запасов химического оружия, реализуемых на российских объектах.

The article deals with the principles and structure of large-scale chemical weapon destruction that are being realized in objects of Russia.

«...Каждая сторона в ходе уничтожения своего химического оружия будет отдавать наивысший приоритет обеспечению безопасности людей и защите окружающей среды».

Это требование «Конвенции о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия» (далее по тексту – Конвенция) является основополагающим при разработке технологий уничтожения химического оружия (ХО).

В Конвенции, в целях недопущения применения примитивных и экологически опасных методов уничтожения ХО, записано, что при его уничтожении не должны применяться такие методы, как сжигание отравляющих веществ (ОВ) на открытом воздухе или затопление в океане.

А чем, собственно, предопределяется опасность процесса уничтожения ХО? Чего тут надо опасаться? А опасаться есть чего.

Токсичность такого ОВ, как зарин, примерно в 1000, а зомана – в 2500 раз выше, чем токсичность особо опасных промышленных веществ, относящихся к первому классу опасности (со среднесмертельной дозой, равной 15 мг/кг). Это означает, что для работы с ОВ требуются другие подходы и другой технический опыт, чем для работы с наиболее опасными вредными веществами, применяющимися в промышленности, и, конечно же, нужны люди, владеющие этими весьма специфическими знаниями.

Международное значение и важность проблемы привлекли внимание высококвалифицированных специалистов в различных областях знаний. В результате их работы было выработано значительное количество предложений по способам и методам уничтожения ХО, основанных на новейших достижениях науки и техники.

В России головной организацией, ответственной за разработку процессов уничтожения ХО, является Государственный научный центр Российской Федерации, Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт органической химии и технологии» (ФГУП «ГосНИИОХТ»).

Специалистами института были всесторонне проанализированы многочисленные предложения по методам и способам уничтожения ХО, опробовано более 50 различных способов детоксикации ОВ, что в дальнейшем позволило определиться с наиболее перспективными и экологически безопасными технологиями.

Современные ОВ, такие как зарин, зоман, Vx, представляют собой летучие жидкости, которые не отличаются высокой термостабильностью (при температуре выше 300°C они начинают интенсивно разлагаться), активно вступают во взаимодействие со многими химическими реагентами (кислотами, основаниями), в связи с чем для деструкции молекул ОВ, то есть для уничтожения веществ, пригодны очень многие известные способы, но это вовсе не означает, что данные способы можно использовать в качестве основы для разработки технологии уничтожения ХО.

В чем суть выбора способа детоксикации ОВ и разработки технологии уничтожения ХО?

Американские специалисты более 25 лет назад пошли по пути одностадийного процесса уничтожения ХО методом сжигания. Метод этот был приспособлен для уничтожения ХО в самых разных формах – и для ОВ, извлечённых из контейнеров и боеприпасов, и для нерасснаряжённых боеприпасов, в том числе с неудалённым взрывателем, и для загрязнённых упаковочных материалов и т. п. В целях реализации метода были созданы специализированные печи.

Схема организации указанного процесса основана на принципе непрерывного потока (ОВ извлекается из снарядов, накапливается в приёмных ёмкостях, насосами подаётся в печь сжигания, а далее продукты сгорания подаются на очистку). По его завершении на 1 тонну сжигаемого зарина образуется около 8 тонн токсичного солевого раствора.

Опыт эксплуатации таких печей показал их недостаточную надёжность, из-за чего отмечались случаи нарушения технологического режима с выбросом в атмосферу токсичных соединений.

Под давлением общественности конгрессом США было принято решение о разработке альтернативных технологий уничтожения ХО и доведения их до промышленных масштабов.

Самыми важными, на наш взгляд, из методов, предложенных американскими специалистами, являются четыре альтернативных технологических варианта, основанных на химической нейтрализации боевых ОВ:

- нейтрализация ОВ с последующим сжиганием образующихся реакционных масс на месте или на другом объекте (можно условно считать, что прототипом для данной технологии является российская технология, реализованная на мобильном комплексе по уничтожению ХО);
- нейтрализация ОВ с последующим окислением реакционных масс в среде влажного воздуха с биологической обработкой;
- нейтрализация ОВ с последующим окислением реакционных масс водой, находящейся в сверхкритическом состоянии;
- нейтрализация ОВ с последующей биологической обработкой реакционных масс.

В России пошли по пути создания двухстадийной технологии уничтожения ХО (химической нейтрализации ОВ при обычной температуре и нормальном давлении с последующей утилизацией образующихся малотоксичных реакционных масс методом сжигания или битумирования).

На рисунке 1 приведена схема уничтожения химического оружия по указанной технологии.

Суть её заключается в следующем.

Снаряды поступают на расснаряжение. Отравляющее вещество, например, зарин или зоман, извлекается из боеприпаса и подаётся

на химическую обработку моноэтаноламином в аппарат первой стадии. Здесь ОВ и реагент превращаются в малотоксичную реакционную массу, которая далее направляется либо в следующий реактор, где обрабатывается горячим битумом с окисью кальция (с последующим захоронением битумно-солевой массы), либо – в печь на сжигание. Корпуса боеприпасов предварительно дегазируются и направляются в печь обжига.

В основу технологии заложены три принципа (дискретность, периодичность и двухстадийность), которые реализуются следующим образом.

Боеприпас с транспортёра поступает в агрегат расснаряжения для его вскрытия сверлением и эвакуации ОВ в реактор первой стадии, где уже имеется реагент. В этом же агрегате внутренняя часть боеприпаса промывается последовательно чистым реагентом и водой. Изделие проверяется на полноту дегазации и при отсутствии заражённости направляется на обжиг, а далее – в металлोलом.

Принцип **дискретности** реализуется таким образом, что пока из боеприпаса не извлечено все ОВ и не отправлено в реактор, следующий боеприпас не вскрывается; т. е. в работе находится столько вещества, сколько его есть в одном боеприпасе. Одно дело, когда в работе несколько тонн ОВ, и совсем другое дело, когда всего несколько килограммов. Это, говоря технологическим языком, резко снижает степень риска.

Принцип **периодичности** реализуется таким образом, что из реактора первой стадии реакционная масса передаётся на следующую стадию только после проведения анализа на полноту уничтожения ОВ. Если вдруг остаточное количество ОВ окажется больше допустимого, процесс детоксикации повторяют. Никакого непрерывного отведения продуктов из зоны реакции нет, а значит, исключена передача не прореагировавшего ОВ на следующую стадию.

Далее реализуется принцип **двухстадийности**. Исходя из нашего опыта, мы считаем, что вещество должно быть уничтожено как бы дважды, оба раза полностью и обязательно разными методами. Реакционные массы после завершения работ на первой стадии направляются на вторую стадию, где они либо обрабатываются горячим битумом с окисью кальция, в результате чего образуются битумно-солевые массы 4-го класса опасности (с токсичностью $LD_{50} > 50$ мг/кг), подлежащие

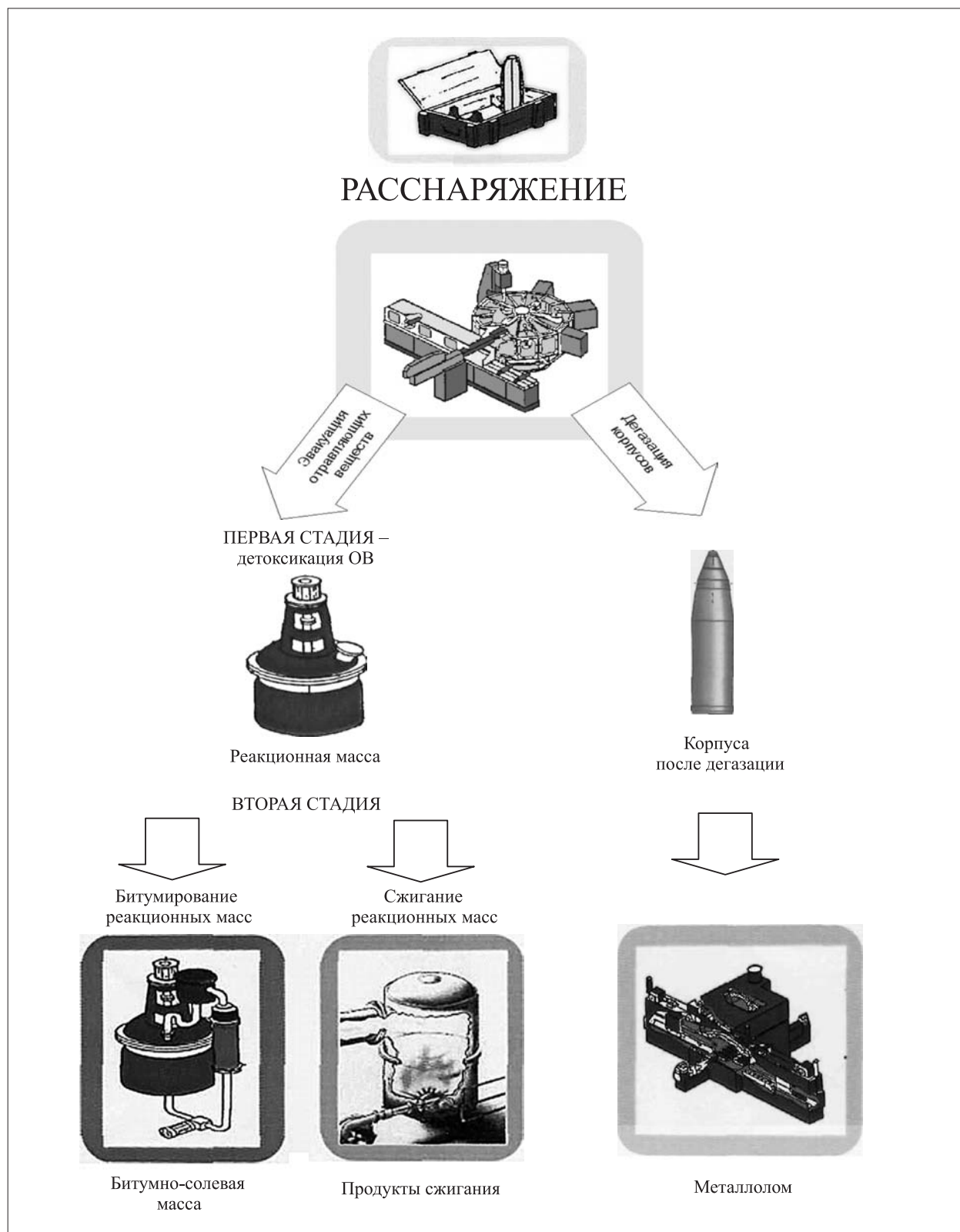


Рис. 1. Организационная схема технологического процесса уничтожения снарядов ствольной и реактивной артиллерии

дальнейшему захоронению на полигоне, либо сжигаются с улавливанием отходящих окислов водными растворами щёлочи, образованием и выделением смеси солей, передающихся на захоронение.

При использовании двухстадийной технологии:

- исключаются высокие температуры в зоне переработки ОВ;
- уничтожение (нейтрализация, деток-

- сикация) ОВ проводится в мягких, строго контролируемых условиях;
- исключается переработка отравляющих веществ под давлением;
- процесс уничтожения ХО проводится с ограниченным количеством отравляющих веществ, что исключает развитие неконтролируемой аварийной ситуации;
- проводится поштучное расснаряжение химических боеприпасов. Это обеспечивает возможность блокировки процесса уничтожения отравляющих веществ на каждой стадии;
- применяется только двухстадийный процесс уничтожения ОВ, в котором на первой стадии проводится его уничтожение (нейтрализация, детоксикация) и только потом, на второй стадии, утилизируется реакционная масса.

Названные преимущества обеспечивают безопасность, надежность и экологическую состоятельность указанной российской технологии, прошедшей серьезные испытания. Были проведены опытные работы по масштабированию процессов уничтожения зарина, зомана и Vx. Результаты данных работ использованы при проектировании объектов по уничтожению ХО.

Одним из вариантов технологии применительно к крупногабаритным авиационным бомбам является разработанная также в ГосНИИОХТ технология уничтожения ОВ типа Vx непосредственно в боеприпасах без предварительного извлечения вещества из них. Она была подвергнута тщательному анализу специалистами Федерального агентства по промышленности и реализована в промышленном масштабе на объекте по уничтожению ХО «Марадыковский» в Кировской области и планируется к реализации на подобном объекте в п. Леонидовка Пензенской области.

Организационная схема технологического процесса приведена на рисунке 2.

Данный процесс предельно прост и безопасен, так как ОВ не извлекается из боеприпасов, что существенно снижает возможность аварийных ситуаций. В их корпуса добавляется определенное количество реагента, после чего сами боеприпасы герметизируются и выдерживаются в течение трёх месяцев. Содержание ОВ в полученной внутри корпуса реакционной массе после этого составляет менее 0,01%. В дальнейшем после всех необходимых анализов и извлечения из корпуса изделия реакционные массы подлежат сжиганию.

К настоящему времени по этой технологии уничтожено более 19,5 тысячи боеприпасов.

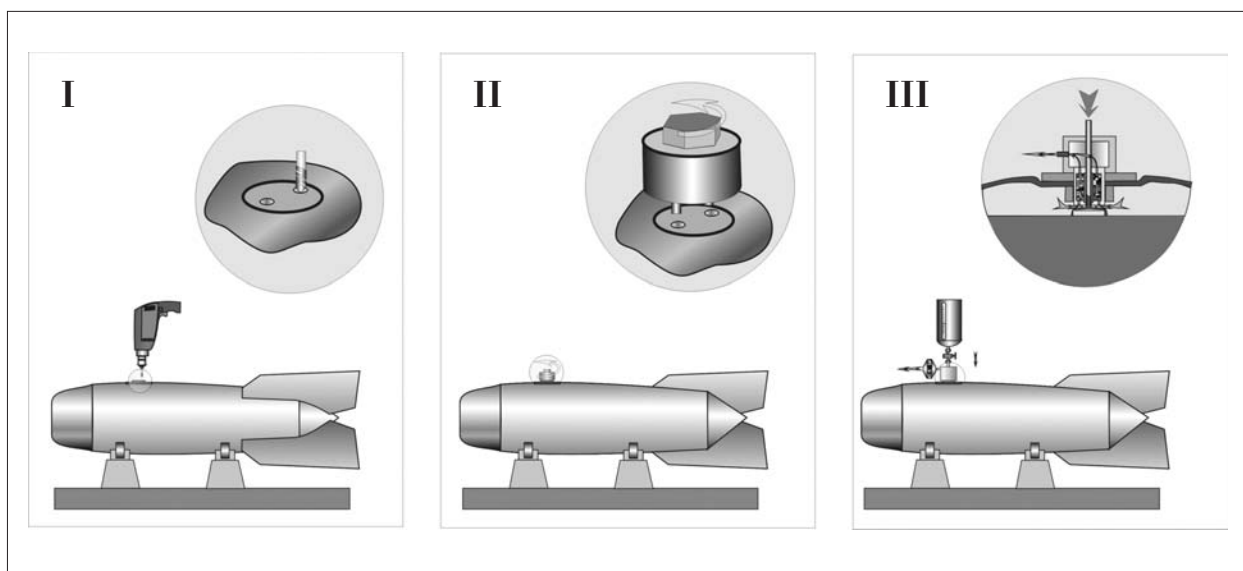


Рис. 2 . Организационная схема технологического процесса уничтожения ОВ непосредственно в авиабомбах

Примечание: данным методом уничтожают крупные авиационные боеприпасы, снаряжённые ОВ типа Vx.

I. Вскрывают наливной узел.

II. В продуктивную камеру, имеющую 10% свободного объёма, вносят реагент в количестве до 7% от массы ОВ.

III. Герметизируют боеприпас и выдерживают его при плюсовых температурах в течение 3-х месяцев до детоксикации ОВ.

УДК 623.459.8

Современное состояние и проблемы сотрудничества России с иностранными государствами в области уничтожения запасов химического оружия

© 2007. В.К. Соловьёв, О.М. Ивашко, Ю.Е. Кузнецова

Федеральное управление по безопасному хранению и уничтожению химического оружия

Статья посвящена проблемам выполнения международных обязательств, касающихся оказания помощи России в уничтожении запасов химического оружия.

The article is dedicated to problems of fulfilment of the international obligations for assistance to Russia destruction of a chemical weapon.

Принимая во внимание важность взятых международных обязательств в соответствии с Конвенцией о запрещении химического оружия, в непростой для себя исторической период, ещё в ходе её подписания, Российская Федерация обратилась к мировому сообществу с просьбой оказать ей финансовую поддержку при выполнении своих международных обязательств в области уничтожения химического оружия.

Начиная с 1993 года российская сторона начинает проводить целенаправленную политику по привлечению средств технической помощи иностранных государств к российской программе уничтожения химического оружия.

Ряд государств откликнулся на просьбу российского руководства, и в 1992 и 1993 годах были подписаны первые соглашения с США и ФРГ, касающиеся оказания помощи России в уничтожении химического оружия. Через межправительственное соглашение России с ФРГ с 2001 года также началась реализация средств, выделенных Евросоюзом.

В 1993 году о своём желании оказывать России помощь в ликвидации ХО заявили Швеция и Финляндия. Небольшие по объёмам, но имеющие важное значение для российской программы уничтожения ХО эти проекты сыграли свою роль.

В декабре 1996 года официальный представитель Российской Федерации сообщил подготовительной Комиссии ОЗХО, что главным препятствием на пути к ратификации Конвенции является высокая стоимость программы химической демилитаризации. Для её реализации, по мнению России, необходима «конкретная помощь» других стран¹.

Начиная с 2000 года был подписан ряд соглашений с иностранными государствами, которые выразили намерение принять участие в оказании безвозмездной помощи на программу: Великобританией, Нидерландами, Италией, Канадой, Швейцарией, Польшей, Францией. Некоторые доноры выразили намерение оказать содействие через программу британской помощи (Чехия, Норвегия, Евросоюз). В последнее время к этим государствам присоединились Канада, Нидерланды, Новая Зеландия, Ирландия, Бельгия, Швеция, Франция.

В настоящее время уже шестнадцать иностранных государств, Евросоюз и неправительственный общественный фонд «Инициатива по уменьшению ядерной угрозы» оказывают Российской Федерации финансовую и техническую помощь в создании объектов по уничтожению химического оружия. Международное сотрудничество стало важным фактором, влияющим на процесс химического разоружения в России. Так, в декабре 2005 года завершено уничтожение отравляющих веществ на объекте по уничтожению химического оружия (ОУХО) в п. Горный Саратовской области, успешно функционирует ОУХО в г. Камбарке Удмуртской Республики, введена в эксплуатацию первая очередь ОУХО в п. Марадыковском Кировской области. И все эти объекты в той или иной степени были созданы при содействии иностранных государств, которые оказывали России финансовую и техническую помощь.

Вместе с тем, как показывает опыт, реальная отдача от международного сотрудничества не в полной степени отвечает ожиданиям рос-

¹ – Заявление делегации РФ на 15-й Сессии ПК ОЗХО, в document PC-XV/15, 18 Dec., 1996. СИПРИ, 1997, с.376-377.

К 10-ЛЕТИЮ КОНВЕНЦИИ ОБ УНИЧТОЖЕНИИ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

сийской стороны, что вынуждает Россию внести серьёзные коррективы в выполнение российской программы уничтожения химического оружия.

В 1992 г. было подписано Соглашение между Российской Федерацией и Соединёнными Штатами Америки относительно безопасных и надёжных способов перевозки, хранения и уничтожения оружия и предотвращения распространения оружия, являющееся в настоящее время основой российско-американского сотрудничества в области уничтожения ХО в России. Объёмы помощи, поступившие в первые годы российско-американского сотрудничества, были незначительными. Основным направлением российско-американского сотрудничества стало создание объекта по уничтожению химического оружия в г. Щучье Курганской области.

Не подлежит сомнению, что уничтожение запасов химического оружия отвечает интересам всего мирового сообщества. Накопленные запасы ХО вызывают особую озабоченность.

Российская сторона проводит постоянную работу среди потенциальных государственных доноров по информированию о достигнутых результатах и необходимости расширения международного сотрудничества в области химического разоружения. Российская сторона подчёркивала, что уничтожение запасов химического оружия в России – это избавление от наследия холодной войны, отвечающее интересам всех стран. Возобладавшая к тому времени тенденция рассматривать процесс разоружения как общее дело привела к тому, что круг стран и объём помощи стал неуклонно расширяться.

Всплеск активности к проблеме уничтожения химического оружия в России был вызван также и международной обстановкой, сложившейся после терактов 11 сентября 2001 г. в США. В рамках противодействия распространению оружия массового уничтожения и борьбы с международным терроризмом главами государств и правительств стран Группы восьми была учреждена программа «Глобального партнёрства «восьмёрки» против распространения оружия и материалов массового уничтожения»². «Восьмёрка» приняла на себя обязательство ассигновать в те-

чение ближайших 10 лет до 20 миллиардов долларов на конкретные проекты сотрудничества для решения вопросов нераспространения, разоружения, борьбы с терроризмом и обеспечения ядерной безопасности. Было заявлено, что в рамках этой инициативы в первую очередь будут финансироваться проекты сотрудничества с Россией. При этом по предложению России приоритетными направлениями сотрудничества были названы уничтожение химического оружия, утилизация списанных ядерных подводных лодок и расщепляющихся материалов, а также трудоустройство бывших ученых-оружейников.

Особо подчёркивалось, что страны «восьмёрки» будут осуществлять партнёрство на двусторонней и многосторонней основе в целях разработки, координации, реализации и финансирования новых и расширенных проектов сотрудничества с целью укрепления стратегической стабильности. Важно подчеркнуть, что в рамках Глобального партнёрства Россия была признана равноправным партнёром, а не просто «реципиентом помощи». Тем самым программа Глобального партнёрства стала не только попыткой придать новый импульс в развитии сотрудничества России с иностранными государствами в области уничтожения химического оружия, это было изменение парадигмы сотрудничества России с иностранными государствами в области химического разоружения.

Но, как показал опыт, за период с 2001-го по 2007 год международная помощь в ожидаемых объёмах так и не поступила. Отвечая на запрос Совета Федерации, экс-председатель Правительства РФ М.Е. Фрадков признал, что имеет место отставание от графика строительства и ввода в эксплуатацию объектов по уничтожению химического оружия, основная причина создавшейся ситуации видится в том, что программа во многом ориентирована на финансовую и техническую помощь иностранных государств, которая, несмотря на договорённости, не поступает в Россию в полном объёме³.

Во многом это обусловлено длительным периодом согласования межправительственных договоров и исполнительных договорён-

² – Глобальное партнёрство «восьмёрки» против распространения оружия и материалов массового уничтожения. Документы «Группы восьми» (Заявление лидеров «восьмёрки»; Принципы, направленные на предотвращение доступа террористов или тех, кто их укрывает, к оружию или материалам массового уничтожения; Основные направления для новых и расширенных проектов сотрудничества). 27 июня 2002.

³ – О проекте бюджета на 2005 год (уничтожение запасов химоружия в России)/РИА «Новости». 10 ноября 2004 г.

ностей, заключаемых в рамках этих соглашений исполнительными органами. Процесс предоставления международной помощи сопряжён с выполнением различных внутригосударственных процедур, в том числе имеет место утверждение решения о предоставлении помощи законодательным органом страны. В силу этого процесс согласования вопроса о предоставлении помощи занимает достаточно много времени.

Например, для заключения соглашения со Швейцарией потребовалось почти 3 года: в июне 2001 года группа парламентариев Швейцарии выступила с инициативой об оказании содействия России в уничтожении ХО; в октябре 2001 года в связи с подготовкой доклада для правительства Швейцарии Россию посетила группа швейцарских экспертов; в начале 2002 года правительством Швейцарии был внесён на рассмотрение парламента проект закона об оказании помощи РФ; в июне 2003 года завершился референдум (обязательная для Швейцарии процедура, необходимая для введения закона в силу), соглашение было подписано в январе 2004 года. А для подписания соглашения с Францией российской стороне понадобилось восемь лет: переговоры об оказании содействия начались в 1998 году, а подписание межправительственного соглашения состоялось только в 2005 году.

Как показывает практика, значительная задержка с исполнением соглашений возникает в случаях, когда внутренним законодательством государств-доноров предусматривается ратификация соглашений о помощи иностранным государствам.

Однако не только это может стать обстоятельством, тормозящим своевременное выделение средств непосредственно на выполнение проектов на местах.

Как показал опыт международного сотрудничества в области уничтожения химического оружия в России, реализация международной помощи происходит в рамках следующих механизмов взаимодействия с иностранными органами государств-доноров:

1. Помощь иностранных государств предоставляется либо в виде финансового содействия (непосредственно перечисление денежных средств), характерных для сотрудничества с Нидерландами и Швейцарией, либо в виде финансово-технического содействия (в форме поставок оборудования, создания элементов промышленной и инже-

нерной инфраструктуры строящихся объектов по уничтожению химического оружия, монтажных и пусконаладочных работ, подготовки специалистов) (США, ФРГ и другие страны).

2. Механизм оказания содействия предусматривает две принципиальные схемы организации взаимодействия: либо напрямую между исполнительными органами с последующим заключением контракта с российской организацией, либо через иностранную фирму-оператора (российские организации могут привлекаться в качестве субподрядных организаций).
3. Схема финансирования зависит от механизма оказания содействия. В первом случае денежные средства поступают от иностранных доноров к Государственному заказчику федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» – Федеральному агентству по промышленности (далее – Роспром) и впоследствии к подрядчику, с которым Роспром заключает договор субподряда на выполнение работ по совместному проекту. Во втором случае финансирование осуществляется через цепочку «исполнительный орган – иностранная фирма – оператор». Такие подрядчики для выполнения работ заключают договоры с непосредственными исполнителями работ на местах – российскими организациями.

Механизм прямого перечисления средств показал свою продуктивность при сотрудничестве с Нидерландами и Швейцарией.

При перечислении средств через подрядчика иностранного государства-донора происходит не только удорожание проекта в связи с появлением накладных расходов на услуги таких фирм, но и значительно увеличиваются сроки выполнения совместных проектов, что особенно характерно для сотрудничества с Великобританией по созданию ОУХО в г. Щучье. В настоящее время Великобританией оплачено работ российским субподрядчиком и поставлено оборудования на объект всего 22% от общего объёма средств, перечисленных другими иностранными донорами Великобритании на выполнение совместных проектов (данные Министерства обороны Великобритании по состоянию на 31 января 2007 года).

Поскольку программа рассчитана на 10 лет и должна быть завершена в 2012 году, вопросы эффективности и оперативности реализации программ помощи в рамках этой инициативы выходят на первый план. Особую значимость при этом приобретает оценка идущих в рамках программы проектов сотрудничества. Как отмечено в докладе Группы восьми по итогам санкт-петербургского саммита 2006 года, «с приближением половины срока действия Глобального партнёрства признано необходимым провести его объективную качественную и количественную оценку. Такая оценка важна, чтобы составить чёткое представление о том, что ещё предстоит сделать. Это поможет прояснить, каким образом каждая страна могла бы оптимально определить свое участие и как каждый может извлечь преимущества из накопленного опыта»⁴. Как отмечается далее, рабочая группа по Глобальному партнёрству намерена провести такой анализ в течение предстоящего 2007 года и представить такой обзор странам-участницам программы.

Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации является важной составной частью международного процесса химического разоружения, реализация которого осуществляется в соответствии с Конвенцией о запрещении

химического оружия. От своевременного уничтожения Россией запасов химического оружия зависит эффективность Конвенции как действенного инструмента обеспечения международной безопасности. Учитывая, что уничтожение химического оружия в Российской Федерации осуществляется при активном участии иностранных государств, международное сотрудничество в области химического разоружения является важным фактором, влияющим на выполнение договора в целом.

Учитывая актуальность задачи, стоящей перед Российской Федерацией, на современном этапе уничтожения химического оружия основные усилия российской стороны сосредоточены на обеспечении своевременного получения обещанной помощи в соответствии с имеющимися международными обязательствами иностранных государств в рамках программы «Глобальное партнёрство». Это возможно лишь в условиях высокой степени доверия сторон и прозрачности в вопросах реализации сотрудничества и принятия решений. Поэтому открытость, доверие, полное и своевременное выполнение своих обязательств со стороны иностранных партнёров России являются важнейшими условиями для своевременного уничтожения запасов химического оружия в Российской Федерации.

⁴ – *Официальный сайт Правительства Российской Федерации по Глобальному партнёрству*/<http://g8russia.ru/>

Реализация программы уничтожения химического оружия в Кировской области

© 2007. Н.Г. Горохов
заместитель председателя Правительства Кировской области

В статье представлен материал по реализации программы уничтожения химического оружия в Кировской области. Особое внимание уделено решению социально-экономических вопросов как составной части программы по обеспечению безопасности населения, проживающего в зоне защитных мероприятий.

The article deals with the realization of the program of chemical weapon de-struction in the Kirov region. Special attention is paid to the solution of social-economic problems as they are a constituent part of the program of safety guarantees for the population living within the zone of protection activities.

Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации является реальной необходимостью, которая обуславливается как потребностями избавления от потенциальной угрозы, так и требованиями выполнения Россией международных обязательств по химическому разоружению.

Объект «Марадыковский» Кировской области занимает второе место по запасам отравляющих веществ в Российской Федерации среди 7 объектов хранения химического оружия. Уничтожению подлежат авиационные боеприпасы и боевые части ракет, снаряжённые фосфорорганическими отравляющими веществами, а также смесью иприта и люизита (двойная смесь – ДС).

Всего в Кировской области находилось 17,4% запасов химического оружия, или более 40 тыс. шт. боеприпасов, содержащих около 7 тыс. т отравляющих веществ.

Учитывая, что сроки хранения некоторых боеприпасов составляют более 50 лет, строительство и эксплуатация объекта по уничтожению химического оружия (УХО) – это ликвидация потенциальной опасности на территории области.

Завод по уничтожению химического оружия начал работать 8 сентября 2006 года. Проектная мощность завода по уничтожению отравляющих веществ составляет 2000 т/год. Закончить уничтожение химического оружия в Кировской области планируется к 2012 г.

29 апреля 2007 года Российская Федерация выполнила свои международные обязательства и уничтожила 20% хранившегося на её территории химического оружия. Деятельность объекта в Кировской области внесла ощутимый вклад в выполнение Россией второго этапа уничтожения химического оружия.

Актом международной организации по запрещению химического оружия зафиксировано, что в период с 19 августа 2006 г. по 20 апреля 2007 г., в соответствии с положениями статьи 4 Конвенции о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия, на объекте «Марадыковский» Кировской области уничтожено 19618 боеприпасов, или около 4007 т. отравляющего вещества Ви-икс.

Ещё в 1998 г., когда Кировская область приступила к решению этой сложной задачи, правительством области были определены приоритетные направления при эксплуатации объекта по уничтожению химического оружия. К ним отнесены: обеспечение экологической безопасности для окружающей среды и населения, а также охрана здоровья граждан, проживающих и работающих в районе хранения и уничтожения химического оружия.

Мероприятия по защите населения и окружающей среды от возможного воздействия токсичных химикатов утверждены постановлением Правительства РФ от 24.02.99 №208 и для объекта «Марадыковский» выполнены почти в полном объёме.

Население, проживающее и работающее в зоне защитных мероприятий (ЗЗМ), обеспечено средствами индивидуальной защиты за счёт средств заказчика – Федерального агентства по промышленности. Обеспеченность средствами индивидуальной защиты населения соответствует требованиям нормативных документов.

С момента пуска предприятия функционирует локальная система оповещения, охватывающая 196 населённых пунктов, расположенных в ЗЗМ. Также предусмотрено опове-

щение населения, находящегося вне населённых пунктов (дачные участки, полевые работы и т. п.) с использованием машин с громкоговорящей связью. В области разработан порядок эвакуации и жизнеобеспечения населения, который отработан в ходе командно-штабных учений, заключены договоры с транспортными предприятиями с целью поставки транспорта для проведения эвакуации, определены места временного размещения эвакуированного населения. Для обучения населения действиям в чрезвычайных ситуациях разработаны и доведены до органов местного самоуправления методические рекомендации. Обучение работающего населения осуществляется по месту работы, а для неработающего населения проводятся занятия по месту жительства на общих сходах и в информационных центрах.

В целях дополнительного обучения порядку действий при возникновении чрезвычайных ситуаций (ЧС) на комплексе объектов по хранению и уничтожению химического оружия населению выдаются памятки.

В соответствии с требованиями нормативных документов областным государственным учреждением здравоохранения «Территориальный центр медицины катастроф Кировской области» создан постоянный запас антидотов.

Мероприятия по защите населения выполняются и позволяют обеспечить безопасность населения, проживающего в зоне защитных мероприятий объектов хранения и уничтожения химического оружия.

В соответствии с Федеральной целевой программой «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» на решение социальных вопросов в местах расположения объектов по уничтожению химоружия предусмотрено выделение до 10% средств от стоимости объекта по уничтожению химического оружия.

Для этого в Кировской области был разработан Перечень объектов социальной инфраструктуры, строительство которых предусматривается в интересах кировчан за счёт инвестиций федерального бюджета в рамках реализации ФЦП «Уничтожение запасов химического оружия в РФ».

Данный перечень разрабатывался с учётом предложений глав администраций Оричевского и Котельничского районов, утверждён в 2007 г. губернатором Кировской области Н.И. Шаклеиным и заместителем руководителя Федерального агентства по промышленности В.И. Холстовым.

Объём средств, направляемых на решение социальных вопросов Оричевского и Котельничского районов, составляет 940 млн. рублей. За годы реализации ФЦП «Уничтожение запасов химического оружия в РФ» в Кировской области выполнено и оплачено работ по строительству объектов социальной инфраструктуры на сумму более 300 млн. рублей. Эти средства были направлены на строительство жилья и школы в п. Оричи, реконструкцию тепловых сетей в п. Стрижи и п. Мирный Оричевского района, строительство жилого дома и очистных сооружений в п. Мирный.

В настоящее время в оборонный заказ 2007 г. включено строительство газовой котельной и реконструкция школы для п. Мирный, а также очистных сооружений и водозаборных систем в п. Оричи.

Для населения Котельничского района в оборонный заказ на 2007 г. включено проведение реконструкции и расширения систем водоснабжения г. Котельнича и строительство межрайонного лечебно-диагностического центра в г. Котельниче.

Вопросы обеспечения безопасности населения и окружающей среды от деятельности предприятия по уничтожению химического оружия постоянно контролируются правительством области. Для этого ещё до пуска предприятия было организовано выездное заседание правительства на объект УХО, при проведении которого члены правительства области были ознакомлены с предприятием и принимаемыми мерами для обеспечения безопасности при его функционировании. При правительстве области создана комиссия по организации взаимодействия органов исполнительной власти области, органов местного самоуправления муниципальных образований и организаций по проблеме уничтожения химического оружия на территории Кировской области. На заседаниях комиссии происходит обмен мнениями по самым различным вопросам. Это вопросы обеспечения безопасности и здоровья населения и окружающей среды при хранении и уничтожении химического оружия, строительства объектов социальной инфраструктуры, результаты социально-гигиенического мониторинга здоровья населения, проживающего и работающего в ЗЗМ объекта УХО, вопросы разработки системы эвакуации и жизнеобеспечения населения. На заседании комиссии выступали руководители Центра экологической педиатрии Федерального медико-биологического агентства Российской Федерации (г. Москва) и

НИИ гигиены, профпатологии и экологии человека (г. Санкт-Петербург). Для обеспечения экологической безопасности на объекте создана система государственного экологического контроля и мониторинга. По результатам исследования качества окружающей среды случаев превышения установленных для объекта экологических нормативов и нормативов качества окружающей среды не выявлено. Ученые-экологи и медики отмечают, что объект хранения и действующий объект уничтожения химического оружия «Марадыковский» не оказывают воздействия на окружающую природную среду.

С начала реализации программы «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» на территории области настроение населения, общественных организаций к проблеме хранения и уничтожения химического оружия значительно изменяется.

Одним из важных факторов, которые ранее формировали негативное отношение кировчан к предстоящему процессу уничтожения химического оружия, было отсутствие информации о существовании такого рода объектов в других регионах России и за рубежом, о необходимости уничтожения химического оружия, о применяемых технологиях и методах обеспечения безопасности населения.

Реализация программы уничтожения химического оружия и, в первую очередь, успешная деятельность объекта в п. Горный Саратовской области, а также проведение большой разъяснительной работы среди населения повлияли и на настроения населения нашей области. Сейчас в целом жители с пониманием относятся к данной проблеме. Этому способствуют и открытость военных специалистов в решении проблемы безопасного уничтожения химического оружия, посещения депутатами областного законодательного собрания, районных дум Котельничского и Оричевского районов, общественных организаций действующего объекта по уничтожению химического оружия. Представители районов, входящих в зону защитных мероприятий объекта УХО, посетив данное предприятие, увидели, что предпринимаются серьёзные усилия специалистами для обеспечения безопасности при уничтожении химического оружия.

В ноябре 2007 г. для объекта «Марадыковский» начинается новый рубеж – пуск второй очереди объекта УХО. Поставленная задача – уничтожить химическое оружие на территории Кировской области к 2012 г. будет успешно решена, а то, что построено, будет использовано в интересах кировчан.

Научно-методологические основы комплексного экологического мониторинга окружающей среды в районе объектов хранения и уничтожения химического оружия

© 2007. Т.Я. Ашихмина

РЦГЭЖиМ по Кировской области,
лаборатория биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ

Изложены научно-методологические основы организации комплексного экологического мониторинга в районе объектов хранения и уничтожения химического оружия. Представлены результаты экологического мониторинга окружающей среды в районе объекта «Марадьковский» Кировской области.

Scientific-methodological grounds of complex ecological monitoring organization within the objects of chemical weapon storage and destruction are presented. The results of environmental ecological monitoring in the vicinity of the object «Maradikovsky» in the Kirov region are shown.

Комплексный экологический мониторинг объектов хранения и уничтожения химического оружия рассматривается как система долгосрочных наблюдений, оценок, контроля и прогноза за состоянием окружающей природной среды, здоровья населения, проживающего в районе расположения объекта уничтожения химического оружия и за воздействием ОУХО на окружающую среду, создаваемая для целей обеспечения безопасности работающего персонала, сохранения здоровья населения, экологической устойчивости природного комплекса в районе эксплуатации объекта.

Реализация комплексного экологического мониторинга в районах ОУХО должна обеспечивать органы государственного управления природоохранной деятельностью и экологической безопасностью на локальном, областном и федеральном уровнях оперативной достоверной информацией, оценками экологической обстановки и рекомендациями по организации и осуществлению мероприятий, направленных на создание условий экологической безопасности населения при штатной работе объекта и при возникновении аварийных ситуаций. Важным назначением комплексного экомониторинга ОУХО в соответствии с Законом РФ «Об охране окружающей среды» является обеспечение потребностей населения в достоверной информации об

экологическом состоянии природных сред и объектов, здоровья населения, об аварийных ситуациях в зоне влияния ОУХО.

Организация комплексного экологического мониторинга ОУХО может служить основой для информационного обеспечения экологической паспортизации ОУХО и кадастра территории в зоне его влияния в соответствии с требованиями Временного руководства по обеспечению экологической безопасности Вооружённых сил РФ.

Главные цели комплексного экологического мониторинга ОУХО: обеспечение безопасности людей, занятых на производстве, сохранение здоровья населения и экологической устойчивости природного комплекса в зоне влияния ОУХО.

Комплексный экомониторинг ОУХО включает решение следующих задач:

- организацию и проведение производственного экологического мониторинга (мониторинга источников воздействия на окружающую среду), экологического мониторинга окружающей природной среды и мониторинга здоровья с целью выявления антропогенного загрязнения природной среды, оценки уровня опасности воздействия ЗВ на здоровье работающего персонала и населения, проживающего в зоне влияния объекта¹;

¹ – Размер зоны влияния ОУХО при штатной работе объекта рассчитывается аналогично размеру СЗЗ с тем отличием, что за предельную величину содержания загрязняющих веществ в воздухе на границе зоны принимается 1/20 ПДК (СП 11-101-95). Обоснование зоны влияния объекта УХО должно основываться на расчётах по каждому ЗВ или комбинации веществ с суммирующимся вредным воздействием. При установлении прогнозной зоны влияния проектируемого объекта УХО следует использовать максимальные значения фонового загрязнения атмосферы на данной территории, полученные при проведении расчётов рассеивания ЗВ от существующих источников. В дальнейшем размер зоны влияния объекта должен уточняться материалами лабораторных исследований качества атмосферного воздуха в зоне влияния действующего объекта.

- обеспечение взаимодействия друг с другом систем производственного контроля и объектового мониторинга, мониторинга здоровья, экологического мониторинга окружающей природной среды ОУХО, а также взаимодействия с ведомственными системами экомониторинга на территории региона;
- организацию экологического контроля, наблюдений, оценки и прогноза за состоянием природных сред и объектов, в зоне защитных мероприятий и на фоновых территориях;
- выявление тенденций изменения состояния окружающей природной среды и здоровья населения в зоне влияния ОУХО;
- предупреждение аварийных ситуаций, контроля экологической обстановки в случае аварии и разработки мероприятий по их ликвидации;
- организацию информационного обмена между участниками КЭМ, органами управления ОУХО, органами административной и исполнительной власти на районном, областном и федеральном уровнях;
- оптимизацию постоянно действующей единой сети систем КЭМ (стационарных и мобильных постов наблюдений, контроля, оценок и прогноза);
- выявление и обоснование перечня объектов производственного мониторинга, определение и корректировку перечня параметрических, пространственных и временных показателей экологического мониторинга окружающей природной среды, показателей здоровья населения;
- научно-методическое, информационное, программное аппаратурно-техническое, метрологическое, финансовое и материально-техническое обеспечение всех специализированных систем комплексного экологического мониторинга ОУХО.

Главными функциями систем КЭМ являются:

1. Контроль за состоянием атмосферного воздуха и здоровья работающего персонала в рабочей зоне производственных помещений и на промплощадке.
2. Контроль за изменением состояния окружающей природной среды, экосистем, здоровья населения в санитарно-защитной зоне, зоне защитных мероп-

- приятий и на фоновых территориях.
3. Оценка антропогенного воздействия источников загрязнения, принадлежащих ОУХО, и прогноз возможных изменений состояния компонентов окружающей природной среды, здоровья населения, проживающего в ЗЗМ.
4. Оценка экологического состояния окружающей природной среды, выявление масштабов загрязнения и последствий изменения экологической обстановки в зоне действующего ОУХО.
5. Информационный обмен пользователей систем комплексного экомониторинга ОУХО для оценки экологической ситуации, прогноза, разработки рекомендаций и предложений по исключению или снижению негативного влияния действующего объекта УХО на окружающую среду.

Методологической основой комплексного экологического мониторинга ОУХО принят системный комплексный подход, ориентированный на раскрытие целостности объектов локального мониторинга в зоне влияния ОУХО, нацеленный на выявление причинно-следственных связей в системе «Объект уничтожения ХО – окружающая среда». Экологический мониторинг включает в себя наблюдения за различными природными объектами для сбора, систематизации и изучения данных, которые при использовании совместно с численными моделями позволяют ответить на вопрос об изменениях в природной среде.

Комплексный экологический мониторинг ОУХО (КЭМ) представляет собой совокупность систем производственного контроля и объектового мониторинга, экологического мониторинга окружающей природной среды и мониторинга здоровья, различающихся по своим ведомственным задачам, но организационно объединённых в единое целое. Каждая из взаимодействующих систем, наряду с перечнем задач мониторинга, свойственных только ей, осуществляет исследования и контроль по программе мониторинга совместно с другими системами, изучая состояние одного и того же объекта по специфическим для неё показателям, тем самым не копируя и не повторяя её, а придавая системе целостный комплексный характер. Схема взаимодействия трёх систем комплексного экологического мониторинга ОУХО представлена на рисунке 1.

В основу программы разработки многоуровневых систем комплексного экологичес-



Рис. 1. Схема взаимодействия систем комплексного экологического мониторинга ОУХО

кого мониторинга положены современные достижения в области моделирования процессов рассеяния загрязняющих веществ в окружающей среде.

За основу организации и функционирования систем комплексного экологического мониторинга ОУХО приняты следующие принципы: *комплексность, единство структурной организации мониторинга, приоритетность, обязательное научное сопровождение*. Главное требование к проектируемым системам комплексного мониторинга состоит в обеспечении требуемой достоверности контроля (вероятности обнаружения) загрязняющих веществ в зоне техногенного влияния объекта. Эта задача включает в себя определение вероятности обнаружения в зоне контроля отравляющих веществ и на этой основе оптимальный выбор «стратегии» контроля (периодичности, плотности, привязки к местности).

Создание систем мониторинга в районе размещения ОУХО обеспечивается на основе специфичных для них способов и методов: *экспрессности определений, сравнительности данных, непрерывности системы мониторинга, чувствительности приборной базы, углублённости анализа, максимальной достоверности полученных результатов, опережающего характера и прогнозирования, выявления отдалённых последствий, тесной взаимосвязи с другими системами мониторинга, надёжности организации информационных потоков*.

Структура и основные этапы организации комплексного экологического мониторинга ОУХО

Структура систем комплексного экологического мониторинга ОУХО представлена на рисунке 2.

Комплексный экомониторинг ОУХО включает в себя три основных системы.

1. Система производственного контроля и объектового экологического мониторинга (ПЭМ), включающая контроль ОВ в технологическом процессе уничтожения ХО, контроль воздуха в рабочей зоне производственных помещений, экологический мониторинг в санитарно-защитной зоне и на селитебных территориях.

Данная система обеспечивает контроль воздействия источников загрязнения ОУХО на окружающую среду и действует, начиная с пусконаладочных работ в течение всего периода эксплуатации объекта.

Программой **производственного контроля и объектового экологического мониторинга** должен быть предусмотрен контроль:

- содержания ЗВ в воздухе рабочей зоны, состояния атмосферного воздуха на территории промплощадки, санитарно-защитной зоны (СЗЗ) и на селитебных территориях ближайших к объекту населённых пунктов;
- состава дымовых газов и выбросов от организованных и неорганизованных источников;

- загрязнения специфическими токсическими веществами поверхностей технологического оборудования и средств индивидуальной защиты;
- содержания ЗВ в ливневых стоках;
- содержания ЗВ в воздухе складов хранения ХО, складов химических реагентов, почве и грунтовых водах вблизи участков хранения и захоронения твёрдых отходов;
- содержания ЗВ в почвах, поверхностных и подземных водах в санитарно-защитной зоне объекта;
- содержания ОВ, продуктов их детоксикации и трансформации в зоне загрязнения в случае аварийной ситуации.

Деятельность производственного контроля и объектового экологического мониторинга обеспечивается в соответствии с регламентом работ, утверждённым руководством Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия, командиром в/ч объекта хранения и уничтожения ХО, согласованным с федеральными службами на территории области – Ростехнадзором, Росприроднадзором, Главным санитарным врачом по Кировской области.

Контроль за источниками воздействия объекта, функционированием системы производственного контроля и объекто-

го экологического мониторинга на территории промплощадки, СЗЗ и ЗЗМ обеспечивается системой государственного экологического контроля, который проводится по линии Ростехнадзора и обеспечивает контроль за содержанием общепромышленных ЗВ и специфических загрязнителей, оказывающих влияние на состояние окружающей среды в зоне воздействия ОУХО. Контролю подлежат источники выбросов, сточные воды, отходы производства, а также состояние атмосферного воздуха, водных источников, почвы.

Медсанчасть ОУХО обеспечивает контроль и диагностику состояния здоровья работающего персонала ОУХО по системе параметров мониторинга здоровья.

2. Система экологического мониторинга окружающей природной среды. Данная подсистема должна обеспечивать наблюдение и контроль состояния окружающей природной среды за природными средами и объектами, природными ресурсами, источниками антропогенного воздействия на природную среду в зоне влияния ОУХО и на фоновых территориях. На основе выполненных наблюдений за состоянием геологической среды, почв, атмосферного воздуха, поверхностных вод, биоты, метеорологических параметров делается оценка экологического состояния окружающей при-

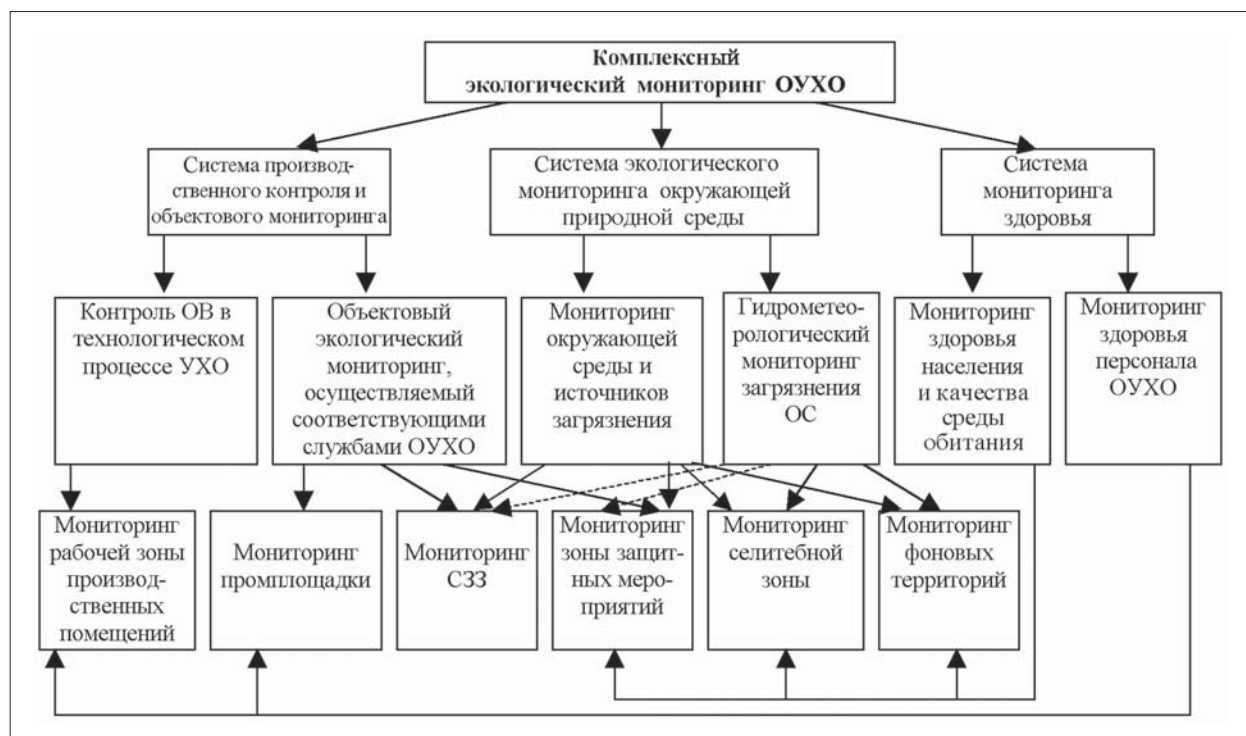


Рис. 2. Структурно-функціональна схема спеціалізованого комплексного екологічного моніторингу ОУХО



Рис. 3. Структура системы экологического мониторинга окружающей природной среды в районе размещения ОУХО

родной среды, разрабатываются прогнозы и рекомендации по улучшению экологической обстановки.

Система экологического мониторинга окружающей среды должна функционировать в течение всего периода действия ОУХО, а также заданное время в постэксплуатационный период. В качестве фона могут использоваться данные по исследованию природных сред и объектов до начала функционирования объекта, а в качестве фоновых территорий может использоваться природный комплекс территорий, сходных по природным условиям. Схема системы экологического мониторинга представлена на рисунке 3.

Объектами экологического мониторинга окружающей природной среды являются геологическая среда, почвы, атмосферный воздух, поверхностные воды, биота, агроценозы.

Неотъемлемой частью комплексного экологического мониторинга ОУХО является *гидрометеорологический мониторинг*, обеспечивающий: наблюдение за погодно-климатическими факторами в районе ОУХО с целью обеспечения безопасного режима его функционирования, составление прогнозов погоды, паводков, неблагоприятных метеоусловий, контроль загрязнения атмосферного воздуха на стационарных и маршрутных метеопостах, контроль гидрологического режима и химического состава вод поверхностных водотоков в зоне влияния ОУХО, штормовые предупреждения о приближении опасных гидрометеорологических явлений.

В программу гидрометеорологических наблюдений на метеостанции и метеопостах целесообразно включить следующие показатели: температура воздуха (средняя, минимальная, максимальная), влажность

воздуха, скорость и направление ветра ($V_{\text{мгн}}$, $V_{\text{ср}}$, V_{max}), атмосферное давление, температура поверхности почвы, метеорологическая дальность видимости, высота нижней границы облаков, определение количества и формы облаков, температура воздуха в приземном слое, гололедно-изморозевые отложения, интенсивность осадков, количество осадков, состояние подстилающей поверхности и характеристики снежного покрова, снегосъёмка на ландшафтных маршрутах, наблюдение за состоянием погоды, атмосферными явлениями, гамма-фон.

При возникновении (угрозе возникновения) в районе метеостанции опасного или стихийного метеорологического явления проводятся учащённые наблюдения, необходимые для определения времени начала, усиления и окончания явления.

На гидрологических постах наблюдения должны проводиться по следующим основным элементам гидрологического режима рек: уровень воды, сток воды, расход воды, температура воды, ледовый режим, качество (химический состав) воды.

На основе выполненных наблюдений за состоянием геологической среды, почв, атмосферного воздуха, поверхностных вод, биоты, метеорологических параметров делается оценка состояния данных объектов, разрабатываются прогнозы и рекомендации по улучшению экологической обстановки.

Государственный экологический контроль и экологический мониторинг окружающей природной среды в районе размещения ОУХО действуют в соответствии с утверждённым Порядком государственного экологического контроля и мониторинга, согласованным с федеральными службами, действующими на территории субъекта РФ: Ростехнадзором, Росприроднадзором, Росгидрометом.

3. Система мониторинга здоровья представляет собой функциональное взаимодействие санитарно-гигиенического и медико-биологического мониторинга с экологическим мониторингом окружающей природной среды и объектовым мониторингом. Она обеспечивает мониторинг здоровья персонала ОУХО, привлекаемых работников и граждан, проживающих и работающих в зонах защитных мероприятий.

Мониторинг здоровья работающего персонала ОУХО и привлекаемых работников входит в систему производственного мониторинга и обеспечивается медсанчастью объекта.

Мониторинг здоровья населения и качества среды обитания включает в себя социально-гигиенический и медико-биологический мониторинг и обеспечивает контроль состояния здоровья населения, условий проживания и факторов природной среды на границе СЗЗ, в ЗЗМ и на фоновых территориях (рис. 4).



Рис. 4. Структурная схема системы мониторинга здоровья

Объектами социально-гигиенического мониторинга являются: население, проживающее в ЗЗМ ОУХО и на фоновых территориях, атмосферный воздух, радиационный фон, продовольственное сырье и пищевые продукты, почва, питьевая вода, вода открытых водоемов в зоне наблюдения и на территориях фона. Медико-биологический мониторинг включает динамический контроль состояния здоровья населения по показателям специфической (т. е. причинно наиболее вероятно связанной с вредными факторами ОУХО) заболеваемости, по результатам ежегодной диспансеризации, специально организуемых медицинских осмотров, лабораторных и клинических обследований, а также контроль состояния окружающей среды с использованием биологических тест-систем, чувствительных к специфическим загрязнителям (в т. ч. обладающих генотоксической активностью).

Фоновой территорией мониторинга здоровья, в соответствии с методическими указаниями^{2,3}, следует считать сходную по численности населения, социально-экономическим и санитарно-гигиеническим показателям, благополучную в экологическом отношении территорию.

Все блоки системы мониторинга здоровья должны быть взаимосвязаны между собой и с другими системами комплексного экологического мониторинга и ориентированы на выявление и отслеживание приоритетных критериев здоровья и качества среды обитания.

Важным условием создания всех трёх мобильных систем комплексного экологического мониторинга является обоснование обеспечивающих их звеньев:

- системы показателей, которые характеризуют исследуемые процессы и единицы их измерения;
- способов и методов измерения показателей;
- требований к измерениям (единства измерений и их метрологического обеспечения);
- регламента (периодичности отбора проб и измерений);
- структуры и состава лабораторных комплексов;

- необходимого и достаточного количества информации для достижения поставленных целей мониторинга;
- совместимости полученной информации с отраслевыми и международными стандартами;
- обработки, передачи и предоставления информации.

Определение приоритетных показателей государственного экологического контроля и мониторинга объектов хранения и уничтожения химического оружия является одним из сложнейших проблем в организации комплексного экологического мониторинга. Ещё более сложным вопросом является обоснование перечня *приоритетных показателей контроля состояния здоровья человека и качества среды его обитания*.

В перечень контролируемых показателей комплексного экологического мониторинга ОУХО должны быть включены параметры, отражающие характер воздействия объекта на окружающую среду, состояние природного комплекса, здоровья населения и динамику происходящих изменений. К числу приоритетных показателей контроля в первую очередь необходимо отнести особо опасные химические вещества, включенные в список федерального регистра и список особо опасных химических веществ в соответствии с требованиями Конвенции. Наряду с этим из числа общепромышленных загрязнителей на всех объектах УХО в соответствии с рекомендациями Всемирной организации здравоохранения в перечень контролируемых показателей необходимо включить: диоксид серы, оксиды азота, оксид углерода (II), озон, пыль, углеводороды (в т. ч. бенз(а)пирен).

Кроме того, в программу экологического мониторинга природных сред и объектов должен быть включён контроль за содержанием специфических для объекта УХО ЗВ в выбросах и сбросах производственного процесса уничтожения ХО, а также продуктов их трансформации в природном комплексе. До настоящего времени недостаточно изучено поведение как самих ОБ, так и продуктов их детоксикации и трансформации в окружающей среде, вследствие чего

² – Порядок деятельности СЭС по оценке состояния здоровья населения в связи с воздействием факторов окружающей среды. М.: Госкомсанэпиднадзор, 1989.

³ – Сборник инструктивно-методических документов по санитарно-гигиеническим вопросам уничтожения химического оружия. М.: Минздрав РФ, 1999. 161 с.

некоторые опасные соединения, специфичные для производства ОУХО, могут оказаться неучтёнными и, соответственно, не включёнными в программу мониторинга. Поэтому на начальных этапах проведения мониторинга целесообразно отслеживать содержание всех ЗВ в выбросах и сбросах ОУХО (по данным ТЭО), а в дальнейшем в ходе эксплуатации объекта перечень параметров программы экологического мониторинга ОУХО целесообразно откорректировать.

Формирование перечня контролируемых показателей мониторинга здоровья и качества среды обитания должно обеспечиваться с учетом требований нормативных документов Минздрава РФ, перечня показателей международного классификатора болезней (МКБ-10), санитарных правил и норм (СанПиН) качества среды обитания, на основании перечня показателей социально-гигиенического мониторинга, а также с включением перечня заболеваний, которые этиологически могут быть обусловлены воздействием ОВ и продуктами их трансформации.

Кроме определения содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе целесообразно контролировать их содержание и в осадках (в пробах дождя, снега). Наряду с этим в программу мониторинга должен быть включён контроль за содержанием отравляющих веществ, продуктов их детоксикации и компонентами дегазирующих рецептур в ливневых стоках, почвах и водных объектах. Перечень контролируемых веществ в них может быть почти тот же, что и для атмосферного воздуха, так как всё, что попадает в атмосферу, следует ожидать в почве и водных объектах. Кроме загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах и сбросах ОУХО, в программу мониторинга необходимо включить контроль за содержанием продуктов их трансформации в природных средах.

Следует отметить, что проблема трансформации отравляющих веществ в природном комплексе изучена пока недостаточно, она требует серьезных научных исследований по выявлению промежуточных нестойких и конечных более устойчивых продуктов их превращения, изучения химических и токсикологических их свойств. В процессе мониторинга перечень контролируемых ЗВ может корректироваться по мере отработки методик их определения и обнаружения в природных средах и объектах новых загрязняющих веществ.

Этапы организации систем комплексного экологического мониторинга ОУХО

Организация всех трёх систем комплексного экологического мониторинга ОУХО должна начинаться задолго до начала функционирования ОУХО.

На предпроектном этапе, т. е. на этапе обоснования инвестиций строительства ОУХО, проводится оценка экологического состояния окружающей природной среды и здоровья населения, проживающего в районе проектируемого ОУХО, осуществляются первые циклы наблюдений и выполняется проектирование сети мониторинга, разрабатываются методики и нормативы определения специфических ЗВ в различных природных средах. По данным оценки экологического состояния и материалам проектно-технической документации, выполняется оценка воздействия ОУХО на окружающую среду (ОВОС). Материалы ОВОС включаются в состав технико-экономического обоснования проекта строительства объекта уничтожения ХО и являются основанием для прохождения проектом государственной экологической экспертизы.

На инвестиционном (проектном) этапе строительства объекта уничтожения ХО закладываются основы для функционирования трёх систем комплексного экологического мониторинга. **Разрабатывается программа комплексного экологического мониторинга**, включающая производственный контроль и объектовый мониторинг, экологический мониторинг окружающей природной среды и мониторинг здоровья. В развертывании систем мониторинга на инвестиционном этапе важная роль отводится оборудованию сети стационарных и маршрутных наблюдательных пунктов, постов; обеспечению функционирования систем комплексного экологического мониторинга во взаимодействии с ведомственными системами мониторинга. На данном этапе организуются и оборудуются информационно-аналитические отделы, центры систем комплексного экологического мониторинга, продолжают наблюдения, начатые на предпроектной стадии, проводится анализ их результатов, разрабатываются математические имитационные модели и на их основе делаются прогнозные оценки возможных изменений природной среды в зоне воздействия ОУХО в ходе его строительства и эксплуатации.

Функционирование систем комплексного экологического мониторинга осуществляется в течение всего периода эксплуатации объекта и в постэксплуатационный период. Однако после окончания работ по уничтожению ХО функция производственного контроля завершается, и продолжают действовать только две системы: экологический мониторинг окружающей природной среды и мониторинг здоровья населения. Назначение объектового мониторинга изменяется, его основной задачей становится реабилитация территорий в форме рекультивации и оздоровления окружающей среды.

Взаимодействие различных элементов систем комплексного экологического мониторинга выстраивается на единых методологических принципах и методических подходах, с целью создания целостного комплексного характера получаемой информации о процессах, протекающих в окружающей природной среде, включая человека, что может быть использовано в технологии управления этими процессами. Кроме того, организация систем комплексного экологического мониторинга должна обеспечивать возможности получения информации о последствиях воздействия объекта по уничтожению химического оружия на природный комплекс и человека в условиях наличия большого количества случайных факторов, влияющих на распространение загрязняющих веществ, которые образуются в процессе функционирования ОУХО. В связи с этим организация комплексного экологического мониторинга должна быть ориентирована на создание *системы производства информации*, состоящей из сети пунктов её получения и информационного центра с блоками накопления оперативной информации о параметрах состояния и координатах объекта исследования (контроля); обработки информации; оценки текущего состояния и прогнозирования состояния в будущем.

Эффективность и жизнеспособность систем комплексного экологического мониторинга может быть обеспечена при выполнении следующих требований:

- во-первых, должны быть согласованные и откорректированные по перечню показателей, регламенту, методам контроля загрязняющих веществ Порядок (регламент) производственного контроля и мониторинга с Порядком государственного экологического контроля и мониторинга в соответствии с утвержденными нормативами выбросов и сбросов ЗВ в окружающую среду;

- во-вторых, должен быть постоянный контроль качества данных с применением методов и процедур контроля качества;
- в-третьих, необходима оперативная корректировка методов получения и обработки данных с точки зрения увеличения их точности и уменьшения допустимой погрешности.

До начала функционирования объекта обследование природного комплекса в зоне воздействия проектируемого ОУХО необходимо провести по полной программе показателей с целью выбора из них наиболее приоритетных и проектирования сети ключевых участков с постоянными пробными площадками для проведения мониторинговых наблюдений и оценки существующего (исходного на момент строительства ОУХО) состояния экосистем. Исходное состояние окружающей среды послужит точкой отсчета для дальнейших наблюдений, в особенности по показателям, не имеющих утвержденных нормативов. Кроме того, по его результатам можно выявить последствия влияния на биоту загрязняющих веществ, в т. ч. ОВ если ранее проводилось уничтожение ХО в местах его хранения. Предварительное обследование состояния территории по комплексу показателей позволит также выявить наиболее информативные биоиндикаторы.

Выбор ключевых участков для закладки постоянных пробных площадок должен быть ориентирован на розу ветров, расположение населенных пунктов и общую структуру ландшафта данной территории. При необходимости охвата наблюдениями всех секторов с разной удаленностью от объекта (СЗЗ, ЗММ) следует спланировать большее число точек наблюдения по направлениям преобладающих ветров и на более заселенных территориях. Необходимо также учесть, что по долинам больших водных артерий, просекам в крупных лесных массивах создается особая тяга воздуха по принципу аэродинамической трубы. Такие территории также следует взять под дополнительный контроль.

При проектировании сети систем комплексного экологического мониторинга объекта УХО необходимо придерживаться следующих основных принципов.

1. Сеть всех трёх систем комплексного экологического мониторинга должна максимально полно охватывать зону

вероятного влияния объекта на окружающую среду при штатной работе и в случае аварийных ситуаций.

2. Проектирование сети необходимо проводить с учётом ландшафтных, природно-климатических условий местности, состояния геологической среды и природных ресурсов.
3. Сети наблюдения всех природных сред и объектов, здоровья населения, источников техногенного воздействия должны быть объединены в единую комплексную сеть, действующую в рамках единой утверждённой программы мониторинга.
4. Для отслеживания состояния, устойчивости и динамики экологических систем маршрутные посты, ключевые и реперные участки, пункты учёта должны быть спроектированы так, чтобы можно было сделать комплексную оценку биогеоценоза.
5. Проектирование сети экологического мониторинга ОУХО должно осуществляться с учётом отслеживания показателей загрязнения как в автоматическом режиме, так и при проведении полевых маршрутных и экспедиционных исследований.
6. Сеть мониторинга в зонах повышенного риска (вблизи объектов хранения и уничтожения ХО, крупных населённых пунктов, транспортных магистралей, водоохраных зон, охраняемых природных территорий и объектов, зон отдыха и т. д.) проектируется с повышенной плотностью пунктов наблюдений и исследований.
7. Для получения объективных оценок влияния ОУХО на окружающую среду сеть систем комплексного мониторинга должна включать наблюдения на фоновых территориях, сходных по природно-климатическим, ландшафтно-географическим и биоценоотическим условиям с импактной зоной, но расположенных в природном комплексе вдали от источников антропогенного воздействия.
8. Территория зоны наблюдения, численность проживающего на ней населения, объектов животного и растительного мира должны быть достаточны для получения статистически достоверных оценок.
9. При проектировании сети мониторинга природных биологических объектов

необходимо учитывать их приуроченность к определённым экологическим условиям.

Пространственная сеть систем комплексного экологического мониторинга проектируется на территориях промышленной зоны, санитарно-защитной зоны и зоны защитных мероприятий. Кроме того, она включает сеть пунктов наблюдений, ключевых участков, метео- и гидропостов на фоновых территориях.

Программа мониторинговых наблюдений планируется в основном для рабочего (штатного) режима функционирования объекта. В случае аварийной ситуации после ликвидации её последствий должно быть проведено внеплановое обследование природного комплекса на ключевых участках сети экологического мониторинга.

Построение информационной сети всех трёх систем комплексного экологического мониторинга ОУХО проектируется по используемым форматам данных, обеспечивающим совместимость всех информационных потоков, что позволит провести на единой основе кодирования информационных объектов формализацию показателей трёх разных систем мониторинга. Обеспечение целостности и согласованности данных графической, картографической обработки и анализа полученной информации, оперативный обмен информацией, позволят в режиме реального времени моделировать и прогнозировать изменения экологической обстановки в районе ОУХО, предупреждать о возникновении опасных ситуаций природного или техногенного характера, готовить предложения для принятия управленческих решений, направленных на охрану здоровья населения, оздоровления окружающей природной среды.

Реализация трёх систем комплексного экологического мониторинга: производственного контроля и объектового мониторинга, экологического мониторинга окружающей природной среды, социально-гигиенического мониторинга и мониторинга здоровья успешно осуществляется на всех действующих объектах по хранению и уничтожению химического оружия. Главными исполнителями работ по созданию системы производственного контроля и объектового мониторинга является Ассоциация «РОСТ» (г. Москва), системы государственного экологического контроля и мониторинга окружающей природной среды – ФГУ Научно-исследовательский институт

промышленной экологии (г. Саратов), системы социально-гигиенического мониторинга и мониторинга здоровья – Федеральное медико-биологическое агентство, НИИ гигиены, токсикологии и профпатологии (г. Волгоград), НИИ гигиены, профпатологии и экологии человека (г. Санкт-Петербург).

На строящихся и функционирующих объектах по уничтожению химического оружия созданы и действуют системы производственного контроля и мониторинга, оборудованы лаборатории технического контроля за ОВ и продуктами их деструкции и лаборатории контроля за общепромышленными загрязнителями, на территории СЗЗ установлены автоматические стационарные посты контроля.

Во всех шести регионах по линии Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия созданы и действуют Региональные центры государственного экологического контроля и мониторинга. Химико-аналитические и биологические лаборатории в данных центрах оборудованы современными приборами, имеют аттестованные методики на специфику и аккредитованы в системе СААЛ. До начала функционирования объектов проведены фоновые обследования территорий санитарно-защитной зоны и зоны защитных мероприятий.

В Кировской области Региональный центр государственного контроля и мониторинга объекта хранения и уничтожения химического оружия (РЦГЭЖиМ) открылся в 2004 году. Первым подразделением Центра стала лаборатория биомониторинга и биотестирования. Осенью 2004 года лаборатория начала свою деятельность, а в мае 2005 года она аккредитована на техническую компетентность и независимость по проведению экотоксикологического анализа природных сред. Вслед за ней открылась в РЦГЭЖиМ также хорошо оборудованная химико-аналитическая лаборатория, аккредитованная в СААЛ. И третьим подразделением Регионального центра явилось создание информационно-аналитического отдела по информированию органов власти, природоохранных служб, населения о результатах, полученных по реализации программ государственного экологического контроля и мониторинга.

Деятельность РЦГЭЖиМ находится под постоянным контролем Правительства области, Управления Ростехнадзора, Росгидромета, Росприроднадзора по Кировской области.

К разработке документации по созданию Порядка (регламента) производственного контроля и экологического мониторинга на объекте и Порядка государственного экологического контроля и мониторинга привлекались специалисты центров, ученые, общественные деятели. В Кировской области к этой работе привлекались учёные лаборатории биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, с 1997 года коллектив лаборатории участвует в научном сопровождении работ по разработке предпроектной и проектной документации на строительство и эксплуатацию объекта «Марадыковский».

К началу эксплуатации объекта проведено комплексное обследование территории промплощадки, СЗЗ и ЗЗМ радиусом до 25 км от объекта. Особое внимание было обращено на проектирование сети мониторинга. Определено 155 участков мониторинга почв, поверхностных вод, атмосферного воздуха и мониторинга растительного и животного мира. Выявлены приоритетные участки контроля. На каждый участок составлен экологический паспорт его состояния до пуска объекта. Определены маршрутные посты контроля и мониторинга, проведено описание состояния растительного и животного мира. Спроектирована сеть наблюдательных скважин по периметру промплощадки. Сеть производственного экологического мониторинга источников воздействия максимально согласуется с участками наблюдений и контроля государственного экологического контроля и мониторинга.

Проведена корректировка перечня показателей системы государственного экологического контроля и мониторинга по загрязняющим веществам. Отрабатывался и обосновывался каждый показатель контроля, периодичность его отслеживания. Составлены и утверждены органами надзора и контроля порядок (регламент) системы государственного экологического контроля и мониторинга и маршруты пробоотбора.

С первого дня эксплуатации объекта за его деятельностью по линии федеральных природоохранных органов надзора и контроля осуществляется систематический государственный экологический контроль и санитарно-эпидемиологический надзор. Специалистами Регионального центра в соответствии с утвержденным Порядком проводится работа по обеспечению государственного экологического контроля и мониторинга промышленных выбросов и сбросов, ат-

мосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почв, донных отложений. В перечень контролируемых загрязняющих веществ включены как общепромышленные показатели, так и специфические загрязняющие вещества в выбросах и пробах компонентов природной среды с территории СЗЗ и ЗЗМ.

Объект по уничтожению химического оружия «Марадыковский» в Кировской области начал функционировать с 8 сентября 2006 года. К 29 апреля 2007 года на объекте подвергнуто детоксикации более 50% отравляющих веществ. Превышений ПДК по специфическим загрязняющим веществам в анализируемых пробах почвы, воды, атмосферного воздуха не выявлено. Присутствие специфических загрязняющих веществ в промышленных выбросах не зафиксировано, что указывает на соблюдение нормативов качества атмосферного воздуха на границе СЗЗ и в жилой зоне и свидетельствует об экологической безопасности технологического процесса детоксикации Vх. Контроль за содержанием ЗВ специалистами РЦГЭКиМ обеспечивается с использованием комплекса методик химического и биологического анализа.

Реализуемые и внедряемые на объектах хранения и уничтожения научно-методологические подходы к организации комплексного экологического мониторинга, включающего производственный (объектовый) контроль и мониторинг, государственный экологический контроль и мониторинг, мониторинг здоровья работающего персонала и населения, проживающего на территории ЗЗМ позволяют получать комплексные оценки о состоянии устойчивости экосистем в районе эксплуатации объектов хранения и уничтожения химического оружия, обеспечивать необходимый уровень экологической безопасности окружающей природной среды, состояния здоровья населения в районах уничтожения химического оружия.

Литература

1. Ашихмина Т.Я. Комплексный экологический мониторинг объектов хранения и уничтожения химического оружия. Киров: Вятка, 2002. 544 с.
2. Экологический мониторинг / Под редакцией Т.Я. Ашихминой. Киров: Константа, 2005, переиздано 2006, 414 с.
3. Мониторинг природных сред и объектов./ Под редакцией Т.Я.Ашихминой. Киров: Старая Вятка, 2006. 252 с.
4. Ашихмина Т.Я., Домрачева Л.И., Кондакова Л.В., Дабах Е.В., Кантор Г.Я., Калинин А.А., Вараксина А.И., Огородникова С.Ю. Эколого-аналитический мониторинг антропогенно-нарушенных почв. / Вестник Вятского государственного гуманитарного университета. № 2/29, Киров, 2000, С. 19-23.
5. Ашихмина Т.Я., Рудой Б.А. Система государственного экологического мониторинга объектов хранения и уничтожения химического оружия в Кировской области./ Информационно-аналитический сборник «Федеральные и региональные проблемы уничтожения химического оружия». М.: ВИНТИ, 2003. С. 90-96.
6. Ашихмина Т.Я., Домрачева Л.И., Кондакова Л.В., Огородникова С.Ю., Кочурова Т.И., Кантор Г.Я. Биоиндикация и биотестирование природных сред как основа экологического контроля на территории зоны защитных мероприятий объекта уничтожения химического оружия // Российский химический журнал. Т. 41, №2, 2007, С. 59-63.
7. Ашихмина Т.Я. Научно-методологическое обеспечение системы экологического мониторинга / Сб. статей Всероссийской научно-практической конференции «Мониторинг природных экосистем в зонах защитных мероприятий объектов УХО», часть 1. Пенза: РИО ПГСХА, 2007. С. 5-14.
- Ашихмина Т.Я., Домрачева Л.И., Дабах Е.В., Кантор Г.Я., Огородникова С.Ю., Тимонюк В.М., Кондаков И.А. Биоиндикация и биотестирование природных сред и объектов в организации экологического мониторинга на территории ЗЗМ ОУХО / Информационно-аналитический сборник «Федеральные и региональные проблемы уничтожения химического оружия». М.: ВИНТИ, 2005, вып. 5-6, С. 231-237.

Экологический мониторинг объектов уничтожения химического оружия – опыт создания и перспективы развития

© 2007. В.Н. Чупис

Федеральное государственное учреждение «НИИ промышленной экологии»

В статье представлен опыт реализации систем государственного экологического контроля и экологического мониторинга на трёх действующих в России объектах по уничтожению химического оружия. Подробно изложены основные принципы, положенные в их основу, структурно-функциональные схемы, приведено обоснование оптимальной пространственной структуры сети системы мониторинга и регламента её функционирования.

The article deals with the realization of the systems of state ecological control and ecological monitoring in the three working chemical weapon destruction objects in Russia. Their main basic principles and structural-functional schemes are set. The grounds of the optimal special structure of the monitoring system net and the regulations of its functioning are presented.

В программе уничтожения химического оружия в России «безопасность» – ключевое слово. В структуре стоимости объектов по хранению и уничтожению химического оружия (объектов УХО), которых в России насчитывается уже три, цена безопасности по разным подсчётам составляет от 60 до 70 процентов от стоимости этих объектов. Главная особенность заводов, на которых происходит уничтожение химического оружия, – это многоуровневые системы безопасности. Процессы превращения боевых отравляющих веществ (ОВ) в обычные вещества контролируются при помощи автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП). Автоматические сигнализаторы во всех ответственных зонах технологической линии контролируют наличие ОВ в производственных помещениях. Автоматически производится отбор проб из реакторов. Пробы анализируются в специальной лаборатории производственного контроля. Это системы промышленной, технологической безопасности. На объектах создана система производственного экологического мониторинга, осуществляющая экологический контроль за источниками загрязнения и мониторинг компонентов природной среды (компонентов ПС) в санитарно-защитной зоне (СЗЗ), зоне защитных мероприятий (ЗЗМ).

Подобные меры по обеспечению безопасности для промышленных предприятий беспрецедентны и не имеют аналогов в отечественной и зарубежной практике. С экономической точки зрения это было бы разорительно для любого самого современного производства. В этом отношении объекты УХО с

технической точки зрения можно считать самыми безопасными промышленными объектами, поскольку именно безопасность – здесь главное требование. В то же время это не обычный завод, и у населения нет продолжительного опыта «сосуществования» с подобными объектами. Говоря языком науки, в общественном мнении отсутствует позитивный образ этих объектов, и их новизна – это поле для возникновения различных слухов и домыслов. Это не менее важная проблема, решать которую должна надёжная, независимая от объектов система наблюдений за состоянием окружающей среды.

По этой причине с самого начала строительства заводов законодательно были приняты решения как о создании полномасштабной системы государственного экологического контроля и мониторинга (СГЭЖиМ) объектов УХО, так и природных систем в зонах защитных мероприятий. В силу высокой специфичности этих промышленных объектов, уникальности приборной и методической базы, а также специального характера решаемых проблем по контролю и мониторингу ОВ и продуктов их деструкции в объектах окружающей среды (ОС), создание систем государственного экологического контроля и мониторинга объектов УХО и окружающей среды в СЗЗ и ЗЗМ определено Федеральным законом «Об уничтожении химического оружия» и входит в состав мероприятий Федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации». Это, по своей сути, независимая система контроля за деятельностью объектов со стороны государства и общества, главное требо-

вание к которой заключается в «доказательности» – способности дать максимально полную оценку степени безопасности процесса уничтожения химического оружия.

Это обязывает нас постоянно развивать и совершенствовать структуру и методологическую базу СГЭКиМ. Решающую роль в том процессе играет развитие современной концепции мониторинга, интеграция различных видов мониторинга, проводимых на объектах УХО. Основное требование к проектируемым системам мониторинга состоит в обеспечении требуемой достоверности контроля (вероятности обнаружения) загрязняющих веществ в зонах техногенного влияния объектов, выявления объективной (выраженной в количественных показателях) оценки состояния окружающей среды. Это отражает современную тенденцию развития понятия мониторинга – от пассивной системы наблюдений за состоянием объекта (окружающей среды) к модельному исследованию состояния окружающей среды, сочетающего систему наблюдений (измерений, анализов) с прогностической моделью взаимодействия объект – окружающая среда.

Именно эти условия были положены в основу СГЭКиМ, работы по созданию которой в период с 2001-го по 2007 г. совместно с учёными и специалистами регионов проводил коллектив НИИ промышленной экологии. За этот период в регионах, на территории которых расположены арсеналы химического оружия, созданы и прошли государственную аккредитацию специализированные региональные центры государственного экологического контроля и мониторинга, имеющие в своём составе современные, не уступающие лучшим зарубежным образцам, лабораторные комплексы, подобраны и обучены специалисты, проведены исследования по фоновому состоянию окружающей среды в районах расположения заводов. Созданная система экологического контроля и мониторинга имеет характерную структуру, которая ранее в России никогда не применялась. В стандартной постановке задачи контроль и мониторинг деятельности опасных промышленных объектов ограничивается проведением анализов загрязняющих химических веществ на территории объекта и в районе его расположения (в данном случае в зоне защитных мероприятий). Так обеспечиваются требования стандартов по качеству окружающей среды: атмосферного воздуха, почвы, природной воды и т. д. Но есть много факторов, учесть которые подобным образом сложно. Наши знания по вопросам трансформации ОБ в природной среде, продуктам их де-

струкции, процессам накопления, механизмам воздействия малых и сверхмалых доз концентраций ограничены и находятся в процессе развития. Учитывая эти важные моменты, в составе центров созданы биологические лаборатории, проводящие анализ токсичности природных сред. Анализ отобранных проб по аттестованным методикам на биообъектах дает возможность оценить *качество окружающей среды*, что является естественной задачей комплексного экологического мониторинга и магистральным направлением перехода к экологическому нормированию. Совмещение химического анализа объектов природной среды с токсикологическими испытаниями обеспечивает достоверную оценку работы объекта УХО. Этот эффективный, но, конечно, дорогостоящий метод впервые в таком масштабе реализован именно для объектов УХО, учитывая их социальное значение и международный характер проблемы уничтожения запасов химического оружия. В состав центров включены информационно-вычислительные комплексы, на базе которых реализуется система управления мониторингом. В автоматическом режиме рассчитываются поля рассеивания загрязняющих веществ и строятся карты, диаграммы, графики, автоматически составляется план проведения исследований во всех режимах, как штатных, так и нештатных. Это обеспечивает оперативное реагирование на любые ситуации, связанные с функционированием объекта УХО. Структурная схема СГЭКиМ представлена на рисунке 1.

Созданная система независимого государственного контроля и мониторинга обеспечивает контроль безопасности объектов со стороны специально уполномоченных органов исполнительной власти: Ростехнадзора, Росприроднадзора, Росгидромета, администраций регионов и других органов, в чьем ведении находятся вопросы безопасного уничтожения химического оружия. Это фактически открытая, «прозрачная» часть системы обеспечения безопасности объекта УХО, дающая объективную информацию о процессе уничтожения химического оружия.

Это позволяет констатировать, что система обеспечения экологической безопасности при уничтожении химического оружия в Российской Федерации создана, и дальнейшая работа должна быть направлена на её развитие и совершенствование. Это и предполагает положенная в основу СГЭКиМ современная концепция экологического мониторинга объектов УХО и окружающей среды в зонах их влияния.

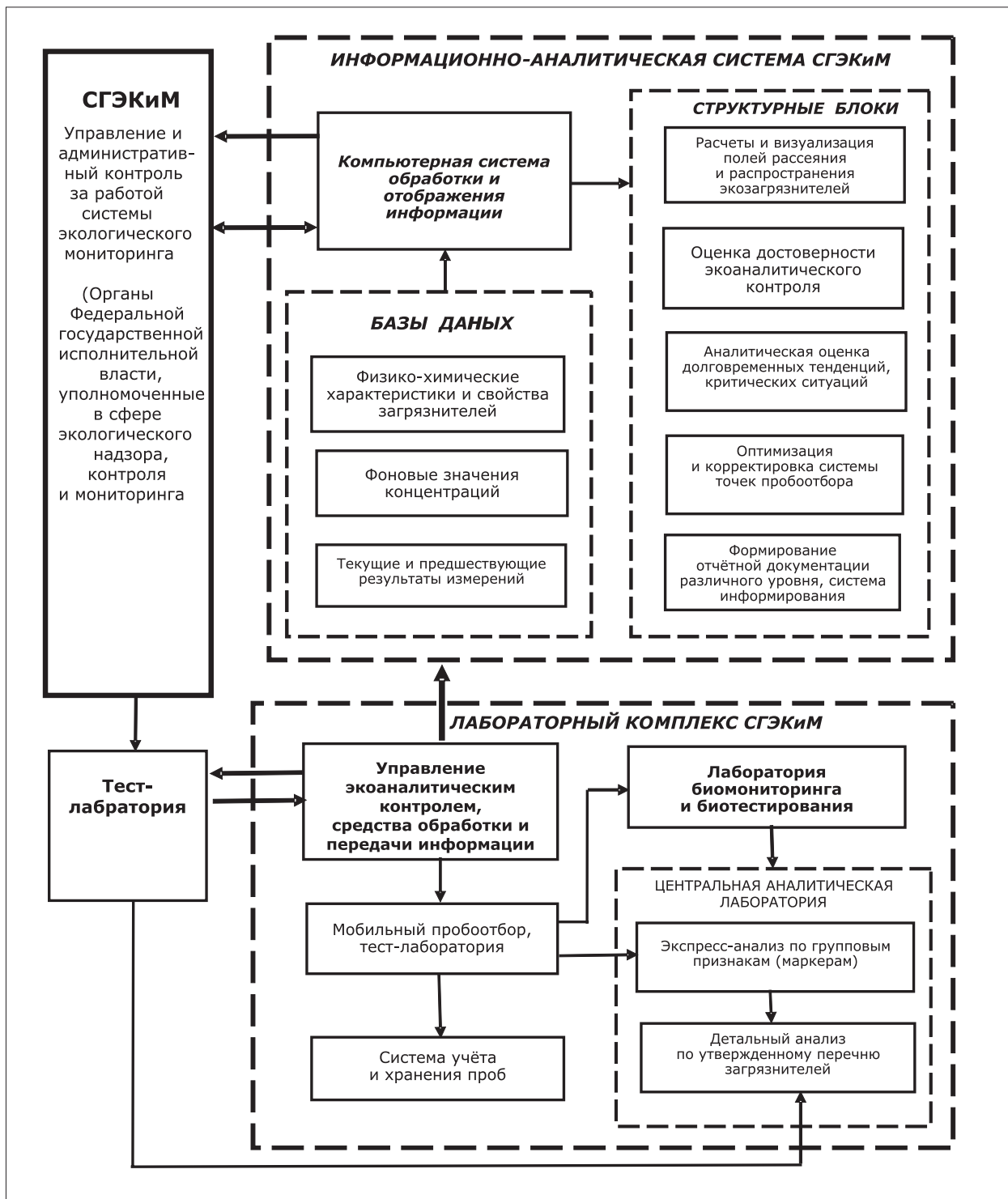


Рис. 1. Структурно-функциональная схема СГЭКиМ

Необходимо отметить, что в России концепция реализации систем экомониторинга переживает период становления. Методологическая база явно неразвита и недостаточна - последние разработки в этой области относятся к середине 70-х годов. Часто термин «мониторинг» используется применительно к различным достаточно сложным и аппаратурно насыщенным контрольным системам, в ко-

торых практически отсутствуют управляющие параметры, характерные для мониторинга. Это резко снижает потенциально высокую эффективность системы, поскольку мониторинг представляет собой научно обоснованную и спроектированную систему наблюдений, позволяющую с выраженной в численном виде достоверностью оценивать уровни загрязнения объектов окружающей среды.

Прогностический характер системы предполагает наличие специальных методов получения и обработки данных мониторинга. По существу, мониторинг – высокотехнологичная, в современной терминологии, интеллектуальная система, допускающая оптимизацию и позволяющая при минимуме привлекаемых средств производить максимально полную и достоверную информацию о состоянии окружающей среды. Переход от экологического контроля к системе экологического мониторинга предполагает формирование другого уровня культуры проведения исследований.

В данном случае применительно к проблеме УХО уровень стоящих задач позволяет нам, возможно, впервые в Российской Федерации реализовать технологии исследований и обработки информации, характерные для современных систем экологического мониторинга.

Эти требования положены в основу проектной и нормативной документации на создаваемую систему обеспечения государственного экологического надзора, контроля и мониторинга объектов УХО.

Система экологического мониторинга ОС должна обеспечивать возможность получения достоверной информации в условиях наличия большого количества случайных факторов, влияющих на распространение загрязняющих веществ (специфических и общепромышленных) в объектах природной среды (ПС). При её создании важно определить оптимальную стратегию мониторинга, основанную на сочетании модельного аналитического подхода с обоснованными показателями приборного (экоаналитического) контроля (периодичности, плотности, привязки к местности), а также количество и состав средств контроля.

Основное требование к СГЭКиМ – получение максимально достоверной информации при минимуме проведённых наблюдений (измерений, анализов) предусматривает выполнение следующих условий:

- наличие репрезентативной (представительной) системы пробоотбора, достаточной для достоверного определения загрязняющих веществ в компонентах ПС;
- регулярность и комплексность наблюдений (согласованность сроков проведения пробоотбора и анализов ЗВ в различных средах с учётом результатов моделирования рассеивания и распространения ЗВ в компонентах ПС);

- согласованность организации наблюдений и сроков отбора проб на источниках ЗВ на территории объекта и в компонентах ПС в установленной в СЗЗ и ЗЗМ системе пробоотбора, которые являются основой при разработке регламента функционирования СГЭКиМ;
- проведение перед вводом в эксплуатацию СГЭКиМ исходного (фонового) мониторинга по всем подлежащим контролю веществам и параметрам. Результаты исходного мониторинга согласовываются Росгидрометом и являются основой для оценки влияния объекта УХО на окружающую среду в течение всего времени функционирования СГКиМ.

Основной из главных задач системы экологического мониторинга является установление взаимосвязи между физическими закономерностями и статистическими свойствами информации, содержащейся в данных мониторинга, и разработке технологий обработки этих данных с использованием адаптивного моделирования, которое рассматривается как единый непрерывный процесс построения и использования модели для получения информации об изменении состояния окружающей среды. В соответствии с этими требованиями регламент функционирования СГЭКиМ основан на сочетании модельного аналитического подхода с замерами химических и физических характеристик источников ЗВ на территории (промплощадке) объекта и исследования распределения концентраций ЗВ в компонентах ПС в СЗЗ и ЗЗМ (рис. 1). При проведении мониторинга окружающей среды в СЗЗ и ЗЗМ регламент мониторинга предусматривает предварительное определение зоны проведения наблюдений по результатам замеров на источниках загрязняющих веществ (или анализа воздушной среды на границе СЗЗ) с последующим расчётом рассеивания ЗВ и определением максимально вероятной зоны обнаружения загрязняющих веществ, рассеянных в окружающей среде. Установленная периодичность проведения сеансов пробоотбора и реализации алгоритма мониторинга (рис. 2) составляет от 1 недели до 1 месяца, что обеспечивает высокую достоверность работы системы.

Важными показателями СГЭКиМ являются технологические характеристики мониторинга – регулярность и периодичность проводимых наблюдений (измерений). Минимально необходимый период, с которым произво-

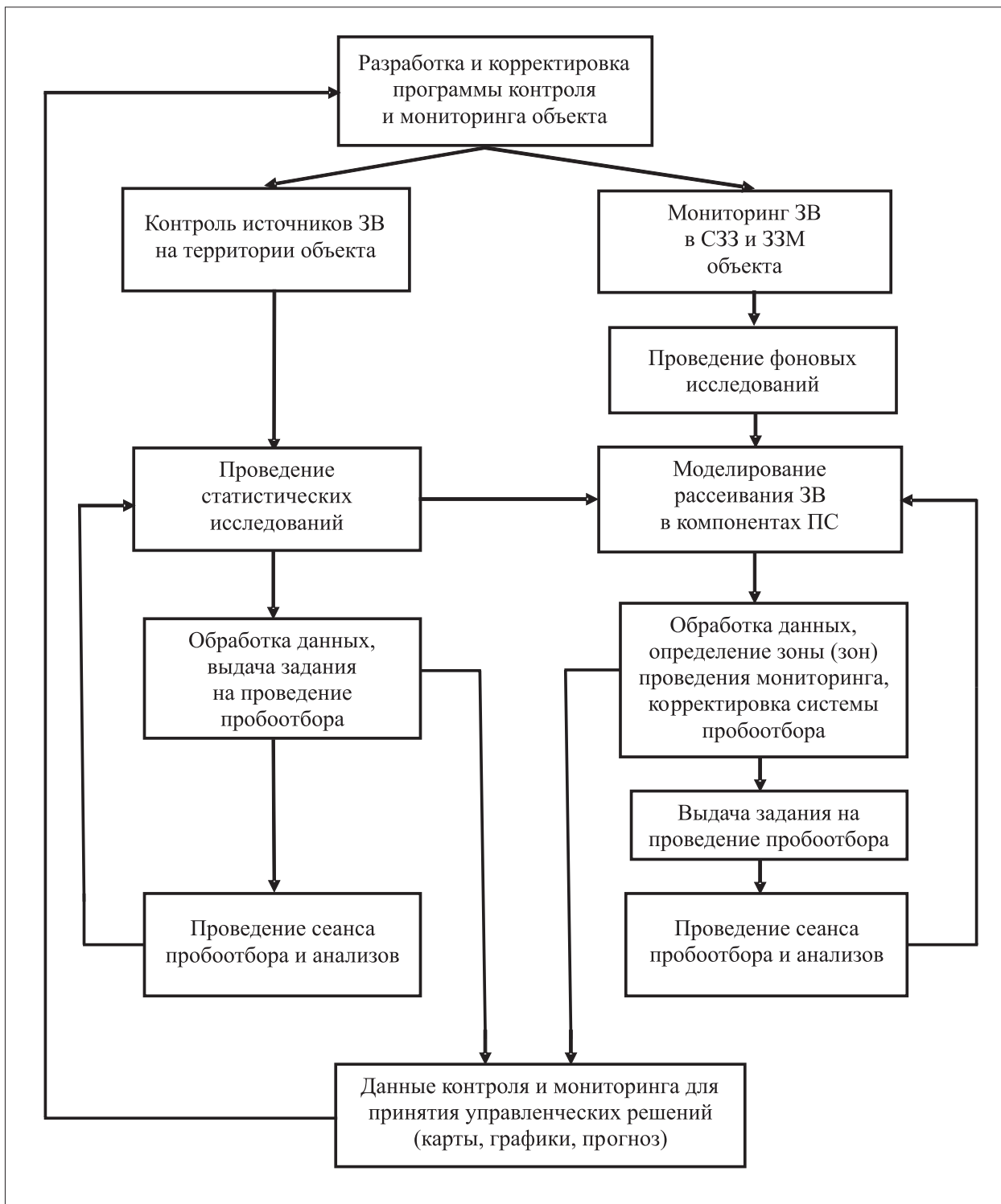


Рис. 2. Регламент проведения государственного экологического контроля и мониторинга объектов УХО

дится отбор проб и замеров, связан с принятым в статобработке получаемой информации понятием корреляции (взаимосвязи) полученных результатов. Для конкретного объекта УХО этот показатель определяется на основании проведенных исследований и впоследствии является основой для установления минимальной периодичности проведения отбора проб и анализов.

Одной из основных структурных единиц СГЭКиМ, определяющей достоверность проводимых исследований и технико-экономические показатели СГЭКиМ, является экологически обоснованная и установленная (геодезически привязанная) на местности система пробоотбора. При проектировании (организации) системы пробоотбора в СЗЗ и ЗЗМ объекта должны быть учтены следующие основные требования:

репрезентативность системы пробоотбора, обеспечивается выбором точек пробоотбора в типичных для территории ЗЗМ природных зонах. В системе пробоотбора должны быть представлены в существующих пропорциях, по возможности, все сложившиеся в данной местности экосистемы (лесные, луговые, водные и др.), на основе которых производится зонирование района проведения мониторинга;

расположение точек пробоотбора определяется с учетом розы ветров, высоты источников выбросов, характера выбросов в атмосферу (дисперсности частиц, удельного веса вещества), рельефа территории и результатов моделирования рассеивания ЗВ в компонентах ПС. Выбранные точки (области) проведения пробоотбора должны обеспечивать проведение отбора проб в различных объектах мониторинга;

заданная плотность и регулярность системы пробоотбора обеспечивают возможность интерполяции результатов замеров и достоверного отображения (посредством интерполяций) изолиний уровней концентраций ЗВ по измеренным значениям.

Рекомендуется использовать систему пробоотбора с точками отбора проб, расположенными по двадцати четырем румбам (секторам) на расстояниях, ориентировочно 1, 2, 3, 5, 10 км от источника загрязнения. Направление начального румба должно совпадать с преобладающим направлением ветра в годовой розе ветров. Плотность точек максимальна в ближней к объекту УХО зоне проведения мониторинга и уменьшается пропорционально удалению от объекта. Это обес-

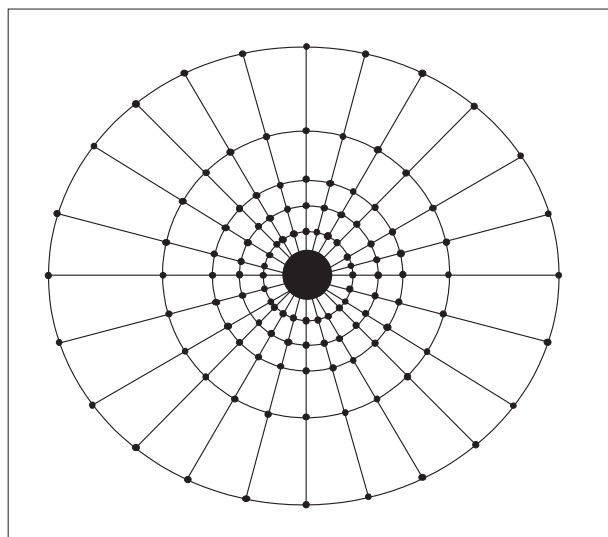


Рис. 3. Исходная (проектная) схема пробоотбора

печивает более высокую плотность точек в области наиболее вероятного загрязнения (образующегося, например, за счёт выпадений из атмосферного воздуха) и корреляцию модельных (расчётных) закономерностей рассеивания ЗВ с измеренными значениями концентраций ЗВ на местности. Начальная (проектная) система пробоотбора (полная система установленных и привязанных точек (постов) пробоотбора, из которых по результатам моделирования определяется конкретная совокупность точек проведения отбора проб) представлена на рисунке 3.

Совмещение принципа репрезентативности выбора точек с требованиями обеспечения корреляции расчётных моделей с распределением (плотностью) точек пробоотбора, является обязательным требованием при проектировании оптимальной системы пробоотбора. Выбранные точки (области) проведения пробоотбора должны обеспечивать проведение отбора проб в различных объектах мониторинга (например точки, в которых производится отбор проб почвенного покрова должны быть доступны для отбора проб снежного покрова; в точках отбора проб природной воды в открытых водоёмах должен быть обеспечен отбор проб иловых осадков).

Периодичность проведения пробоотбора и анализов является важным технико-экономическим показателем СГЭЖиМ и связана с пропускной способностью лабораторий (парком основного и вспомогательного оборудования, численностью персонала, эксплуатационными затратами). Периодичность проведения пробоотбора и анализов отобранных образцов напрямую связана со стабильностью работы объекта, накоплением статистически достоверной информации и возможностью составления по данным замеров прогноза возможных уровней загрязнения окружающей среды. В таблице 1 даны рекомендуемые расчётные значения периодичности проведения пробоотбора в зависимости от числа обнаружений ЗВ в компонентах ПС в точке пробоотбора.

Технико-экономические показатели системы мониторинга определяются на стадии проектирования количеством точек и структурой пробоотбора, периодичностью и стоимостью производимых анализов (стоимость анализов в данном случае – интегральный показатель трудозатрат). Два первых показателя (система пробоотбора и периодичность отбора проб) определяют достоверность проводимых наблюдений. По-

Рекомендуемые расчётные значения периодичности проведения пробоотбора

Вероятность обнаружения ЗВ в пробах	Достоверность СГЭЖиМ, %		
	70	80	90
	Периодичность пробоотбора, дней		
0,2	156	161	167
0,3	104	106	109
0,35	87	91	93
0,4	77	79	81
0,45	69	70	72
0,5	62	63	64
0,55	56	57	58
0,6	51	52	53
0,65	47	48	49
0,7	44	44	45
0,75	41	41	42
0,8	38	39	39
0,85	36	36	37
0,9	34	34	35
0,95	32	32	33
1	30	31	31

вышение количества точек или периодичности проведения пробоотбора выше определённого оптимума приводят к существенному росту затрат при незначительном повышении достоверности, регистрации загрязняющих веществ в объектах природной среды.

Изложенные выше методические подходы представляют собой основу концепции экологического мониторинга, реализу-

емого на объектах УХО. Созданная система наблюдений за экологически безопасным функционированием объектов и состоянием окружающей среды представляет собой целостную систему взаимосвязанных показателей, максимально отвечающую как требованиям в области эффективности и достоверности, так и оптимизации структуры мониторинга и привлекаемых материально-технических средств.

**Опыт создания систем экологической безопасности объектов
уничтожения химического оружия**

© 2007. А.В. Толстых
Ассоциация «РОСТ»

Представлен 10-летний опыт создания систем экологической безопасности на объектах уничтожения химического оружия. В основу построения системы производственного экологического мониторинга положены действующие экологические регламенты и стандарты РФ. Данная система не имеет аналогов ни в Российской Федерации, ни за рубежом и реализуется на трёх объектах уничтожения химического оружия. Дана характеристика структуры системы производственного экологического мониторинга и режимы её функционирования.

10-years experience of creating ecological safety systems in chemical weapon destruction objects is presented. The system of industrial ecological monitoring is based on the ecological regulations and standards acting in Russia. This system is unique, there is no any analogous system either in Russia or abroad and this system is being realized in three chemical weapon destruction objects. The characteristic of the structure of industrial ecological monitoring and the regimes of its functioning are shown.

Одним из основных требований к уничтожению химического оружия (ХО) в рамках Федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» является необходимость обеспечения безопасности хода этого процесса, реализуемого на специальных объектах уничтожения химического оружия (УХО). Следует отметить, что в качестве мер, эффективно обеспечивающих выполнение этого требования, выдвигается задача обязательного проведения экологического мониторинга как на территории самого объекта УХО, так и на территории, попадающей под его техногенное влияние. При этом в качестве особых зон такого рода контроля выделяются санитарно-защитная зона (СЗЗ) и зона защитных мероприятий (ЗЗМ) объекта УХО.

На начальном этапе создания объектов УХО необходимо предусматривать комплекс мероприятий, реализуемых в процессе проектирования в виде системы приборно-технических и программно-методических средств, взаимно увязанной с предусмотренными решениями в области технологий ведения процесса уничтожения отравляющих веществ (ОВ) и оценкой его воздействия на окружающую среду, здоровье населения, проживающего в зоне нахождения объекта и работающего персонала.

Следует отметить, что процесс создания такого рода системы, не имеющей аналогов ни в нашей стране, ни за рубежом, тесно увязан с обоснованием наличия для этого законодательно-правовой, нормативно-методической базы [1]. Впоследствии в ходе формирования технико-экономического обоснования (ТЭО) на строительство первого

объекта УХО в п. Горный Саратовской области был сформирован самостоятельный подраздел, вошедший в состав общего раздела «Охрана окружающей среды», посвящённый такому рода обоснованию.

В период проектирования и строительства в п. Горный Саратовской области объекта УХО (конец 1990-х и начало 2000-х годов) вопросам обеспечения экологической безопасности при уничтожении химического оружия и использования для этих целей системы производственного экологического мониторинга (ПЭМ) было посвящено особое внимание [2 – 4]. Впоследствии это решение оказалось весьма правомерным [5].

Практическим доказательством этого служит десятилетний опыт работы Ассоциации «РОСТ», связанный с созданием систем ПЭМ объектов УХО, когда в результате проведенной за этот период работы были определены как основные задачи, решаемые системой ПЭМ, так и её структура и состав приборно-технических средств. Примененные проектно-технические решения, прошедшие все этапы Государственной экспертизы, включая экологическую, были практически реализованы на 3-х объектах УХО: п. Горный Саратовской области; г. Камбарка Удмуртской Республики; п. Марадыковский Кировской области, и в настоящее время используются на объекте в п. Леонидовке Пензенской области.

Система ПЭМ объекта УХО – это автоматизированная измерительно-информацион-

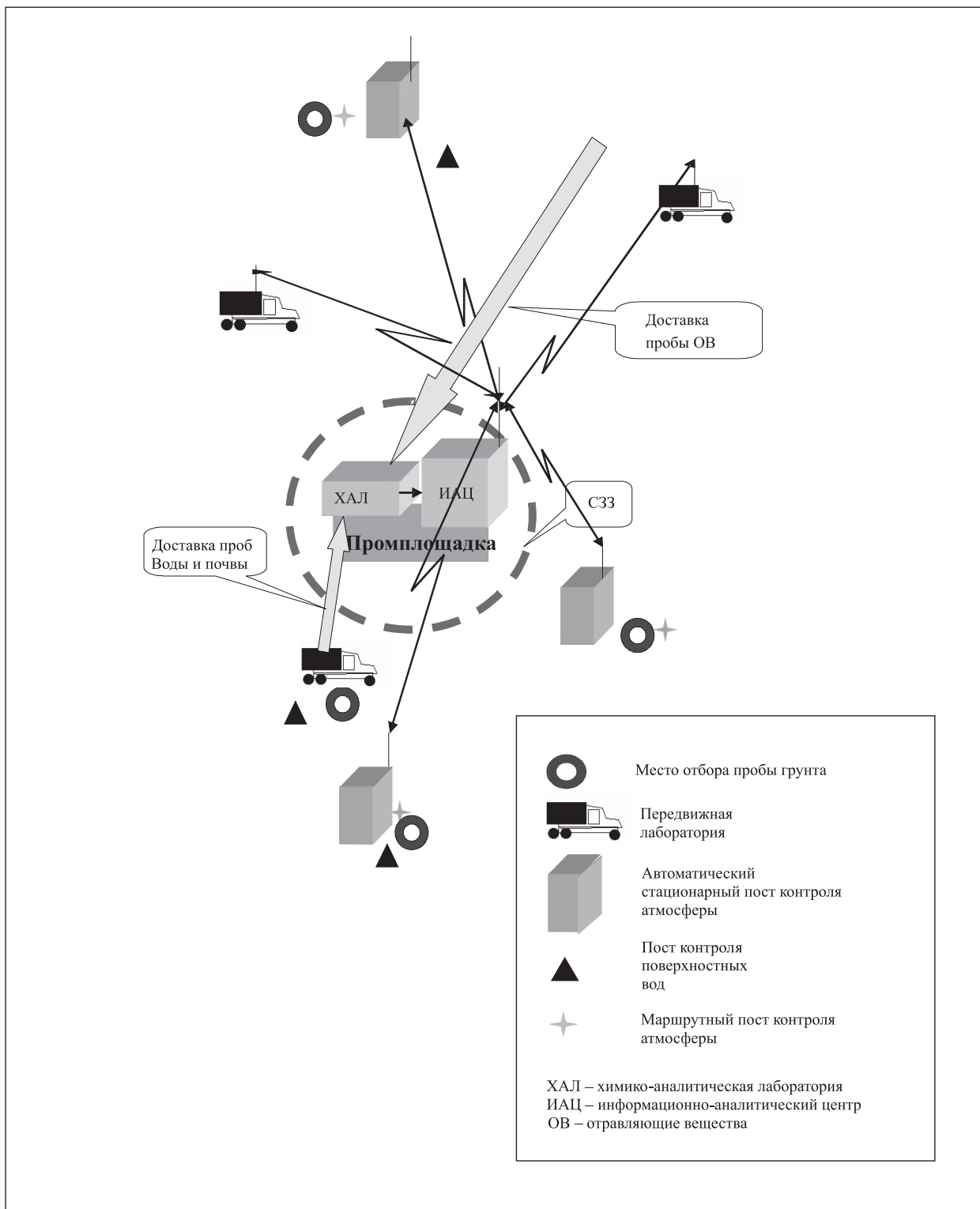


Рис. 1. Структурная схема ПЭМ объекта УХО

ная система регулярных наблюдений, оценки и прогноза состояния окружающей среды (ОС) в зоне его расположения. Она является обязательной составной частью системы производственного экологического контроля, а также структурным элементом системы безопасности объекта УХО. Структурная схема системы ПЭМ приведена на рисунке 1.

Система ПЭМ объекта УХО предназначена для автоматизированного получения и своевременного обеспечения руководства объекта УХО достоверной информацией об экологическом состоянии на объекте УХО (на промплощадке, в санитарно-защитной зоне, а также в зоне защитных мероприятий).

Она решает следующие задачи:

- сбор первичной информации, создание и ведение баз данных об источниках выбросов, сбросов, отходов, состоянии и загрязнении компонентов окружающей среды (ОС) в зоне влияния объекта УХО;
- формирование на основе первичной информации комплексной оценки экологического состояния природных сред при эксплуатации объекта УХО;
- анализ текущей экологической обстановки и прогнозирование динамики её развития в процессе эксплуатации объекта УХО;
- предоставление надежной и своевременной информации руководству объекта УХО для принятия плановых и экстренных управленческих решений;
- автоматизированная подготовка, ведение и оформление отчетной документации по результатам экологического контроля и мониторинга, в том числе обеспечение отдела охраны окружающей среды объекта УХО данными для заполнения установленных форм государственной статотчетности;
- получение данных об эффективности природоохранных мероприятий, в том числе предусмотренных в рамках функционирования системы управления ОС.

В основу построения системы ПЭМ положены действующие экологические регламенты и стандарты РФ, которые регулируют природоохранную деятельность объектов УХО – нормативы предельно допустимых выбросов и сбросов, образования и размещения отходов и т. д. Сфера контроля за экологически безопасным функционированием объекта УХО реализуется по двум взаимосвязанным направлениям:

- контроль источников эмиссии загрязняющих веществ (ЗВ), качественного и количественного состава загрязнителей;
- мониторинг загрязнения ОС, а также состояния растительного и животного мира в районе расположения объекта УХО (СЗЗ и ЗЗМ).

Система ПЭМ объекта УХО позволяет с заданной достоверностью отслеживать поступление загрязняющих веществ (ЗВ) в ОС, оценивать динамику загрязнения ОС опасными веществами и продуктами их трансформации, обеспечивая тем самым прогнозирование долговременных последствий функционирования объектов УХО. В основу программы контроля и мониторинга, реализуемой в сис-

теме ПЭМ, положены современные подходы к моделированию процессов распространения ЗВ в ОС. Используемые подходы обеспечивают требуемую вероятность и достоверность их обнаружения в контролируемой зоне и формирование на этой основе оптимальной схемы контроля, включающей периодичность наблюдений и плотность наблюдательной сети, её привязку к местности, а также состав и количество средств контроля.

В качестве основных критериев при выборе и построении программы контроля за экологически безопасным функционированием объекта УХО использованы такие показатели, как возможность и достоверность обнаружения ЗВ на источниках выбросов (сбросов), так и в объектах ОС, а также стоимость создания и эксплуатации системы ПЭМ. В основу оптимизации системы ПЭМ положен выбор ЗВ, подлежащих приоритетному контролю. Приоритетность контроля установлена путем ранжирования загрязнителей по периодичности контроля, определяемой в соответствии с нормативными документами. При ранжировании ЗВ используются показатели их суммарного выброса и токсичности, закономерности распространения и химического превращения в природных средах.

Системы ПЭМ объектов УХО создаются и вводятся в эксплуатацию впервые. Каждая из них имеет отличительные особенности по оснащению и условиям их функционирования, однако назначение, задачи, подходы к формированию систем однотипны, а техническое и методическое обеспечение унифицировано. Они обеспечивают:

- систематический эколого-химический контроль состояния загрязнения производственной территории и ОС при эксплуатации объекта УХО с целью объективного подтверждения безопасности обслуживающего персонала, населения и ОС в районе их расположения;
- оперативный контроль за развитием химической обстановки при возникновении аварийных ситуаций с целью оценки масштабов загрязнения ОС выбросами (сбросами) от объектов УХО и прогнозирования их последствий с учетом гидрометеорологических и других факторов, влияющих на протекание процессов распространения химического загрязнения среды;
- контроль за химической обстановкой в послеаварийный период с целью уточнения параметров распростране-

ния ЗВ, выявления эффективности проводимых мероприятий по ликвидации последствий аварийной ситуации, определения сроков нормализации обстановки.

Система ПЭМ объектов УХО функционирует в двух режимах.

Первый режим используется при проектом функционировании объекта УХО. Он базируется на измерениях, получаемых: от автоматических газоанализаторов и газосигнализаторов, которые устанавливаются на территории объекта УХО в местах возможных утечек ОВ (производственная зона, зона хранения); от химико-аналитических лабораторий (ХАЛ) по результатам анализа проб с использованием аналитических методик для определения ЗВ в атмосферном воздухе, воде, почве и других контролируемых средах; от метеостанции на контролируемом участке; от других средств сбора, обработки, анализа и передачи информации.

Второй режим используется в случае возникновения аварийных ситуаций и предназначен для оперативного анализа ситуации и принятия решений. Он базируется на информации поступающей: от непрерывно функционирующих автоматических газоанализаторов и газосигнализаторов аварийного контроля; по линии средств передачи данных от ИАЦ, метеодатчиков, а также программно-технических средств прогнозирования распространения облака ЗВ в объектах ОС.

Базовыми элементами системы ПЭМ являются [6]: химико-аналитическая лаборатория (ХАЛ), расположенная на объекте УХО; автоматические стационарные экологические посты контроля атмосферного воздуха (АСПК), устанавливаемые в населённых пунктах ЗЗМ; передвижная лаборатория контроля атмосферного воздуха (ПЛ-А); передвижная лаборатория контроля воды и почвы (ПЛ-В); пробоотборные машины (ПМ); информационно-аналитический центр (ИАЦ) и объектовая метеостанция (МС). Внешний вид основных элементов системы ПЭМ, используемых на объектах УХО, приведён ниже на рисунках 2–7. Все элементы и сама система ПЭМ в целом сертифицированы органами Ростехрегулирования.

Система ПЭМ объекта УХО обеспечивает контроль и мониторинг содержания ЗВ: в воздухе промплощадки и хранилищ объекта УХО; в выбросах (технологических, вентиляционных, транспортных) из производственных зданий; в дымовых газах установки тер-

мического обезвреживания отходов и котельной объекта; в воздухе СЗЗ и ЗЗМ; в воде на сбросе очистных сооружений объекта, в поверхностных водах на территории ЗЗМ, в грунтовых (подземных) водах, в донных отложениях; в почве на промплощадке, СЗЗ и ЗЗМ, а также в снежном покрове промплощадки. Кроме того, система ПЭМ осуществляет оценку состояния животного и растительного мира в ЗЗМ объекта УХО.

Мониторинг воздуха промышленной зоны и хранилищ объекта УХО, контроль предельно допустимых выбросов организован с помощью автоматических средств газового контроля, работающих в непрерывном или периодическом режимах, а также – периодически – путем отбора проб и анализа их в ХАЛ. Контроль содержания ЗВ на территории промышленной зоны осуществляется путем периодического отбора проб в контролируемых объектах ОС по утвержденному регламенту с последующим их анализом в ХАЛ. Мониторинг территорий СЗЗ и ЗЗМ организован аналогично.

Все элементы системы ПЭМ комплектуются современными аналитическими и газоаналитическими приборами. Информация о состоянии загрязнения ОС, получаемая от технических средств системы ПЭМ, по каналам связи поступает в ИАЦ, где проводится её статистическая, графическая, картографическая обработка и формируются базы данных. Схема информационного обмена приведена на рисунке 8.

В целом система ПЭМ обеспечивает проведение фоновый мониторинга состояния ОС в районе расположения объекта УХО перед вводом его в эксплуатацию, а также контроля и мониторинга текущего состояния ОС в процессе функционирования объекта. Это позволяет своевременно выявлять тенденции изменения качества ОС и вносить корректирующие действия в технологический процесс уничтожения ХО для обеспечения его экологической безопасности.

Период создания систем ПЭМ совпал с циклом работ по разработке Ассоциацией «РОСТ» материалов, связанных с определением размеров зон защитных мероприятий (ЗЗМ). Работы в настоящее время завершены, по их результатам выпущено 12 постановлений Правительства РФ, устанавливающих размеры ЗЗМ вокруг объектов по хранению химического оружия, а также вокруг комплекса «объекты хранения химического оружия, перевозка и уничтожение химического оружия» [7, 8]. Необходимость проведения этих работ носила чрезвычайно важный ха-

Базовые элементы системы ПЭМ объекта УХО



Рис. 2. Общий вид ПЛ-А

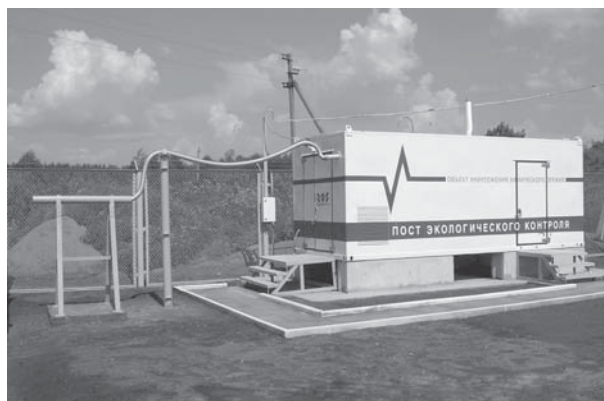


Рис. 3. Общий вид АСПК



Рис. 4. Общий вид ИАЦ



Рис. 5. Общий вид ПЛ-В



Рис. 6. Общий вид ХАЛ



Рис. 7. Общий вид ПМ

раक्टर для создателей систем ПЭМ, поскольку ЗЗМ определялась как территория, попадающая под её контроль в процессе мониторинга. В целом работы носили комплексный характер. К их выполнению привлекались специалисты организаций генеральных проектировщиков объектов УХО (ГУП «Союзпромниипроект», ОАО «Гипросинтез»), МЧС России, ведущих организаций регионов, в которых осуществляется строительство объектов УХО, являющиеся субподрядными организациями Ассоциации

«РОСТ». Значительный вклад в эти работы внесли коллективы специалистов, возглавляемые профессорами В.А. Алексеевым (г. Ижевск) и Т.Я. Ашихминой (г. Киров). К числу одного из важных выводов, сформулированных по результатам пятилетнего функционирования систем ПЭМ объектов УХО следует отнести объективную необходимость проведения комплекса работ по дальнейшему совершенствованию приборно-технического и программно-методического обеспечения системы производственного экологичес-

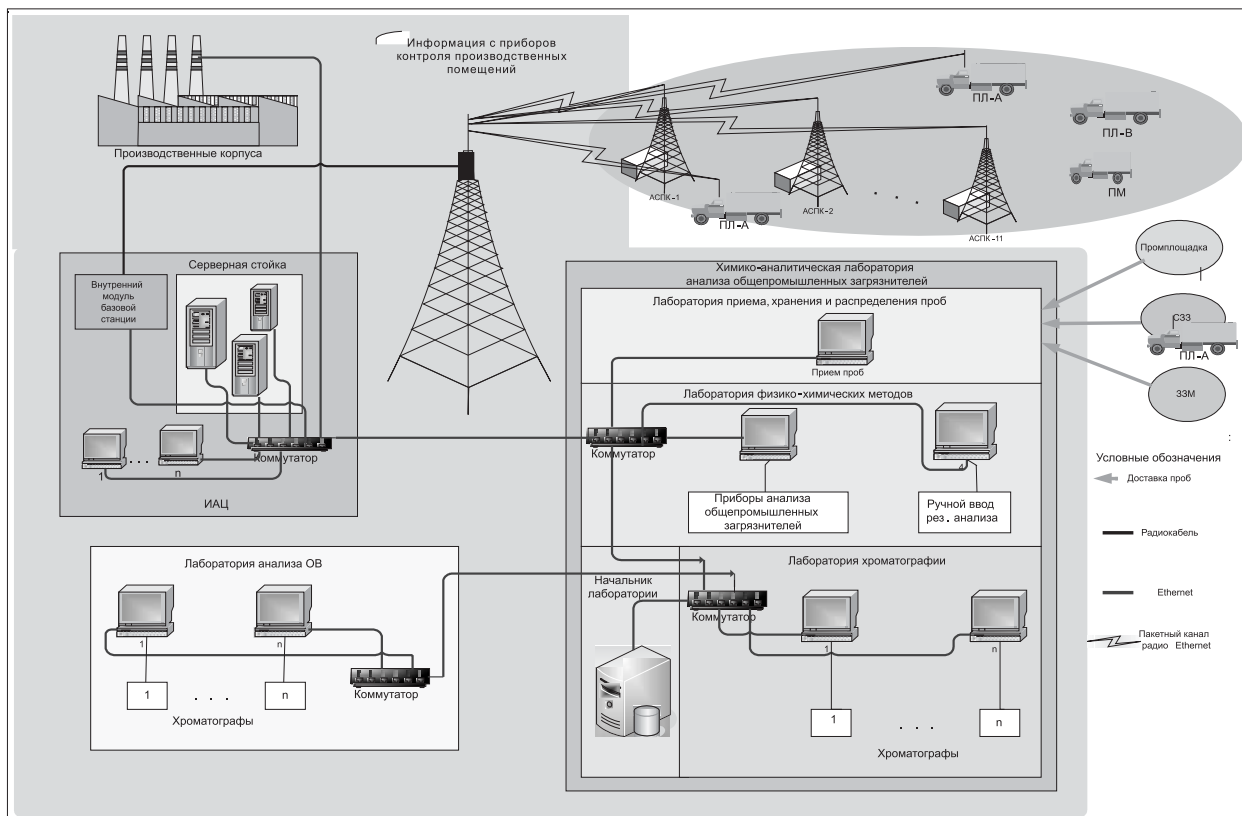


Рис. 8. Структурная схема информационного обмена в системе ПЭМ объекта УХО (на примере создаваемого объекта УХО в г. Щучье Курганской области)

кого мониторинга. Особую роль при этом следует отвести вопросам формирования достоверной оценки и прогнозирования развития экологической обстановки в ЗЗМ, а также развития её подсистемы информационного взаимодействия с надзорными и административными органами.

Как отмечалось, с момента пуска системы ПЭМ объекта УХО в п. Горный Саратовской области прошло почти 5 лет. Сформированная база данных об экологической обстановке в системе ПЭМ за этот период, а также наличие аналогичной информации, полученной по результатам функционирования систем объектов УХО в г. Камбарке Удмуртской Республики и в п. Марадьковский Кировской области, позволяют сделать вывод не только о безопасном функционировании данных объектов, но и перейти её разработчикам к решению ряда задач по оптимизации приборно-технической базы системы, эффективному информационному взаимодействию с системой государственного экологического контроля и мониторинга в зоне нахождения объекта УХО.

В связи с этим целесообразно перейти к рассмотрению очередного этапа развития систем ПЭМ объектов УХО – совершенствованию так называемой их интеллектуальной

части. На наш взгляд, весьма эффективным является использование достижения в области теории оптимального управления безопасностью предприятий, базирующееся на исследованиях, проведённых учёными Института проблем управления РАН и получивших своё практическое применение в ряде отраслей народного хозяйства, в том числе в атомной энергетике.

Разработанная в середине 70-х годов прошлого столетия профессором В.Н. Бурковым теория активных систем [9], получившая свое развитие и применение в виде моделей и механизмов управления безопасностью потенциально опасных производств [10 – 12, 14, 16, 21, 22], может реально применяться на объектах УХО при формировании ежегодных оптимальных по затратам программ сопровождения и развития как действующих систем ПЭМ, так и проектируемых. В данном случае при выборе критериев оценки в моделях могут быть использованы трансформированные показатели сформированных за длительный период баз данных об экологической обстановке в ЗЗМ, а также затраты, проведённые за период эксплуатации систем ПЭМ на их модернизацию и поддержание в работоспособном состоянии.

Предлагаемые модели и методы оптимизации программ по их стоимости [13, 15, 19] позволяют получить объективную оценку уровня риска функционирования потенциально опасных объектов [17, 18], использующую при расчётах оптимальный выбор набора показателей в системах обеспечения безопасности [23]. Необходимо отметить, что теоретические проработки в рассматриваемом направлении в отношении использования созданных моделей и методов при управлении уровнем безопасности действия объектов УХО уже проведены [24, 25].

Отдельно выделим тот факт, что накопленный за десятилетие опыт активно используется Ассоциацией «РОСТ» на всех стадиях создания системы ПЭМ объектов УХО, в том числе для объекта в п. Леонидовка Пензенской области, вводимого в эксплуатацию в ближайшее время. При этом особое внимание уделяется вопросам снятия показателей фоновых загрязнений окружающей среды на период, предшествующий пуску объекта. На основе полученных результатов измерений строится исходная база, используемая для получения сравнительных оценок изменений в экологической обстановке после пуска объекта УХО в эксплуатацию.

С учётом того, что в состав системы ПЭМ входят подсистемы мониторинга подземных и грунтовых вод, животного и растительного мира, обеспечение их работоспособности является одной из первоочередных задач полномасштабного функционирования в целом всей системы.

Каждый из созданных объектов УХО, несмотря на успешно реализуемые вопросы применения типовых строительных и технологических решений, использованных на предыдущих объектах, по-своему уникален. А отсюда вытекает и уникальность создаваемых для них систем ПЭМ, необходимость учитывать особенности регионов, в которых создаются объекты УХО.

В значительной степени это определяется близостью расположения объектов УХО к населённым пунктам, в том числе находящимся в ЗЗМ, наличия водоемов в этой зоне и в первую очередь их использования в процессе водоснабжения населения, ведения рыболовства, земельных угодий, вовлечённых в народно-хозяйственный оборот, лесные массивы с населяющими их представителями животного мира и флорой.

В заключение следует сделать вывод, констатирующий факт правильности выбо-

ра проектно-технических решений, заложенных десять лет назад на стадии создания системы ПЭМ объекта УХО в п. Горный Саратовской области, в дальнейшем получивших подтверждение на объектах в г. Камбарке Удмуртской Республики и на объекте Марадыковский Кировской области.

Литература

1. Толстых А.В., Капашин В.П., Воронин Б.Н. Законодательно-правовые, нормативно-методические основы создания производственного экологического мониторинга при ликвидации вооружений, в том числе химического оружия. Саратов.: Изд-во Саратов. ун-та, 1998. 29 с.
2. Толстых А.В., Капашин В.П., Воронин Б.Н. Система производственного экологического мониторинга – неотъемлемая часть объекта по уничтожению химического оружия // Федеральные и региональные проблемы уничтожения химического оружия. М.: ВИНТИ, 2000. Вып. 2. С. 115-125.
3. Капашин В.П., Кротович И.Н., Симнанский А.В. Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при хранении и уничтожении химического оружия. // Федеральные и региональные проблемы уничтожения химического оружия. М.: ВИНТИ, 2000. Вып. 2. С. 85-104.
4. Толстых А.В. Проблема мониторинга на объектах уничтожения химического оружия // В кн. Материалы IV международной конференции «Современные сложные системы управления», Тверь, 2004, С. 458-460.
5. Воронин Б.Н., Иванов К.Н., Толстых А.В. Система производственного экологического мониторинга объектов уничтожения химического оружия. М.: ВИНТИ, 2003. Вып. 4. С. 94-104.
6. Воронин Б.Н., Иванов К.Н., Толстых А.В. Основные элементы промышленного экологического мониторинга объекта по уничтожению химического оружия в п. Горный Саратовской области // Информационно-аналитический сборник «Федеральные и региональные проблемы уничтожения химического оружия», Вып. 3. М.: ВИНТИ, 2003. С. 23-31.
7. Назаров В.Д., Шведов А.Ф., Толстых А.В. Безопасность функционирования объекта уничтожения химического оружия, вероятностный характер возможных аварийных ситуаций, медицинское обеспечение населения и работающего персонала // Экономика природопользования. 2005. №1. С. 56-71.
8. Толстых А.В., Безруков Г.Н. Обоснование размеров зон защитных мероприятий, устанавливаемых вокруг объектов по хранению, перевозке и уничтожению химического оружия. М.: ВИНТИ, 2005, Обзорная информация, Вып. 6. Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. С. 77-89.

9. Бурков В.Н. Основы математической теории активных систем. М.: Наука, 1977.
10. Бурков В.Н., Грищенко А.Ф., Кулик О.С. Задачи оптимального управления промышленной безопасностью. М.: Препринт ИПУ РАН, 2000.
11. Бурков В.Н., Кловач Е.В., Красных Б.А., Сидоров В.И. Модели и механизмы управления промышленной безопасностью. М.: Препринт ИПУ РАН, 1999, С. 46.
12. Грацианский Е.В., Дзюбко С.И., Щепкин А.В. Модели и механизмы управления безопасностью. Изд. СИНТЕГ - ГЕО. Москва, 2001.
13. Буркова И.В., Толстых А.В., Уандыков Б.К. Модели и методы оптимизации программ обеспечения безопасности // Проблемы управления, 2005, №1. С. 51-55.
14. Бурков В.Н., Толстых А.В., Овчинникова Т.И., Уандыков Б.К. Модели оптимального управления промышленной безопасностью // Проблемы безопасности и чрезвычайные ситуации. 2004. №3. С. 30-41.
15. Буркова И.В., Толстых А.В., Уандыков Б.К. Задачи оптимизации программ обеспечения безопасности // Системы управления и информационные технологии. 2005. №1(10). С. 36-40.
16. Буркова И.В., Толстых А.В., Уандыков Б.К. Задачи управления промышленной безопасностью // В книге «Имитационное моделирование и конфликтология». Радио и связь, 2003. С. 258-274.
17. Кондратьев В.Д., Толстых А.В., Уандыков Б.К., Щепкин А.В. Комплексная оценка уровня риска опасного объекта. Системы управления и информационные технологии, 2004. №3(15). С. 53-57.
18. Кондратьев В.Д., Толстых А.В., Уандыков Б.К., Щепкин А.В. Оценка уровня риска функционирования потенциально опасных объектов // Проблемы безопасности и чрезвычайные ситуации. 2004. №2. С. 57-65.
19. Кулик О.С., Толстых А.В., Уандыков Б.У. Модели и методы повышения уровня промышленной безопасности // В кн. Труды Международной конференции «Современные сложные системы управления». Старый Оскол, 2002. С. 81-83.
20. Половинкина А.И., Толстых А.В., Уандыков Б.У., Щепкин А.В. Игровое моделирование экономических механизмов обеспечения безопасности // Научное издание / ИПУ РАН. Москва. 2003. с. 60.
21. Толстых А.В. Моделирование механизмов управления безопасностью // Проблемы управления. 2004. №4. С. 71-75.
22. Толстых А.В. Комплексное оценивание уровня экологической безопасности // В кн. Труды Международной конференции «Современные сложные системы управления», Воронеж, 2003. С. 146-150.
23. Толстых А.В., Уандыков Б.У. Задача выбора оптимального набора показателей в системах обеспечения безопасности // В кн. Труды Международной научно-технической конференции «Системные проблемы качества, математического моделирования, информационных и электронных технологий». Сочи, 2003. С. 76-85.
24. Толстых А.В. Анализ уровня безопасности при уничтожении химического оружия // В кн. Труды X Международной конференции «Проблемы управления безопасностью сложных систем», Москва, 2002. С. 25.
25. Толстых А.В. Оценка риска при уничтожении химического оружия // Правовые и экономические проблемы управления безопасностью и рисками. Сборник статей, ФЦНТП КП «Безопасность», Москва, 2003. С. 99-104.

Социально-гигиенический мониторинг здоровья населения на территории зоны защитных мероприятий объектов хранения и уничтожения химического оружия в Кировской области

© 2007. С.В. Селюнина, Л.П. Абросимова, Е.В. Лузянина
ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Кировской области»

Отражены результаты мониторинга здоровья населения, проживающего на территории зоны защитных мероприятий объекта хранения и уничтожения химического оружия «Марадыковский» Кировской области с 2002-го по 2005 год. Мониторинг здоровья ведётся по всем категориям населения. Особое внимание уделено уровню общей заболеваемости детей. Данные социально-гигиенического мониторинга в зоне защитных мероприятий используются для прогнозирования медико-демографической ситуации.

The results of health monitoring of the population living in the vicinity of the working chemical weapon storage and destruction object «Maradykovsky» in the Kirov region in 2002-2005 are presented. Health monitoring of all the population groups is carried out. Special attention is paid to the level of children diseases. The data of social-hygienic monitoring in the chemical weapon destruction zone are used in medico-demographic situation projecting.

С момента подписания Российской Федерацией Конвенции о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении (1993) Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека разработан и осуществлён комплекс мер по обеспечению безопасности населения и защите окружающей среды при хранении и уничтожении запасов боевых отравляющих веществ.

Федеральное государственное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Кировской области» с 2004 года проводит социально-гигиенический мониторинг на территории зоны защитных мероприятий (ЗЗМ) объекта хранения и уничтожения химического оружия «Марадыковский» Оричевского района площадью 891,7 км², в которую входит две административные территории Кировской области (Оричевский и Котельничский районы), включающие 196 населённых пунктов с населением около 50 тысяч человек. Мониторинг проводится в соответствии с нормативными правовыми актами и методическими документами, издаваемыми Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

При выборе мониторинговых точек учитывались расстояния от объекта уничтожения химического оружия до населённых пунктов, плотность населения, рельеф и географические особенности местно-

сти, метеопараметры (преобладающие направления и скорость ветра).

С вводом в эксплуатацию первой очереди объекта уничтожения химического оружия в 2006 году приоритетным объектом мониторинга становится атмосферный воздух. В связи с этим проведена актуализация мониторинговых точек для обеспечения необходимого объёма лабораторных исследований в каждой точке и получения объективных результатов анализа.

В течение всего года систематически контролировали качество атмосферного воздуха, питьевой воды, воды поверхностных водоемов, почвы, пищевых продуктов, и состояние здоровья населения по установленным показателям социально-гигиенического мониторинга. С начала года проведено 1088 исследований атмосферного воздуха, 4274 – воды питьевой, 2507 – воды открытых водоёмов, 112 – почвы и 140 проб пищевых продуктов.

В ходе гигиенической оценки факторов среды обитания в 2006 году установлены единичные превышения предельно допустимых концентраций по неспецифическим для данного объекта веществам: в атмосферном воздухе (аммиак, сероводород) – 1,1% неудовлетворительных результатов; в двух пробах почвы обнаружено превышение ПДК по содержанию свинца.

Особенностью районов ЗЗМ является низкое качество питьевой воды за счёт повышенного содержания в подземных источниках бора, железа, марганца, фторидов,

МОНИТОРИНГ ОБЪЕКТОВ ПО УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

хлоридов, кремния. В результате этого в течение 2006 года получено 75% неудовлетворительных по химическому составу проб воды централизованного водоснабжения.

Результатом сброса недостаточно очищенных и неочищенных сточных вод промышленных предприятий районов ЗЗМ и предприятий, расположенных выше по течению рек, является высокий процент (94%) неудовлетворительных результатов исследований воды открытых водоемов.

Полученные данные социально-гигиенического мониторинга (СГМ) свидетельствуют о том, что зона защитных мероприятий, как и область в целом, подвергается существенному антропогенному воздействию, и районы, входящие в неё, характеризуются типичными показателями для территориальных единиц Кировской области. На основе данных СГМ органами местного самоуправления разрабатываются меры для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Так, для улучшения качества питьевой воды подаваемой населению, проживающему в ЗЗМ объекта хранения и уничтожения химического оружия, предусматривается:

- реконструкция системы водоснабжения г. Котельнич;
- строительство водозаборных сооружений в пгт. Оричи;
- реконструкция водопровода в пгт. Мирный.

С целью снижения антропогенной нагрузки на поверхностные водоёмы предусмотрено строительство очистных сооружений канализации производительностью 1,4 тыс. куб.м/сут. в пгт. Оричи и 2,7 тыс. куб.м/сут. в пгт. Мирный.

Для обеспечения действенного лабораторного контроля факторов окружающей среды в зоне защитных мероприятий в ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» создана постоянно действующая система внутреннего контроля качества испытаний, которая подтвердила компетентность лабо-

раторий в обеспечении качества выдаваемых результатов. Ежегодно дооснащается необходимым оборудованием испытательный лабораторный центр: в 2006 году приобретены и внедрены в работу новые современные высокочувствительные селективные приборы для проведения испытаний: хромато-масс-спектрометр «Смарт», атомно-абсорбционные спектрометры «Квант» и «Спектр». Внедряются в работу новые методики выполнения измерений, позволяющие расширить номенклатуру исследований и проводить исследования с более высокой точностью.

В Центре гигиены и эпидемиологии в Кировской области создан информационный фонд данных по показателям здоровья населения, который ежегодно пополняется сведениями о состоянии здоровья людей, проживающих в ЗЗМ ОУХО и ОХХО. Информационная база данных медико-демографических показателей формировалась ретроспективно с 1980 года, а показателей заболеваемости – с 1989 года. В сборе и анализе данных используются утверждённые формы государственной и медицинской статистической отчётности, характеризующие демографическую ситуацию и состояние здоровья населения.

Мониторинг состояния здоровья проводится по всем категориям населения, оценивается уровень распространённости заболеваемости по основным классам болезней, онкологическая заболеваемость, физическое развитие детей, репродуктивное здоровье женщин, общие медико-демографические показатели.

Оценка состояния здоровья населения, проживающего в зоне защитных мероприятий ОХХО и ОУХО, проводится по уровню распространённости заболеваемости взрослого и детского населения в сравнении со среднеобластными показателями в динамике за последние пять лет с расчётом темпов роста по основным классам заболеваний.

Таблица 1

Общая заболеваемость (на 1000 чел.) взрослого населения за период по годам

Район	2002	2003	2004	2005	2006	Темп роста (%) к 2005 г.
Оричевский	968,25	1020,36	1051,13	1078,98	1033,77	95,8
Котельничский	1009,73	1039,58	1084,06	1115,05	1127,58	101,1
Кировская область	1197,37	1218,10	1302,27	1323,06	1366,54	103,3

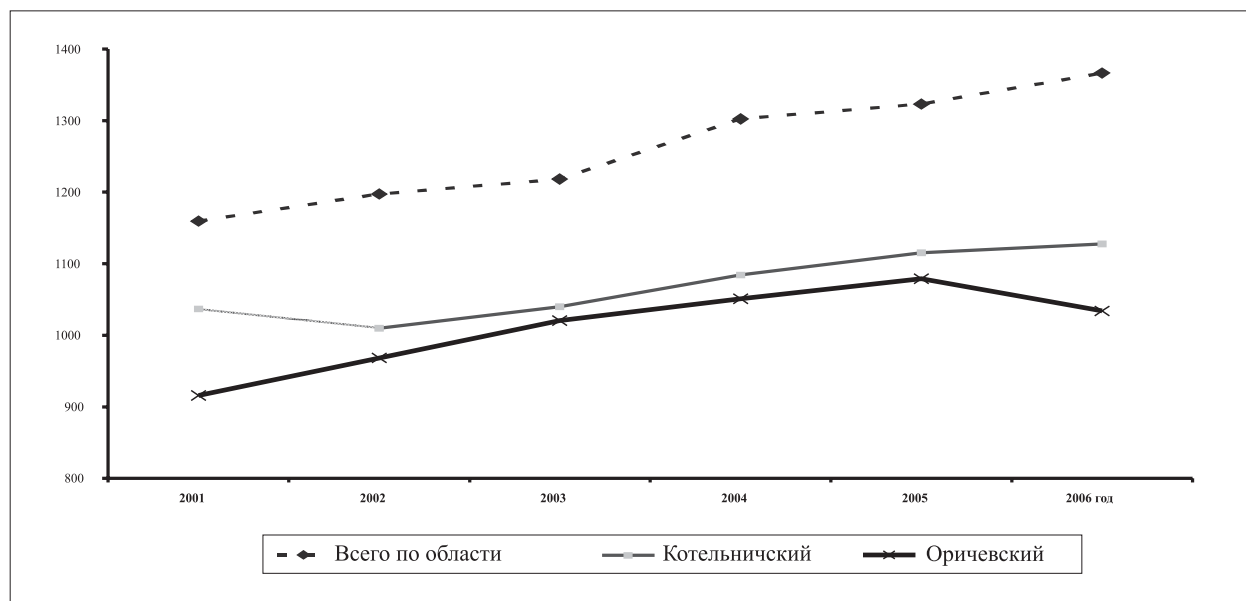


Рис.1. Динамика общей заболеваемости взрослого населения по годам

Уровень общей заболеваемости взрослого населения районов ЗЗМ ОХХО и ОУХО достоверно ниже среднеобластного и характеризуется низкими темпами роста (табл. 1, рис. 1).

Структура заболеваемости взрослого населения районов ЗЗМ ОХХО и ОУХО соответствует среднеобластной: ведущей патологией являются болезни системы кровообращения – 32% (по области – 26%), на втором месте – органов дыхания – 26% (по области – 21%), на третьем – болезни костно-мышечной системы – 12% (по области – 13%).

Региональный информационный фонд СГМ ЗЗМ содержит большой блок данных по состоянию здоровья проживающих в ЗЗМ детей как наиболее уязвимой категории населения.

Уровень общей заболеваемости детского населения районов ЗЗМ ОХХО и ОУХО высокий, но в Котельничском районе – достоверно ниже среднеобластного уровня. В динамике за последние 5 лет темпы роста общей заболеваемости детского населения районов ЗЗМ ОХХО и ОУХО также ниже среднеобластных (табл. 2).

Снижение общей заболеваемости детского населения в Оричевском районе в сравнении с 2005 г. обусловлено уменьшением уровня рас-

пространённости болезней нервной и костно-мышечной системы, органов дыхания, новообразований и травм. Вместе с тем в 2006 году в Оричевском районе у детей увеличилась заболеваемость болезнями эндокринной и мочеполовой систем, органов пищеварения, врождёнными аномалиями, болезнями системы кровообращения. Значительный рост распространённости болезней крови и кроветворных органов обусловлен увеличением у детей анемий в 2 раза (табл. 3).

В Котельничском районе в 2006 году в сравнении с предыдущим годом существенно увеличилась распространённость новообразований и врождённых аномалий (соответственно на 18,5 и 17,8 процента), болезней эндокринной, нервной и других систем. В то же время значительно снизилась распространённость болезней костно-мышечной системы и органов пищеварения (табл. 4).

Индикаторным показателем медико-экологической ситуации на территории считаются врождённые пороки развития (ВПР) у детского населения.

Распространённость врожденных пороков развития среди детей до 14 лет в Ки-

Таблица 2

Динамика общей заболеваемости (на 1000 чел.) детского населения по годам

Район	2002	2003	2004	2005	2006	Темп роста к 2005 г. (%)
Оричевский	2073,42	2096,94	2430,07	2430,61	2328,76	95,8
Котельничский	1913,79	1888,07	1874,92	2013,12	2008,99	99,8
Кировская область	1963,20	2037,38	2092,46	2222,59	2368,57	106,5

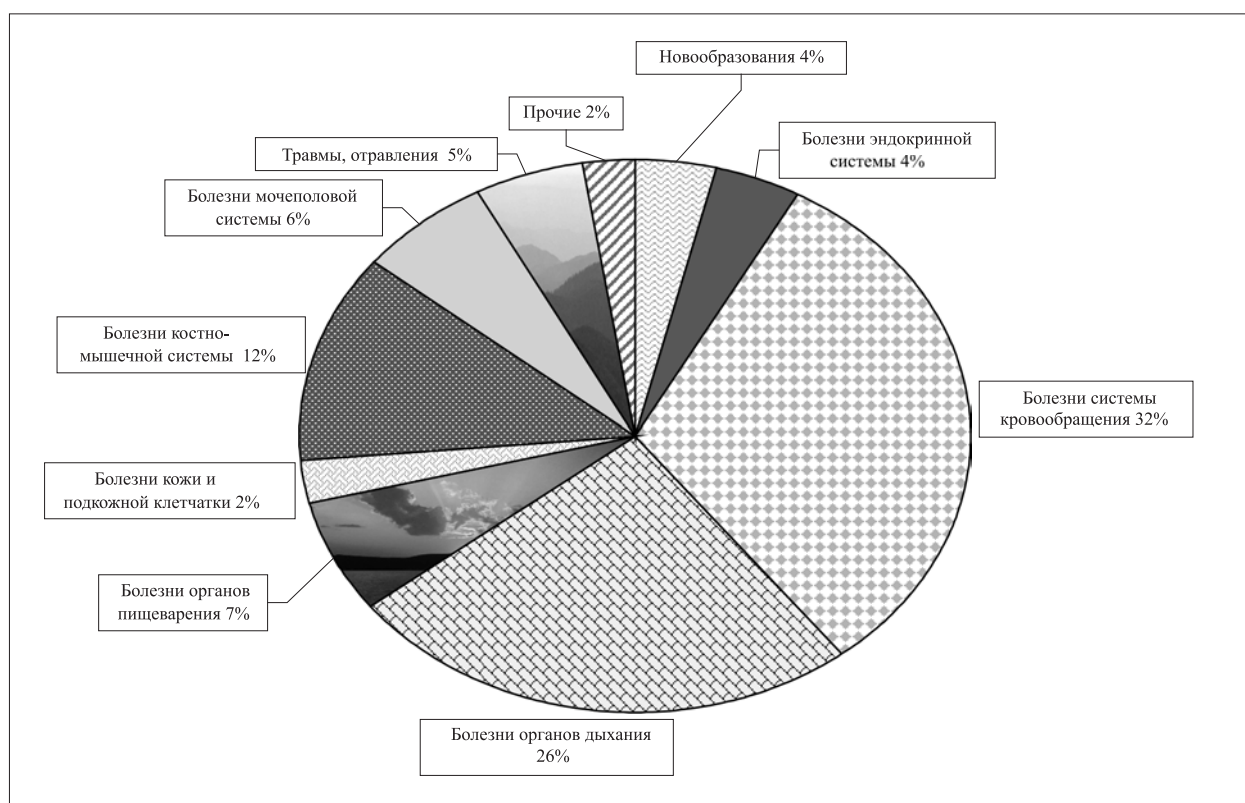


Рис. 2. Структура заболеваемости взрослого населения ЗСМ в 2006 году

Таблица 3

Распространённость заболеваемости (на 1000 чел.) детского населения в Оричевском районе по годам

Класс болезней	2002	2003	2004	2005	2006	Темп роста к 2005 г. (%)
Новообразования	3,93	4,77	4,94	4,35	2,5	-42,5
Болезни крови и кроветворных органов	41,99	40,56	37,64	35,83	63,01	75,8
Болезни эндокринной системы	35,78	36,00	33,94	34,59	47,2	36,4
Болезни нервной системы	140,23	141,40	139,45	123,45	102,93	-16,6
Болезни системы кровообращения	9,10	12,80	16,45	16,78	20,17	20,2
Болезни органов дыхания	1040,12	1039,69	1293,09	1348,59	1285,92	-4,6
Болезни органов пищеварения	117,89	117,55	142,33	134,84	149,30	10,7
Болезни кожи и подкожной клетчатки	52,33	50,53	73,02	71,04	71,74	0,9
Болезни костно-мышечной системы	40,74	44,03	48,33	82,23	78,19	-4,9
Болезни мочеполовой системы	70,73	69,40	66,64	64,62	74,24	14,8
Врожденные аномалии (пороки развития)	11,38	11,71	12,34	13,05	16,43	25,9
Травмы, отравления	60,39	63,98	59,03	63,38	42,00	-33,7

Таблица 4

Распространённость заболеваемости (на 1000 чел.) детского населения Котельничского района по годам

Класс болезней	2002	2003	2004	2005	2006	Темп роста к 2005 г. (%)
Новообразования	9,17	9,05	9,32	11,52	13,66	18,5
Болезни крови и кроветворных органов	44,25	52,30	52,23	47,37	50,46	6,5
Болезни эндокринной системы	21,18	27,59	23,52	24,80	27,48	10,8
Болезни нервной системы	68,67	81,47	85,98	97,30	109,74	12,7
Болезни системы кровообращения	9,17	8,76	10,38	11,68	12,16	4,1
Болезни органов дыхания	1081,89	993,53	978,01	1077,77	1097,92	1,8
Болезни органов пищеварения	61,93	71,55	78,04	82,25	78,43	-4,6
Болезни кожи и подкожной клетчатки	87,29	86,64	100,79	106,74	112,41	5,3
Болезни костно-мышечной системы	51,40	50,86	52,08	50,09	42,30	-15,5
Болезни мочеполовой системы	23,48	27,87	30,09	32,65	32,31	-1,0
Врожденные аномалии (пороки развития)	17,40	18,39	18,33	20,48	23,98	17,8
Травмы, отравления	87,56	103,02	107,97	112,34	110,41	-1,7

ровской области стабильно высокая. В Оричевском районе данный показатель достоверно ниже среднеобластного уровня, а в Котельничском – выше среднеобластного уровня в 1,1 раза (табл. 5).

Впервые за последние пять лет в Котельничском районе в 2006 году первичная заболеваемость врождёнными пороками развития среди детей до 14 лет превысила среднеобластной уровень в 1,3 раза, в Оричевском районе данный показатель остаётся ниже среднеобластного (табл. 5).

На основании полученных данных социально-гигиенического мониторинга можно сделать следующие выводы:

Общая заболеваемость взрослого и детского населения Кировской области превы-

шает среднероссийский показатель и характеризуется ежегодным увеличением распространённости по всем возрастным группам населения.

Общая заболеваемость взрослого населения районов ЗЗМ ОХХО в 2006 году оставалась достоверно ниже среднеобластных показателей.

Общая заболеваемость детского населения районов ЗЗМ, ОХХО и ОУХО в 2006 году ниже среднеобластного показателя. В сравнении со среднеобластным уровнем у детского населения Оричевского района наблюдается увеличение распространённости болезней крови и кроветворных органов, органов дыхания и пищеварения, системы кровообращения, нервной и мочеполо-

Таблица 5

Распространённость ВПР и первичная заболеваемость (на 10 000 чел.) среди детей до 14 лет

Район	2002	2003	2004	2005	2006	Темп роста к 2005 г. (%)
Оричевский	$\frac{1137,54}{165,46}$	$\frac{1171,11}{173,50}$	$\frac{1234,06}{452,49}$	$\frac{1304,89}{289,98}$	$\frac{1642,75}{395,09}$	$\frac{125,9}{-}$
Котельничский	$\frac{1740,42}{431,73}$	$\frac{1839,08}{186,78}$	$\frac{1832,62}{213,81}$	$\frac{2048,33}{368,06}$	$\frac{2398,00}{566,19}$	$\frac{117,1}{-}$
Кировская область	$\frac{2193,03}{500,74}$	$\frac{2039,98}{358,21}$	$\frac{2141,62}{439,91}$	$\frac{2097,57}{486,65}$	$\frac{2137,47}{439,95}$	$\frac{101,9}{-}$

Примечание: в числителе – распространённость ВПР, в знаменателе – первичная заболеваемость

ловой систем, в Котельничском районе – болезней кожи и подкожной клетчатки, нервной системы, новообразований и врожденных аномалий.

Распространённость врождённых пороков развития среди детей до 14 лет в 2006 году в Оричевском районе достоверно ниже среднеобластного уровня, а Котельничском – выше среднеобластного уровня в 1,1 раза. Первичная заболеваемость ВПР среди детей до 14 лет в ЗЗМ превысила среднеобластной уровень в 1,3 раза.

В целом показатели заболеваемости населения районов ЗЗМ ОХХО и ОУХО являются типичными для территории Кировской области.

Данные социально-гигиенического мониторинга в зоне защитных мероприятий ОУХО и ОХХО используются для определения групп риска среди населения, прогнозирования медико-демографической ситуации и выявления возможного влияния специфических объектов на окружающую среду.

УДК 68.1.513.3:623.459

Структура и принцип построения комплексной многоступенчатой системы безопасности критически важного, потенциально опасного объекта (ХОО, ОУХО)

© 2007. Т.Г. Габричидзе, И.М. Янников

Главное управление МЧС России по Удмуртской Республике

В статье предлагаются основные принципы построения комплексной системы обеспечения безопасности потенциально опасных объектов, входящей в структуру регионального подразделения единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Подробно рассмотрены технологические и управленческие аспекты функционирования системы. Особое внимание уделено задаче развёртывания системы экологического мониторинга, включающей наряду с традиционными методиками химико-аналитического контроля новейшие экоаналитические методы, в том числе методы дистанционного зондирования и биологического мониторинга.

The article deals with the main principles of the integrated system of safety provision in potentially dangerous objects. This system is included in the structure of the regional sub-division of the united state system of emergency situations prevention and liquidation. Technological and administrative aspects of the system functioning are investigated in detail. Special attention is paid to developing ecological monitoring system that includes traditional methodic of chemical-analytical control and up-to-date eco-analytical methods such as distance and biological methods of monitoring.

Обеспечение безопасности населения и территории является важнейшей функцией государства, закреплённой Конституцией Российской Федерации и другими нормативно-правовыми актами [1]. В связи с широким спектром современных угроз и решаемых при этом проблем, связанных с безопасностью населения и территории, немаловажным является вопрос обеспечения химической безопасности населения и территории [2]. В декабре 2003 года Президент России подписал важнейший для выполнения этой функции государства документ «Основы государственной политики в области обеспечения химической и биологической безопасности Российской Федерации до 2010 года и на дальнейшую перспективу» [3]. Концепция химической безопасности и биологической безопасности, изложенная в данном доку-

менте, предусматривает создание государственной системы обеспечения химической и биологической безопасности как составной части единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС (РСЧС).

При авариях на потенциально опасных химических объектах (ХОО), объектах уничтожения химического оружия (ОУХО), связанных с разрушением технологического оборудования, в окружающую среду может попасть сразу несколько аварийно-химически опасных веществ. В этом случае будет наблюдаться комбинированное действие двух и более факторов, обусловленное техногенным загрязнением окружающей среды и особенно атмосферного воздуха.

Комплексная система сбора, обработки информации и реагирования сил объектового звена РСЧС на потенциально опасных

объектах (ПОО) отображена на рисунке 1 и представляет собой следующие основные элементы:

1. Система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений (СМИС) [4].
2. Мониторинг окружающей среды в санитарно-защитной зоне.
3. Мониторинг окружающей среды в зоне защитных мероприятий.

СМИС строится для обеспечения контроля основных дестабилизирующих факторов в системе жизнеобеспечения внутри производственных помещений опасного объекта, которая включает в себя программно-технический комплекс, предназначенный для решения задач бесперебойного обеспечения функционирования оборудования (в пределах нормативных показателей) и должна обеспечивать контроль (рис. 2):

- 1) возникновения пожара;
- 2) нарушения в подаче электроэнергии;
- 3) нарушения в подаче и утечке газа;
- 4) нарушения в системе отопления, подачи горячей и холодной воды, вызванные выходом из строя инженерного оборудования на центральных тепловых пунктах, котельных, а также авариями на трубопроводах и приборах отопления;
- 5) затопления помещений, дренажных систем и технологических приемков;
- 6) отказа работы лифтового оборудования;
- 7) несанкционированного проникновения в служебные помещения;
- 8) повышения уровня радиации, предельно допустимых концентраций аварийно-химических опасных веществ (АХОВ), биологически опасных веществ, взрывоопасных концентраций газозвоздушных смесей;
- 9) отклонений от нормативных параметров производственных процессов, способных привести к возникновению ЧС;
- 10) изменения состояния инженерно-технических конструкций (конструктивных элементов) объектов.

В состав системы мониторинга и управления инженерными системами здания и потенциально опасных объектов (СМИС ПОО (ХОО, ОУХО) входят следующие компоненты:

1. Комплекс измерительных средств, средств автоматизации и исполнительных механизмов.

2. Многофункциональная кабельная система.
3. Сеть передачи информации.
4. Автоматизированная система диспетчерского управления инженерными сетями объектов.

Система мониторинга и управления внутри производственных помещений должна обеспечивать:

- прогнозирование и предупреждение аварийных ситуаций путём контроля за параметрами процессов обеспечения функционирования объектов и определения отклонений их текущих значений от нормативных;
- непрерывность сбора, передачи и обработки информации о значениях параметров процессов обеспечения функционирования объектов;
- формирование и передачу формализованной оперативной информации о состоянии технологических систем и изменений состояния инженерно-технических конструкций объектов в дежурно-диспетчерской службе (ДДС) объекта;
- формирование и передачу формализованного сообщения о ЧС в зданиях и сооружениях объекта, в том числе вызванных террористическими актами, в единой дежурно-диспетчерской службе (ЕДДС) муниципального уровня;
- автоматизированный или принудительный запуск системы оповещения работающего персонала в санитарно-защитной зоне о происшедшей ЧС и необходимых действиях по эвакуации;
- автоматизированное или принудительное оповещение соответствующих специалистов и сил реагирования, отвечающих за безопасность объектов;
- автоматизированный или принудительный запуск системы предупреждения или ликвидации ЧС по определённым для конкретного объекта и конкретного вида ЧС, которые должны быть утверждены установленным порядком (прекращение подачи газа, воды, включение средств пожаротушения и т. п.). Алгоритмы должны обеспечивать комплексную, взаимосвязанную работу всех необходимых систем безопасности и жизнеобеспечения с целью предупреждения и ликвидации ЧС. Для каждого вида ЧС, в том числе и вызванных террористическими актами, долж-

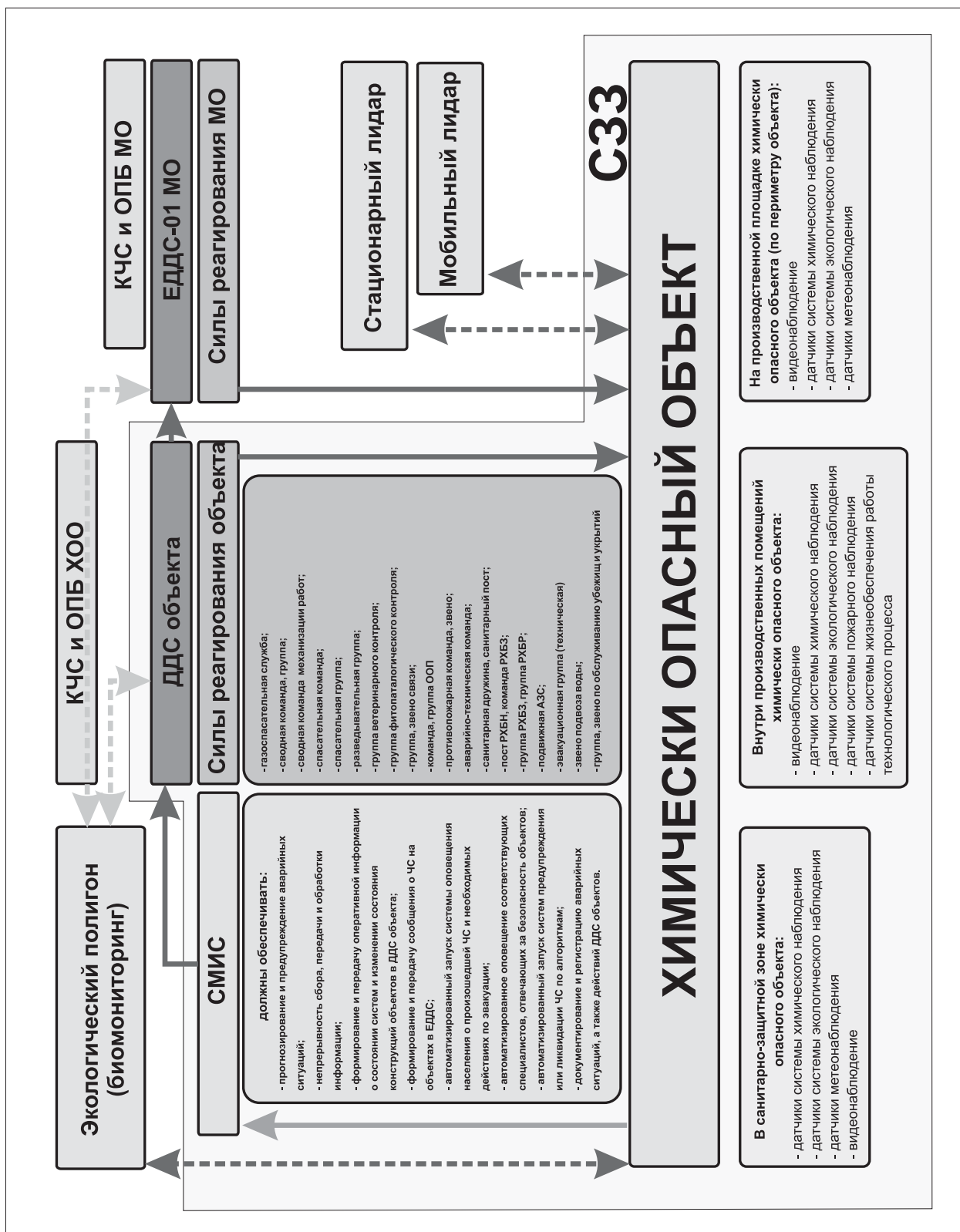


Рис. 1. Комплексная система сбора, обработки информации и реагирования сил объектового звена РСЧС на потенциально опасных объектах (ХОО, ОУХО)

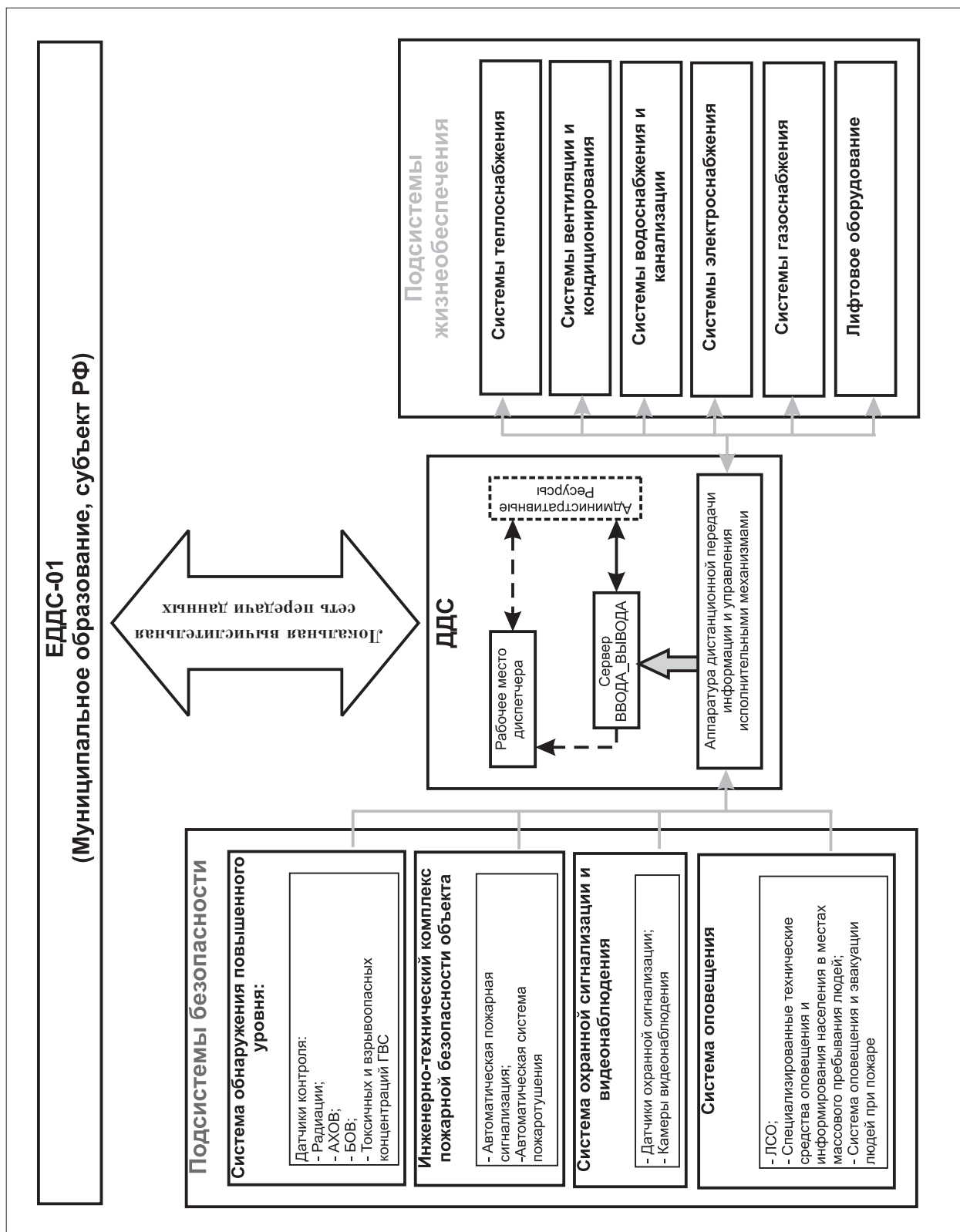


Рис. 2. Состав структурированной системы мониторинга и управления потенциально опасным объектом (ПОО)

ны быть разработаны свои алгоритмы предупреждения и ликвидации ЧС;

- документирование и регистрацию аварийных ситуаций, а также действий аварийно-спасательных формирований (АСФ), служб (АСС), зданий, сооружений и ДДС потенциально опасного объекта (ХОО, ОУХО).

В санитарно-защитной зоне химически опасного объекта необходимо иметь следующие системы контроля в сопряжении с ДДС:

- системы обнаружения повышенного уровня радиации, аварийных химически опасных веществ, биологически опасных веществ, значительной концентрации токсичных и взрывоопасных концентраций газовоздушных смесей и др.;
- систему контроля за возникновением пожара;
- систему охранной сигнализации и видеонаблюдения;
- систему метеонаблюдения;
- систему автоматизированного контроля и управления инженерными сетями;
- автоматизированную систему диспетчерского управления в дежурно-диспетчерской службе объекта.

Дежурно-диспетчерская служба потенциально опасного объекта (ХОО, ОУХО), в части решения задач безопасности зданий, должна решать следующие задачи:

- получение от СМИС зданий, сооружений информации о прогнозе или возникновении ЧС, в том числе вызванной террористическим актом;
- анализ и оценку достоверности поступившей информации о ЧС, доведение её до ДДС объекта, в компетенцию которых входит реагирование на принятое сообщение;
- обработку и анализ данных о ЧС, определение её масштаба и уточнение состава АСС, АСФ, ДДС, привлекаемых для реагирования на ЧС, их оповещение по переводу в высшие режимы функционирования звена (подсистемы) РСЧС;
- оперативное управление АСС, пожарными, пожарно-спасательными и аварийно-спасательными формированиями, постановку и доведение до них задач по локализации последствий ЧС, в том числе вызванными террористическими актами, принятие необходимых экстренных мер и решений (в пределах установленных вышестоящими органами полномочий);

- обобщение, оценку и контроль данных обстановки, принятых мер по ликвидации ЧС, уточнение и корректировку (по обстановке) заранее (отработанных) разработанных и согласованных с муниципальными службами вариантов и решений по локализации и ликвидации ЧС;
- постоянное информирование ДДС (АСС, АСФ), привлекаемых к локализации и ликвидации ЧС, подчинённых сил постоянной готовности об обстановке, принятых и рекомендуемых мерах;
- предоставление докладов (донесений) вышестоящим органам управления по подчинённости об угрозе или возникновении ЧС, в том числе вызванной террористическим актом, сложившейся обстановке, возможных вариантах решений и действиях по ликвидации ЧС (на основе ранее разработанных (подготовленных и согласованных планов));
- доведение задач, поставленных вышестоящими органами РСЧС, до ДДС и подчинённых сил постоянной готовности, контроль их выполнения и организации взаимодействия;
- обобщение информации о происшедших ЧС (за сутки дежурства), ходе работ по их ликвидации и предоставление соответствующих докладов по подчинённости.

Система мониторинга должна удовлетворять по структуре и функционированию следующим основным требованиям:

1. Обеспечивать автоматизированный контроль и управление необходимыми для предупреждения и ликвидации ЧС (в том числе вызванных террористическими актами) инженерными сетями.
2. Иметь модульную структуру и быть «открытой» (для уникальных объектов), обеспечивать при необходимости возможность диспетчеризации и управления вновь устанавливаемым оборудованием инженерных систем.
3. Допускать возможность объединения с другими информационными системами мониторинга и управления.

В СМИС должны быть предусмотрены автоматический ручной и дистанционный местный режим работы, она должна иметь открытую архитектуру (для уникальных объектов) допускать последующее расшире-

ние как по числу объектов автоматизации, так и по числу функций, а также быть готовой к интеграции с другими системами мониторинга и управления, базироваться на структурированные информационные кабельные сети, иметь иерархическую многоуровневую структуру:

Уровень 1 – структурированная информационная кабельная система, которая должна обеспечивать универсальность и гибкость проектных решений, удобство администрирования и расширяемость системы в будущем;

Уровень 2 – первичные датчики и исполнительные устройства, а также устройства согласования сигналов первичных датчиков с входами контроллеров сбора информации;

Уровень 3 – контроллеры сбора информации (удаленные модули ввода/вывода), программируемые логические контроллеры, интеллектуальные панели управления оборудованием, рабочие станции управления инженерными сетями. В качестве сети передачи данных между этим уровнем и уровнем 4 должна использоваться сеть на базе последовательных интерфейсов EIA/TIA 232 (485). В этой сети следует использовать соответствующие открытые стандартные протоколы цифровой периферии (MODBUS, LONTalk, SNMP и пр.) для уникальных объектов;

Уровень 4 – серверы ввода/вывода СМИС, который должен содержать средства обмена информацией с диспетчерскими автоматизированными рабочими местами (на базе локальной вычислительной сети) и контроллерами сбора информации (по объектовым шинам), а также специализированное программное обеспечение на базе SCADA – системами для сбора и архивирования информации, поступающей от инженерных систем.

Сервер СМИС должен передавать оперативные данные персоналу объекта через другие информационные сети.

Уровень 5 – автоматизированные рабочие места (АРМ) диспетчеров. На этом уровне иерархии на рабочих станциях функционирует специализированное программное обеспечение для мониторинга и управления оборудованием инженерных систем. Сетью связи на этом уровне является локальная сеть объекта. АРМ диспетчеров ДДС объекта должны быть оснащены общепринятыми геоинформационными системами, открытыми для интеграции ЕДДС и другими системами (ERP, SCADA и др.) с возможностью использования различных баз данных под управлением известных систем управления базами данных (MS SQL, ORACLE, DB2).

Система должна иметь средства защиты от операторских ошибок персонала, которые могут привести к авариям объектов инженерных подсистем и отображена в инструкции действий операторов СМИС.

В системе СМИС объекта должно быть применено оборудование, совместимое как по физическим интерфейсам, так и по информационным протоколам. В качестве физических интерфейсов и информационных протоколов допускаются только открытые протоколы и стандартизированные интерфейсы, которые по функциям соответствуют требованиям, выданным в рамках исходно-разрешительной документации.

Проектные решения должны быть унифицированы для всех объектов (ПОО, ХОО, ОУХО) автоматизации и иметь информационную защиту по нормативным документам.

Структура комплексной многоступенчатой системы безопасности и прогнозирования ЧС на критически важном, потенциально опасном объекте (ХОО, ОУХО) представляет собой совокупность подсистем, которая обеспечивает комплекс организационно-технических мероприятий по раннему обнаружению, идентификации, сбору, обработке информации о происходящих событиях на объектах, автоматизированному воздействию на источник внештатной ситуации в реальном режиме времени, автоматизированному определению зоны защитных мероприятий, определение текущего ущерба от нештатных и аварийных ситуаций, оценки и прогнозирования обстановки для обеспечения устойчивости в управлении по привлечению сил и средств РСЧС различного уровня, контроль качественного состояния объекта и прилегающей территории [5].

Рассмотрим построение комплексной системы безопасности на примере объекта уничтожения химического оружия. Характеристика средств экологического (химического) мониторинга в зоне воздействия объекта уничтожения химического оружия (ОУХО) (г. Камбарка Удмуртской Республики) в пределах санитарно-защитной зоны и зоны защитных мероприятий, устанавливаемых вокруг ОУХО, представлена в таблице 1.

Из данных таблицы видно, что техническая, промышленная и санитарно-защитная зоны ОУХО наиболее оснащены в техническом отношении. Организован и осуществляется постоянный и периодический (лабораторный) экологический мони-

МОНИТОРИНГ ОБЪЕКТОВ ПО УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

Таблица 1

Средства экологического мониторинга в зоне воздействия объекта УХО в пределах ЗЗМ

№ п/п	Тип средства контроля (существующие и предлагаемые)	Принцип действия, время работы, чувствительность приборов	Порядок передачи информации	Место приёма информации
ТЕХНИЧЕСКАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ ТЕРРИТОРИЯ (действующие)				
1	Регистрирующие средства измерения в хранилище с ОВ и ОУХО	Непрерывный и постоянный контроль процесса хранения ОВ: состояние воздуха в хранилищах и на технической территории – 0,002 мг/л	По проводным линиям связи и радиоканалу ЦУКС	АРМ ДДС объекта, руководство, ЕДДС города, ЦУКС республики, службы 01, 02, 03, оповещения и связи, КЧС и ОПБ всех уровней
2	Цифровая видеоаппаратура и фотоаппаратура	Постоянное наблюдение с последующей передачей видеоизображения	По проводным линиям связи и радиоканалу	АРМ объекта, руководство, ЕДДС города, ЦУКС республики, службы 01, 02, 03, оповещения и связи, КЧС и ОПБ всех уровней
3	Автоматические газосигнализаторы	Непрерывный автоматический 5 ± 10^{-5} мг/л, время срабатывания до 5", радиус действия 1,5 км	По проводным линиям связи и радиоканалу	АРМ объекта, руководство, ЕДДС города, ЦУКС республики, службы 01, 02, 03, оповещения и связи, КЧС и ОПБ всех уровней
САНИТАРНО-ЗАЩИТНАЯ ЗОНА (действующая)				
4	Автоматические стационарные посты контроля воздушной среды (АСПК)	Периодический контроль и оценка состояния атмосферного воздуха. Измерение метеопараметров в месте отбора проб	По проводным линиям связи и радиоканалу	АРМ объекта, руководство, ЕДДС города, ЦУКС республики, службы 01, 02, 03
5	Метеостанции и метеопосты	Определение температуры воздуха, направления ветра, влажности, давления в постоянном режиме. Измерение метеопараметров в месте отбора проб	По проводным линиям связи и радиоканалу	АРМ объекта, руководство объекта, ЕДДС города, ЦУКС республики
6	Передвижная экспресс-лаборатория (ПЛ-В1281)	Контроль загрязнения природных, питьевых, сточных вод и почвы	Доставка проб в лабораторию	ХАЛ, ИАЦ, руководство объекта
7	Обзорное видеонаблюдение	Позволяет передавать видеоинформацию о происходящих событиях на экран ДДС, автоматически записывать её на цифровой видеорегистратор, анализировать и выдавать сигнал тревоги	По проводным линиям связи и радиоканалу	ЕДДС объекта, ЕДДС города, ЦУКС республики, службы 01, 02, 03, оповещения и связи
ЗОНА ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ (действующие)				
8	Автоматические стационарные посты контроля воздушной среды (АСПК)	Периодический контроль и оценка состояния атмосферного воздуха. Измерение метеопараметров в месте отбора проб	По проводным линиям связи и радиоканалу	АРМ, ДДС объекта, руководство, ЕДДС города, ЦУКС республики, службы 01, 02, 03, оповещения и связи, КЧС и ОПБ всех уровней
9	Передвижная лаборатория контроля атмосферы	Измерение приземных концентраций примесей. Контроль за содержанием в атмосфере ОВ. Отбор проб воздуха	По радиоканалу. Письменное сообщение	Руководство объекта, ИАЦ объекта УХО, ЦУКС республики, ЕДДС города

МОНИТОРИНГ ОБЪЕКТОВ ПО УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

№ п/п	Тип средства контроля (существующие и предлагаемые)	Принцип действия, время работы, чувствительность приборов	Порядок передачи информации	Место приема информации
10	Передвижная экспресс-лаборатория контроля загрязнения природных, питьевых, сточных вод и почвы	Контроль и оценка общей токсичности водных объектов. Отбор проб воды и почвы и доставка в стационарную лабораторию	По радиоканалу. Письменное сообщение	Руководство объекта, ИАЦ объекта, КЧС и ОПБ всех уровней
11	Биостанция	Оценка функциональных и структурных биологических признаков растительного и животного мира. Отбор проб растительности	Письменное сообщение	Руководство объекта
ЗОНА ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ (предлагаемые)				
12	Обзорный видеомониторинг	Позволяет передавать видеoinформации о происходящих событиях на экран ДДС, автоматически записывать её на цифровой видеорегистратор, анализировать и выдавать сигнал тревоги	По проводным линиям связи и радиоканалу	ДДС объекта, ЕДДС города, ЦУКС республики, ЦУКС МЧС России, службы 01, 02, 03, оповещения и связи, КЧС и ОПБ всех уровней
13	Лидарные системы лазерного зондирования атмосферы	Лазерное зондирование атмосферы для оперативного дистанционного измерения концентрации различных примесей газов в атмосфере. Определение времени подхода заражённого облака. Определение пожаров. Метеонаблюдение	По проводным линиям связи и радиоканалу	АРМ объекта, руководство, ЕДДС города, республики, ДД служб 02, 03, информационно-аналитический центр объекта УХО
14	Подвижная экологическая лаборатория биомониторинга	Экспресс-оценка состояния биообъектов на идентификационном полигоне. Визуальное наблюдение биообъектов, в т.ч. резкого отклика на какие-либо вещества. Оценка функциональных и биологических признаков. Отбор проб флоры и фауны. Химический и микробиологический анализ почвы, донных отложений, воды. Химический анализ проб биообъектов	По радиоканалу. Доставка проб в лабораторию	ХАЛ объекта УХО, ИАЦ объекта УХО, ДДС объекта УХО, ЕДДС города, межведомственная экологическая лаборатория

торинг в границах санитарно-защитной зоны ОУХО. Одной из составных частей экологического мониторинга является биомониторинг.

Основной задачей биологического мониторинга является определение состояния биотической составляющей биосферы, её отклика, реакции на антропогенное воздей-

ствие, определение функции состояния и отклонения этой функции от нормального естественного состояния на различных уровнях: молекулярном, клеточном, организменном, популяционном, уровне сообщества.

При организации и осуществлении биологического мониторинга предусматривается наблюдение, оценка и прогноз состоя-

ния здоровья человека, а также состояния важнейших популяций, как с точки зрения существования той или другой экосистемы, так и с точки зрения большой хозяйственной ценности (например, ценные сорта рыбы). Кроме того, ведётся наблюдение и оценивается состояние наиболее чувствительных к тому или иному виду антропогенного воздействия популяций растений и животных, а также популяций-индикаторов, к которым, например, относятся лишайники.

Известные классические подходы для решения:

- создание выделенных пробных площадок и проведение на них анализа воздействия объекта;
- предварительные исследования биологических видов, отмеченных на данной территории, в лабораторных условиях с целью выделения наиболее чувствительных к действию данного фактора биоиндикаторов;
- экстраполяция опыта исследования подобного ПОО того же класса.

Общим для перечисленных подходов недостатком является высокая погрешность момента пробоотбора, так как многие флуктуации данных последующих химических анализов закладываются именно на этой стадии (количество проб, расположение их на ландшафте, степень соответствия работы пробоотборщика методике отбора) [7, 8, 10].

На наш взгляд, под качественно проведённым анализом следует понимать:

1. Получение объективных данных о влиянии объекта на биоту с учётом возможных сценариев действия ПОО в динамике (за короткое время и на определённых территориях в зоне защитных мероприятий (ЗЗМ) объекта по хранению и уничтожению химического оружия).
2. Оперативность получения данных, которая исключает анализ всех видов биологических объектов на всей территории ЗЗМ.
3. Учёт поправки на возможность приспособления биологических объектов (адаптация, компенсация) к техногенному воздействию с нарастанием интенсивности действия во времени.
4. Возможность тестовой проверки антропогенного воздействия и отклика биологических объектов на данное воздействие.

Виды и этапы ведения мониторинга, выполненные комплексно и последовательно, определяют выбор стратегии для принятия решений по предотвращению чрезвычайных ситуаций, минимизации риска их возникновения и масштабов последствий.

В отличие от классического подхода к биомониторингу, в отношении мониторинга химически опасного объекта следует выделить две его разновидности:

1. Мониторинг диагностический, проводимый в течение длительного времени влияния объекта. Для диагностического мониторинга необходимо выбирать биологические системы, способные к интегральному ответу на комплексные воздействия и проявляющие кумулятивный эффект.
2. Мониторинг оперативный, который бы позволил быстро оценить состояние среды в районе влияния химически опасного объекта при любой нештатной ситуации на объекте. Основное требование к анализируемым биологическим параметрам, используемым в мониторинге быстрого реагирования, – это их чувствительность (низкие пороги и незначительное запаздывание ответной реакции).

Задача подсистемы мониторинга биоты – адаптация и развитие методической базы эколого-аналитического контроля, обеспечение деятельности по развитию системы контроля химически опасных объектов.

Для осуществления вышеизложенного необходима организация информационно-измерительной базы в виде эколого-аналитической лаборатории, включающей:

- мобильную систему пробоотбора и экспресс-оценки состояния биологических объектов;
- систему учёта и хранения проб;
- аккредитованную лабораторию химического анализа проб почвы, донных отложений, воды и биологических объектов; целесообразно проведение двухуровневого анализа – первичного на определённые группы веществ-маркеров, и детального, в случае положительного первичного;
- аккредитованную лабораторию микробиологического анализа проб почвы, донных отложений и воды.

Лаборатория позволит вести контроль в ЗЗМ объекта на уровне малых доз (долей ПДК), что сделает возможным достоверный прогноз поведения и тенденций накопления

специфических загрязняющих веществ в природных средах и биологических объектах.

Для мониторинга химически опасного объекта большое значение имеет оперативность получения данных, которая исключает необходимость подробного анализа биологических объектов на всей территории. Эта разновидность мониторинга должна учитывать поправки на возможность приспособления биологических объектов (адаптация, компенсация) к техногенному воздействию с нарастанием интенсивности действия во времени, а также допускать возможность тестовой проверки антропогенного воздействия и отклика биологических объектов на данное воздействие.

Кроме того, подавляющее большинство суперэкоотоксикантов относятся к классу нестабильных соединений и в природных условиях существуют непродолжительное время, разрушаясь под действием ряда физических факторов окружающей среды и вступая в химические реакции с природными веществами воды, почвы, живых организмов. Поэтому биомониторинг загрязнения местности должен включать организацию экспериментального изучения трансформации загрязняющих веществ и продуктов их превращений в природных объектах и биологических системах.

Для решения указанных проблем целесообразно создание в контуре района влияния ХОО экологического полигона научно-исследовательского, научно-технического и прикладного назначения, ориентированного на оперативность получения данных о влиянии объекта на окружающую среду [7, 9, 11, 12].

При этом в пределах границы зоны защитных мероприятий, устанавливаемых вокруг ОУХО осуществляется локальный экологический мониторинг по сторонам света с помощью автоматического стационарного поста контроля воздушной среды (АСПК) и периодический экологический мониторинг с лабораторным анализом в определённое время и определённых местах с большим интервалом по времени (табл. 2).

Контроль уровня загрязнения атмосферы, воздуха санитарно-защитной зоны и зоны защитных мероприятий, устанавливаемых вокруг ОУХО, не даёт полной оперативной картины загрязнения в районе расположения ОУХО, так как контроль осуществляется (табл. 2) в определённых точках пространства непосредственно в приземном слое атмосферы и носит периодический характер в соответствии с планами проведения отбора проб. Кроме того, с учётом вертикаль-

ной устойчивости воздуха конвекции и в сопровождении ЧС, связанной с пожаром, загрязнённое облако поднимется на высоту более 10 м и системой мониторинга на химически опасном объекте (ОУХО) будет просто «потеряно», не позволив определить направления перемещения, а возможно, и установления факта выброса в атмосферу.

Существующие методы получения долгосрочной, среднесрочной, краткосрочной и оперативной информации о прогнозировании развития аварии на химически опасном объекте имеет более широкий спектр своему назначению, что видно из табл. 2 и разделов предлагаемых дополнительных систем мониторинга, которые будут структурно описаны ниже.

Исходя из этого основной задачей и содержанием комплексной системы мониторинга является осуществление системных наблюдений за состоянием окружающей среды, обеспечивающих регистрацию измерений, происходящих в биосфере, оценку различных негативных факторов и объективную оценку опасности загрязнения и деградации окружающей среды.

Наблюдения осуществляются приборными средствами, а оценка воздействия определяется посредством использования модели путей распространения и воздействия загрязнителя. Изучается влияние на биосферу и геофизический процесс в ней путём измерения и наблюдения геофизических характеристик окружающей среды, их измерений во времени.

Оценка качества окружающей среды проводится по результатам этих измерений. Объектом мониторинга является территория вокруг контролируемой зоны. Составной частью контролируемого района являются зоны взрыва (выброса) и зоны возможного поражения.

Предметом мониторинга на указанных площадях являются:

- почва, грунт, пыль;
- воды (подземные и поверхностные);
- воздух (атмосферный и почвенный);
- растительность и животный мир.

Мониторинг осуществляется путем измерения состава продуктов взрыва (выброса) АХОВ.

Мониторинг основан на использовании имеющихся методов и моделей с использованием принципов общей экологии, системного подхода, геофизических методов и представлений, что позволит решить основные задачи по системному наблюдению и контролю состояния природной среды ПОО (ХОО) (рис. 3):

Периодический лабораторный контроль окружающей среды

Место отбора проб	Периодичность отбора проб
Пробы атмосферного воздуха	
В рабочей зоне	По регламенту и при срабатывании газосигнализаторов
В промышленной зоне (9 точек)	При периодическом санитарно-гигиеническом контроле
В санитарно-защитной зоне: 2 точки с наветренной и подветренной стороны из 8 на пересечении границы СЗЗ и румбов (С, СВ, В, ЮВ, Ю, ЮЗ, З, СЗ)	1 раз в день
В селитебной зоне: в местах проведения мониторинга атмосферного воздуха в населённых пунктах (3 АСПК)	1 раз в день
В селитебной зоне: в зоне техногенного влияния объекта (в точках, установленных для региональной системы мониторинга)	В соответствии с программой
Пробы промвыбросов	
В рабочей зоне и на территории промплощадки источники промвыбросов	По регламенту и при срабатывании газосигнализаторов
Пробы почвы	
На территории промплощадки (11 точек)	1 раз в год осенью (сентябрь-октябрь)
В санитарно-защитной зоне: 8 точек на пересечении границы СЗЗ и румбов (С, СВ, В, ЮВ, Ю, ЮЗ, З, СЗ)	В первый год – 2 раза в год, при отсутствии тенденции накопления загрязняющих веществ (ЗВ) в почвах – 1 раз в год осенью (сентябрь-октябрь). В случае регулярного превышения по содержанию ЗВ в воздушной среде при подфакельных измерениях, в селитебной зоне, а также выявлении тенденции накопления ЗВ в почвенном покрове, контроль почв должен проводиться чаще, ориентировочно – 1 раз в месяц
В селитебной зоне: в местах проведения мониторинга атмосферного воздуха в населённых пунктах (3 АСПК)	
В селитебной зоне: в зоне техногенного влияния объекта (в точках, установленных для региональной системы мониторинга)	
Пробы снежного покрова	
На территории промплощадки (9 точек)	1 раз в год перед началом таяния снега (февраль-март)
В санитарно-защитной зоне: 8 точек на пересечении границы СЗЗ и румбов (С, СВ, В, ЮВ, Ю, ЮЗ, З, СЗ)	
В селитебной зоне: в местах проведения мониторинга атмосферного воздуха в населённых пунктах (3 АСПК)	
В селитебной зоне: в зоне техногенного влияния объекта (в точках, установленных для региональной системы мониторинга)	
Пробы воды природной подземной	
На территории промплощадки – 4 скважины	1 раз в месяц
Пробы воды природной поверхностной	
На территории промплощадки – дождевые и талые воды, 8 точек	Периодически
В селитебной зоне 3 маршрутных поста: - при впадении р. Камбарка в пруд Камбарский - в месте выхода р. Камбарки из пруда Камбарского - в устье р. Камбарки при впадении в р. Кама	По сокращённой программе – 1 раз в месяц По полной программе – в основные фазы водного режима (на пике половодья, во время летней межени)
Пробы донных отложений	
В селитебной зоне 3 маршрутных поста: - при впадении р. Камбарка в пруд Камбарский - в месте выхода р. Камбарки из пруда Камбарского - в устье р. Камбарки при впадении в р. Кама	1-2 раза в год
Пробы сточных вод	
На территории промплощадки	Периодически
Пробы растительности	
На тех же пробных участках, на которых отбирается почва	1 раз в год до отбора пробы почвы

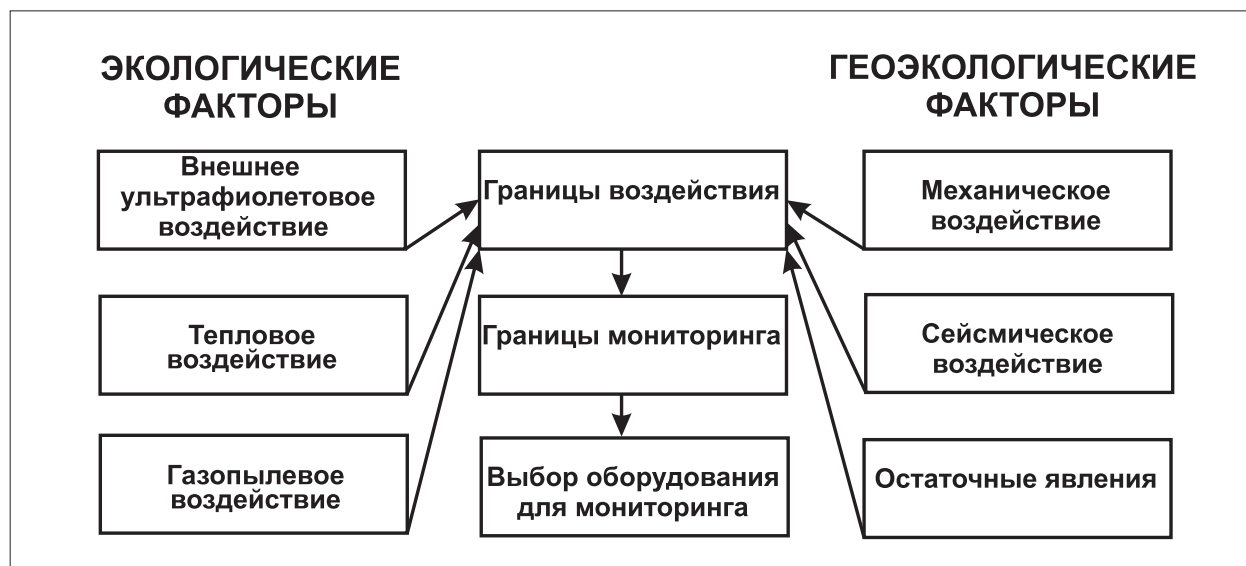


Рис. 3. Схема проведения экологического мониторинга

1. Сбор и анализ информации о состоянии природной среды.
2. Прогнозирование и наблюдение за экологической обстановкой.
3. Экологическая экспертиза возможных ЧС.
4. Прогнозирование и оценка экологических исследований, техногенных аварий и катастроф.

Поле изучения:

- район взрыва (выброса) АХОВ;
- район прохождения следа от облака взрыва (выброса) АХОВ.

На объектах уничтожения и хранения химического оружия мониторинг загрязнения атмосферного воздуха проводится с помощью контактных методов, обусловленных необходимостью присутствия человека в зоне заражения.

Активные оптические спектральные методы имеют важное преимущество, обусловленное исключением необходимости присутствия человека в зоне заражения.

Дистанционные методы контроля в системе мониторинга окружающей среды занимают особое место. Возможность определить состав и количественные характеристики загрязнения природной среды, находясь при этом на расстоянии, является одним из основных путей решения данной задачи.

Немаловажная роль дистанционных методов контроля заключается в использовании их возможностей для оперативного выявления химической обстановки в случае экстремально высокого загрязнения атмосферного воздуха как над территорией самого объекта, так и в пределах зоны защитных ме-

роприятий. Что позволит руководству объекта и руководству муниципального образования в кратчайший срок принять наиболее правильные решения по проведению экстренных мероприятий, направленных для защиты персонала, населения и территорий.

Дистанционные методы контроля нашли своё применение в стационарных и мобильных лидарных комплексах с системой лазерного зондирования атмосферы. Лидарные системы могут быть универсальным средством исследования выбросов вредных химических веществ в атмосферу и дают возможность осуществлять контроль непрерывно, обеспечивать большой радиус действия, оперативность получения результатов измерения, простоту обслуживания и меньшую трудоёмкость, связанную с подготовительными операциями по пробоотбору.

На рисунке 4 представлена принципиальная схема по использованию лидарных систем в структуре комплексной системы сбора, обработки информации и реагирования сил на химически опасном объекте.

Наибольший интерес с точки зрения практического применения представляют собой мобильные лидарные комплексы МЛК-2 (производитель НПП «Лазерные системы», г. Санкт-Петербург) [6].

Лидарные комплексы компонуются в виде транспортируемых модулей. В качестве транспортной платформы используются шасси грузовых автомобилей, предназначенных для перевозки контейнеров.

Лидарные комплексы оснащаются набором излучателей, что позволяет осуществлять лидарное зондирование в широком спек-

Точное географическое позиционирование обеспечивает входящий в состав лидарного комплекса приемник – ГЛОНАС/GPS.

Бортовой программный комплекс МЛК позволяет быстро в удобной для операторов форме выполнять все операции по настройке лазерного, оптического, электронного и электромеханического оборудования, а также получать результаты лидарного зондирования не только в виде диаграмм и графиков, но и с помощью специально разработанной системы картографирования, накладывать результаты измерений на карту местности, что позволит своевременно провести мероприятия по защите населения и территорий в районах размещения ПОО (ХОО, ОУХО).

Кроме того, на наш взгляд, весьма интересным представляется использование нового методологического подхода в организации и осуществлении биомониторинга с использованием экологического полигона в зоне защитных мероприятий ОУХО.

В отличие от известных методов, неотъемлемой частью экспертно-аналитической системы мониторинга ОУХО должен стать экологический полигон, позволяющий моделировать различные сценарии развития ситуации на объекте в режиме, наиболее приближенном к реальному, с определением зависимостей «доза-эффект» и «время-реакция».

В существующих системах мониторинга биомониторинг рассматривается с точки зрения долговременного анализа, применение же указанного подхода позволит значительно ускорить его проведение. В значительной степени оперативность будет определяться использованием автоматизации обработки данных.

Используя варианты алгоритмов проведения биомониторинга, возможно накапливать информацию об изменениях, происходящих в биообъектах, с занесением их в базу данных. В результате предварительных исследований на полигоне по воздействию того или иного фактора (вещества) возможно построить эталоны, определяющие характер нормального функционирования ОУХО.

Данные диагностического мониторинга, проводимого в течение длительного времени влияния объекта, предназначены для прогнозирования и раннего предупреждения аварийной ситуации на объекте с определением малых доз загрязнений (на уровне долей ПДК), данные оперативного мониторинга предназначены для оперативной оценки состояния окружающей среды при любой нештатной ситуации на объекте.

Сбор первичной информации с экологических полигонов проводится подвижными лабораториями заинтересованных министерств и ведомств (экологической (ПЭЛ), химико-радиометрической (ХРЛ) и др.) и передается для проведения лабораторных исследований в межведомственную экологическую лабораторию объекта, где происходит первичная обработка данных. Полученные данные обрабатываются при помощи средств автоматизации, анализируются и в дальнейшем используются для составления прогнозов влияния объекта на окружающую среду и, в конечном итоге, для подготовки и принятия управленческих решений.

В случае возникновения нештатных ситуаций на объекте либо проявления резкого отклика биообъектов на какие-либо вещества первичная информация с подвижных лабораторий, кроме вышеуказанных стационарных лабораторий, направляется напрямую в дежурно-диспетчерскую службу объекта и ЕДДС-01 соответствующих территорий (города, района, субъекта РФ) для экстренной оценки обстановки и принятия первоочередных решений [7, 11].

Предложенная структура, принцип построения комплексной системы безопасности критически важного, опасного объекта в сопряжении с ЕДДС-01 муниципального образования, Центром управления в кризисных ситуациях региона, системами оповещения, силами и средствами реагирования РСЧС всех уровней (локального, муниципального, межмуниципального, регионального, межрегионального и федерального) позволит в реальном режиме времени провести сбор информации, оперативно передать и обработать её, принять управленческое решение по организации защиты работающего персонала опасного объекта, населения, проживающего вблизи данного объекта, значительно снизить материальные затраты на локализацию и ликвидацию ЧС, и реализовать планы повышения защищенности работающего персонала критически важных, опасных объектов от угроз природного, техногенного и террористического актов.

Литература

1. Батырев В., Габричидзе Т., Третьяков П., Фомин П. В целях комплексной безопасности региона // Гражданская защита, №3, 2007.

2. Габричидзе Т. Организация мониторинга и прогнозирования ЧС на химически опасном объекте // Гражданская защита, №1, 2005.
3. «Основы государственной политики в области обеспечения химической и биологической безопасности Российской Федерации до 2010 года и на дальнейшую перспективу».
4. ГОСТ Р 22.1.12-2005 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Общие требования (Постановление Госстандарта России от 28.03.2005 N 65-стГОСТ Р от 28.03.2005 № 22.1.12-2005).
5. Третьяков П.А., Габричидзе Т.Г., Фомин П.М. Организация комплексной системы безопасности критически важных объектов на территории Удмуртской Республики // Технологии гражданской безопасности, №3 (9), 2006.
6. Габричидзе Т.Г., Алексеев В.А., Батырев В.В., Янников И.М. Лазерные системы контроля загрязнения атмосферы в районах размещения химически опасных объектов // Технологии гражданской безопасности, № 4 (10), 2006.
7. Янников И.М. Биомониторинг объектов по уничтожению химического оружия с использованием идентификационного полигона. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, Ижевск, 2007. 24 с.
8. Янников И.М. Анализ методов организации флористического мониторинга вокруг объектов по хранению и уничтожению химического оружия // Вестник ИжГТУ, Ижевск, №2, 2007. С. 135-138.
9. Янников И.М., Козловская Н.В. Изменения регламента биомониторинга при аварийных ситуациях на объектах по уничтожению и хранению химического оружия // Вестник Министерства по делам ГО и ЧС Удмуртской Республики, №3 (003), 2007. С. 33-35.
10. Габричидзе Т.Г., Янников И.М. Вопросы организации биомониторинга объектов по хранению и уничтожению химического оружия // Вестник МЧС Удмуртской Республики, № 2 (002), 2007. С. 3-4.
11. Габричидзе Т.Г., Янников И.М. Основы организации системы многоступенчатого экологического мониторинга и её сопряжение с АИУС РСЧС // Промышленная и экологическая безопасность №5 (7), 2007, С 13-19.
12. Габричидзе Т.Г., Янников И.М., Зубко Т.Л., Козловская Н.В. Трансформация почвенно-растительного покрова под влиянием мышьяксодержащих соединений и возможность мониторинга // Интеллектуальные системы в производстве. Ижевск.: Изд. ИжГТУ, 2006, № 2 (8). С 203-207.

Экологическое нормирование в системе управления экологической безопасностью при хранении и уничтожении химического оружия

© 2007. И.В. Орловская

Государственный научно-исследовательский институт промышленной экологии

Система экологического нормирования как элемент экологической безопасности населения и окружающей среды не достаточно изучена. В научном, методологическом и методическом плане отсутствуют глубоко проработанные и научно обоснованные принципы, подходы, приоритеты и механизмы экологического нормирования и контроля за соблюдением установленных нормативов. Задача нормирования – создать гибкую систему нормирования окружающей среды.

The system of ecological normalization as an element of ecological safety of the population and an environment is not investigated enough. In the scientific, methodological and methodical plan there are no deeply worked and scientifically proved principles, approaches, priorities and mechanisms of ecological normalization and the control over observance of the established specifications. The problem of normalization – to create flexible system of normalization of an environment.

Уничтожение химического оружия, одного из трёх основных типов оружия массового поражения, – необходимое, важное и чрезвычайно ответственное мероприятие, организация которого выходит далеко за рамки компетенции отдельного региона, на территории которого размещены арсеналы химических боеприпасов. Уничтожение химического оружия должно предусматривать не только решение сложнейших организационных и технических задач по уничтожению накопленных запасов отравляющих веществ, но и вопросов по восстановлению экологического благополучия территорий, на которых ранее разрабатывалось, производилось, испытывалось, хранилось и уничтожалось химическое оружие.

В соответствии со статьей 12 ФЗ РФ «Об уничтожении химического оружия» [1] одним из основных принципов обеспечения безопасности граждан и защиты окружающей среды при проведении работ по хранению, перевозке и уничтожению химического оружия является соблюдение экологических нормативов и стандартов безопасности. В настоящее время система экологического нормирования как элемент экологической безопасности населения и окружающей среды не достаточно изучена. В научном, методологическом и методическом плане отсутствуют глубоко проработанные и научно обоснованные принципы, подходы, приоритеты и механизмы экологического нормирования и контроля за соблюдением установленных нормативов.

Основой для нормирования в области охраны окружающей среды является система экологических законов, регламентов и стандартов, которая наравне с технологическими регламентами регулирует производственную деятельность предприятий [2, 3]. На сегодняшний день законодательство в области экологического нормирования не имеет прямого действия, а принятых «подзаконных» актов по экологическому нормированию недостаточно для обеспечения эффективной работы в этой области. Для более 80% наименований нормативов в области охраны окружающей среды, предусмотренных природоохранным законодательством, не установлен соответствующий порядок. Так, например:

- не определён порядок установления и утверждения нормативов допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду, позволяющих оценивать и регулировать совокупное воздействие комплекса источников техногенного загрязнения, расположенных в пределах конкретных территорий;
- не разработаны и не утверждены перечни объектов (кадастров), в отношении которых должны определяться технические нормативы выбросов;
- не установлены технические нормативы выбросов для стационарных источников, технологических процессов, технологического оборудования.

Из-за отсутствия вышеперечисленных нормативов трудно заставить природополь-

зователей проводить своевременную замену морально устаревших и физически изношенных производственных фондов, внедрять современные природоохранные и ресурсосберегающие технологии.

Совершенно очевидно, что для объектов уничтожения химического оружия, наиболее уязвимых с точки зрения обеспечения экологической безопасности и внимания со стороны государственного, гражданского и общественного контроля, должны быть установлены все предусмотренные законодательством нормативы в области охраны окружающей среды. Поэтому развитие нормативно-правовой базы экологического нормирования является первоочередной задачей в рамках гарантированного обеспечения экологической безопасности на объектах уничтожения отравляющих веществ, а дальнейшее повышение эффективности экологического нормирования как инструмента, обеспечивающего экологическую безопасность в процессе хранения и уничтожения химического оружия, осуществимо при условии реализации следующих мероприятий:

- проведения научно-исследовательских работ по обоснованию нормативов в области охраны окружающей среды;
- разработке порядка установления нормативов допустимого изъятия компонентов природной среды, нормативов допустимых физических воздействий на природную среду, нормативов допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду, технических и технологических нормативов выбросов;
- выявлению оснований для разработки и пересмотра нормативов в области охраны окружающей среды;
- формированию и обеспечению ведения единой информационной базы данных нормативов в области охраны окружающей среды;
- оценке и прогнозированию экологических, социальных экономических последствий применения нормативов в области охраны окружающей среды;
- разработке и утверждению перечней объектов (кадастров), в отношении которых должны определяться технические нормативы выбросов;
- совершенствованию экономического регулирования природоохранной деятельности посредством внесения изменений в Постановление Правительства РФ от 12.06.2003г. №344 в части базо-

вых нормативов платы за выбросы и сбросы;

- разработке государственных стандартов и иных нормативных документов в области охраны окружающей среды, устанавливающих порядок управления деятельностью в области охраны окружающей среды на объектах уничтожения химического оружия;
- по разработке государственных стандартов на технологии уничтожения отравляющих веществ и переработки, хранения и транспортировки реакционных масс и других отходов, образующихся в процессе детоксикации отравляющих веществ;
- по установке порядка экологической сертификации технических, технологических установок уничтожения отравляющих веществ, в том числе передвижных;
- по разработке нормативно-методических документов по сертификации опасных и (или) ресурсных свойств отходов.

В процессе реализации перечисленных мероприятий необходимо добиваться гибкости системы экологического нормирования, при которой величины нормативов воздействия на различные компоненты природной среды устанавливаются с учётом не только соблюдения нормативов качества окружающей среды, но и с учётом возможности реализации природоохранного законодательства в части контроля за соблюдением установленных нормативов.

Начиная с 2002 г. по настоящее время ФГУ «ГосНИИЭНП» проводит научно-исследовательские работы по обоснованию нормативов в области охраны окружающей среды на объектах УХО. Показано, что наиболее целесообразно ещё на стадии проектирования принимать такие концентрации отравляющих веществ в выбросах, которые при реализации объектов можно контролировать. Доказана необходимость корректировки действующих технологических регламентов уничтожения отравляющих веществ одновременно с корректировками нормативно-разрешительных документов в области охраны окружающей среды. Предложены расчётные методы контроля низких концентраций отравляющих и загрязняющих веществ (менее 0,5 ОБУВ, ПДК) с помощью унифицированных программ расчёта загрязнения атмосферы. Результаты проделанной работы

положены в основу «Методических указаний по нормированию выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для объектов по хранению и уничтожению химического оружия», согласованных Управлением по технологическому, экологическому и атомному надзору Ростехнадзора Российской Федерации. В «Методических указаниях» рассматривается весь комплекс вопросов, связанных с обеспечением нормирования выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для объектов УХО, а также с созданием системы контроля за соблюдением объектами установленных нормативов, приведены все необходимые данные для расчётов рассеяния загрязняющих веществ в окружающей среде. Рассмотрены вопросы организации аналитического контроля загрязняющих веществ на источниках выбросов. Документ разработан с целью установления единых подходов к нормированию выбросов на объектах УХО. При разработке учтён практический опыт установления

и корректировок нормативов выбросов на объектах УХО в п. Горный Саратовской области и г. Камбарка Удмуртской Республики.

В результате изучения деятельности предприятий по нормированию выбросов в атмосферу сделан вывод о необходимости научно-го подхода и обоснования критериев нормирования и к разработке стандартов, позволяющих единообразить этот процесс.

Литература

1. ФЗ РФ «Об уничтожении химического оружия» от 2 мая 1997 г. № 76-ФЗ (с изменениями от 29 ноября 2001 г., 10 января 2003 г., 22 августа 2004 г.).
2. ФЗ РФ «Об охране атмосферного воздуха» от 4 мая 1999 г. № 96-ФЗ (с изменениями от 22 августа 2004 г.).
3. Постановление Правительства РФ «Об утверждении порядка разработки и утверждении экологических нормативов выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, лимитов использования природных ресурсов, размещения отходов».

Использование живых организмов различных таксономических групп для биоиндикации состояния окружающей среды

© 2007. А.И. Иванов

РЦГЭКиМ по Пензенской области

Изложены результаты изучения возможностей использования организмов различных таксономических групп в целях биоиндикации. Подобран спектр индикаторных видов для биомониторинга в зоне защитных мероприятий объекта по уничтожению химического оружия в районе станции Леонидовка Пензенской области. Дается оценка эффективности различных методик, основанных как на морфологических, так и на физиолого-биохимических критериях.

The results of the investigation of the abilities of organisms belonging to different taxonomic groups for bioindication are set. A specter of indicator species for biomonitoring in the zone of protection activities in the chemical weapon destruction object in the vicinity of Leonidovka station in the Penza region is selected. The effectiveness of different methods based on both morphological and physiologo-biochemical criteria is evaluated.

Одним из важнейших способов оценки состояния окружающей среды является биоиндикация. В отличие от других способов она позволяет давать оценку хронического воздействия неблагоприятных факторов, в том числе и химического загрязнения. С помощью биоиндикации можно проследить последствия длительного воздействия того или иного поллютанта в ультрамалых концентрациях, находящихся далеко за пределами чувствительности приборов. Кроме того, биоиндикация позволяет оценивать суммарный эффект комплекса неблагоприятных факторов. Несмотря на это, в настоящее время существует лишь одна аттестованная методика [1]. Остальные находятся в основном в стадии разработки и используются лишь при проведении научных исследований. В связи с этим целью данной работы было изучение возможностей использования методов биоиндикации для мониторинга состояния окружающей среды в зоне защитных мероприятий (ЗЗМ) строящегося объекта уничтожения химического оружия (УХО) в окрестностях станции Леонидовка Пензенской области.

Эта статья написана на основе материалов полевых и лабораторных исследований, проводившихся под руководством автора с 1999-го по 2007 год, и позволивших четко определить круг представителей различных таксономических групп, перспективных для использования в целях биоиндикации в районе исследований.

Как показали исследования, проводившиеся на оз. Моховом, где в прошлом уничтожалось химическое оружие, очень чувстви-

тельными к химическому загрязнению являются диатомовые водоросли [2]. В частности, у *Hantzschia amphioxys* часто бывает скошена правая сторона панциря, у *Eunotia lunaris* имеются расширения створки посередине и ближе к концам. Аномальную форму и структуру панциря ранее уже отмечали многие исследователи диатомовых [3, 4] и связывали наличие уродств с химическими загрязнениями воды, поражением различными паразитами, генетическими изменениями. Находки уродливых форм диатомей в оз. Моховом, очевидно, могут быть связаны с химическим загрязнением его вод. Более того, вполне возможно, что эти отклонения у *Eunotia lunaris* являются проявлением массовой мутации генофонда популяции, так как они отмечены у 80% особей. Закрепление мутации в виде многоклеточности и уродств могло произойти при постоянном наличии в среде мутагена (отравляющих веществ), так как популяции диатомей имеют клональный характер.

Раковинные амёбы как один из доминирующих компонентов почвенной фауны активно заселяют верхние органогенные и органо-минеральные горизонты почв, достигая во многих из них высокой численности, биомассы и видовой разнообразия. Раковинки амёб являются своего рода посредником между организмом и средой и аккумулируют экологические воздействия на популяцию. Раковинки длительное время сохраняются в почве, а слабая двигательная активность этих организмов способствует образованию характерных видовых комплексов [5]. Это определяет высокую индикаторную значимость раковин-

ных амёб. На обследованной территории обнаружен 31 вид раковинных амёб [6]. Наиболее типичными структурообразующими видами оказались *Centropyxis aerophila* и *C. aerophila sphagnicola*. Распространены также *C. sylvatica globulosa*, *Trinema complanatum*, *T. lineare*. В составе комплекса преобладают представители четырёх семейств – *Centropyxidae*, *Cyclopyxidae*, *Euglyphidae* и *Trinematidae*. Вместе они составляют 68% всего видового разнообразия. Таким образом, определён видовой состав и выявлены удобные индикаторные виды почвенных раковинных корненожек. Опираясь на эти данные, можно строить оригинальную систему мониторинга упомянутой территории.

Сведения о грибах-индикаторах загрязнения окружающей среды тяжёлыми металлами и мышьяком в настоящее время весьма ограничены. Имеющиеся литературные источники посвящены в основном съедобным видам макромицетов, накапливающим наиболее токсичные элементы: свинец, ртуть и кадмий [7, 8]. Поэтому целью наших исследований был поиск видов-индикаторов загрязнения окружающей среды мышьяком и тяжёлыми металлами, в число которых вошли железо, кобальт, марганец, никель, свинец, цинк и хром. В качестве объектов исследований были взяты относящиеся к различным трофическим группам макромицеты порядков *Aphylllophorales*, *Agaricales* и *Auriculariales*.

Сбор плодовых тел грибов для исследований осуществлялся в лесных экосистемах Пензенской области в 2005–2006 гг. Всего было собрано 540 образцов, относящихся к 103 видам, по каждому виду анализировалось не менее трех образцов. Способность к биоабсорбции изучаемых элементов оценивалась в условиях различных подтипов серых лесных почв, не испытывающих техногенного воздействия. Среди них наиболее распространёнными являются светло-серые лесные маломощные супесчаные почвы и светло-серые лесные среднемощные суглинистые, сформированные на песках, глинах и опоках. Они отличаются малым содержанием гумуса, что обуславливает их низкую сорбционную способность. Кислотность колеблется от 4,8 до 5,7 единицы рН. Содержание подвижного фосфора и нитратного азота характеризуется как низкое. Содержание валовых форм изучаемых элементов в почвах колеблется в пределах (мг/кг): железа (по Fe_2O_3) от 22340 до 172300; кобальта от 3 до 31; марганца (по MnO) от 253 до 6275; нике-

ля от 11 до 42; свинца от 5 до 45; цинка от 42 до 123 мг/кг; хрома от 61 до 171; мышьяка от 5 до 18 воздушно-сухой почвы.

Определение химических элементов в плодовых телах грибов осуществлялось рентгенофлуоресцентным методом на спектрометре «Спектроскан Макс-GF1E».

На основе полученных данных было установлено, что способность накапливать в плодовых телах определённые химические элементы определяется, в первую очередь, биологическими особенностями гриба и является специфичной для каждого вида. Лишь для немногих видов макромицетов величина биоабсорбции находилась в тесной связи с содержанием химических элементов в субстрате. Так, наличие зависимости между высокой абсорбционной способностью по отношению к мышьяку и содержанием этого элемента в субстрате выявлено у гриба *Lepista nuda*, что наряду с широкой распространённостью и массовостью плодоношения позволяет рассматривать его как идеальный индикатор загрязнения окружающей среды мышьяком. В качестве индикатора загрязнения окружающей среды железом и цинком может быть предложен *Hirschioporus abietinus*, марганцем – *Auricularia mesenterica*, свинцом – *Lepista nebularis*.

Высокочувствительными объектами биоиндикации состояния окружающей среды являются лишайники. Их использование обусловлено чувствительностью фикобионтов лишайников к загрязняющим атмосферу веществам; отсутствием кутикулы и устьичного механизма, способствующих свободной диффузии газов и аэрозолей; медленным возобновлением таллома, приводящим к сохранению повреждений, вызванных влиянием поллютантов вплоть до гибели слоевища; строгими требованиями к кислотности субстрата, изменение которого способствует некрозам и гибели талломов. Удобными объектами биоиндикации территории ЗЗМ являются виды *Hypogymnia physodes* и *Ramalina pollinaria*. Результаты исследований свидетельствуют, что данные виды чувствительны к продуктам деструкции фосфорорганических отравляющих веществ (ФОВ), широко распространены на территории ЗЗМ, слоевища легко отделимы от субстратов. Наиболее чувствительным представителем к продуктам деструкции ФОВ в эксперименте является *Pseudoevernia furfuracea*. В связи с отсутствием данного вида на интересующей нас местности мы предлагаем трансплантировать на площадке ЗЗМ слоевища с экологически чистой территории заповедника «Верховья Суры».

Объектами биоиндикации могут служить и некоторые виды моховидных. В качестве объектов биоиндикации в районе исследований могут быть использованы три наиболее распространённых вида мхов – *Dicranum undulatum*, *Pleurocium schreberi* и *Stereodon pallescens*. Как показали наши исследования, перечисленные виды оказались чувствительными к таким веществам – продуктам деструкции ФОВ, как капролактамы и метилфосфоновая кислота (МФК). В частности, это выражалось в увеличении содержания в тканях мхов малонового диальдегида, являющегося вторичным продуктом перекисного окисления липидов.

Среди голосеменных растений видом, перспективным с точки зрения биоиндикации, является сосна обыкновенная (*Pinus silvestris*). Она широко распространена в ЗЗМ строящегося объекта УХО. Как показали наши исследования в местах прошлого УХО, химический стресс оказывает влияние не только на морфологические, но и физиолого-биохимические признаки данного вида, в частности, на накопление свободного пролина и электрохимические спектры изопероксидаз [9].

Из покрытосеменных наиболее удобным объектом биоиндикации является берёза повислая (*Betula pendula*), которая присутствует на большинстве точек пробоотбора в ЗЗМ объекта УХО. Берёза перспективна для оценки состояния окружающей среды с использованием показателя флуктуирующей асимметрии морфологических признаков. Кроме того, берёза представляет большой интерес для изучения воздействия неблагоприятных факторов на пигментные и ферментные системы.

В период с 2002-го по 2007 г. проводились исследования по изучению флуктуирующей асимметрии билатеральных морфологических признаков в популяциях рыб в право- и левобережье Пензенского водохранилища. Для оценки экологического состояния исследуемой территории нами были выбраны окунь обыкновенный (*Perca fluviatilis*) и ёрш обыкновенный (*Gymnocephalis cernuus*), являющиеся в данном водоёме фоновыми, доминирующими видами, размножающимися и кормящимися в прибрежной зоне [10]. Оценка стабильности развития по каждому признаку сводится к оценке асимметрии, что означает учёт различий в значениях признака слева и справа. Для меристического признака величина асимметрии у каждой особи определяется по различию числа билатеральных структур по сторонам. Популяционная оценка выражается средней

арифметической этой величины. Объём выборки для исследования составлял 20 особей. Для оценки уровня асимметрии признаков был осуществлён отлов рыбы в акватории Пензенского водохранилища, входящей в территорию ЗЗМ. Результаты говорят о неудовлетворительном состоянии популяций окуня правобережья Пензенского водохранилища в местах впадения р. Печарка, р. Аулька, р. Круглый. Состояние популяций ерша оказалось удовлетворительным. Удовлетворительный показатель стабильности развития популяции ерша можно объяснить большей выносливостью данного вида к загрязнениям и питанием на более глубоких местах. Более высокая чувствительность показателя флуктуирующей асимметрии окуня, большая численность, повсеместность распространения и несложная методика отлова позволяют нам считать данный вид оптимальным для биоиндикационных исследований в описываемой зоне. Результаты исследований согласуются с данными биотестирования и химического анализа, показавшими, что источниками загрязнения прибрежной зоны Пензенского водохранилища являются подводные ключи, питание которых связано с полигонами прежнего уничтожения химического оружия и очистными сооружениями.

Для расчёта показателя стабильности развития популяции на примере земноводных использовали лягушку озёрную (*Rana esculenta*). Земноводные являются удобным объектом при проведении биомониторинга. Так как амфибии обитают на границе двух сред – водной и наземной, состояние их организма в наиболее полной мере отражает состояние окружающей среды. Были проведены отловы лягушек в ЗЗМ объекта УХО в эстуариях р. Лямзый и р. Круглый. Рассчитанные показатели асимметрии указывают на критическое состояние популяций данного вида в изучаемой зоне.

Интересна возможность использования птиц в качестве индикаторов состояния среды. О превышении норм антропогенной нагрузки может свидетельствовать снижение их численности, примеры таких фактов встречаются в литературе [11]. Оценены видовой состав и плотность населения птиц в районе ст. Леонидовка. Для исследований авиафауны выбраны два наиболее показательных маршрута по границе санитарной защитной зоны (СЗЗ). Были определены состав видов птиц, их относительная численность, плотность населения и доля каждого вида от суммарной плотности [12]. Из 40 обнаруженных видов на пер-

вом маршруте преобладает лесной конёк (*Anthus trivialis*), а на втором (из 41) – зяблик (*Fringilla coelebs*). В дальнейшем эти виды и ряд других, наиболее обычных здесь птиц будут использованы как модельные объекты для слежения за состоянием авиафауны.

Не менее показательным объектом для мониторинговых исследований состояния фауны служат млекопитающие. Эта группа заслуживает особого внимания, являясь исключительно информативной как с позиций исследования разнообразия, обилия и распространения, так и в качестве объекта для молекулярно-генетических исследований.

В районе ст. Леонидовка установлено обитание более 30 видов млекопитающих, относящихся к 6-ти отрядам: насекомоядных, рукокрылых, зайцеобразных, грызунов, хищных, парнокопытных [13]. Доминируют на всех маршрутах и, что важно, строго сохраняют видовое представительство, при закономерных колебаниях видовой динамики определяемых спецификой биотопов, грызуны, а субдоминантами служат насекомоядные. В связи с этим для проведения экологического и генетического мониторинга популяций грызунов и насекомоядных проведён отлов модельных видов, которыми являются рыжая полёвка (*Clethrionomus glareolus*) и обыкновенная бурозубка (*Sorex araneus*) и, как дополнительные, жёлтогорлая мышь (*Apodemus flavicollis*), лесная мышь (*Apodemus uralensis*) и полевая мышь (*Apodemus agrarius*).

Частота встречаемости клеток с хромосомными aberrациями в костном мозге мелких млекопитающих является важной характеристикой генотоксических свойств среды [14, 15]. Этот вид анализа хромосомного аппарата клетки давно и с успехом применяется для тестирования мутагенных свойств различных веществ как в лабораторных условиях, так и при анализе природных популяций грызунов, испытывающих антропогенные воздействия разных уровней. Исследование мелких млекопитающих как модельных объектов генотоксического мониторинга можно использовать и для косвенного определения степени генетической опасности загрязняющих веществ, поскольку массовое обследование людей с этой целью – дорогой и сложный в методическом отношении процесс. Дело в том, что благодаря высокой интенсивности метаболизма поллютанты в органах и тканях мелких млекопитающих накапливаются значительно быстрее, чем у крупных животных. С использованием стандартных методик [16] проанализированы

кариотипы индикаторных видов: обыкновенной бурозубки и обыкновенной полёвки, а в качестве дополнительных – рыжей полёвки и лесной мыши. В дальнейшем, при проведении цитогенетического мониторинга и оценки частоты хромосомных aberrаций предполагается исследование до 100 метафазных пластинок от каждого животного, в которых будет проведён подсчёт делеций, транслокаций, инверсий, анеуплоидных клеток.

Изучен генетический полиморфизм в популяциях рыжей полёвки (*Clethrionomus glareolus*), жёлтогорлой мыши (*Apodemus flavicollis*), полевой мыши (*Apodemus agrarius*). Полиморфизм ДНК изучается посредством клонирования отдельных её участков в процессе полимеразной цепной реакции (метод RAPD-PCR). Выяснено, что на данном этапе во всех популяциях отмечается средний или высокий уровень гетерозиготности и высокий уровень генетического полиморфизма. Эти данные подтверждают удачность выбора объектов – индикаторов для мониторинга генотоксических свойств среды и указывают на широкие аналитические возможности при использовании избранного метода молекулярно-генетического анализа.

Считается, что наиболее чувствительным показателем влияния загрязнения окружающей среды на организм является состояние иммунной системы человека и животных. Поэтому методы оценки состояния иммунной системы (особенно в динамике) оказываются весьма информативными даже в том случае, когда никакими другими тестами выявить неблагоприятное воздействие токсиканта не удаётся.

Наиболее удобными объектами для исследования влияния загрязнения окружающей среды на иммунобиологический статус являются лабораторные животные (мыши или крысы), которые позволяют изучать влияние алиментарного фактора (воды, растительного корма и т. п.) на развитие иммунной системы организма и при этом моделировать различные факторы окружающей среды. Исследования на лабораторных крысах позволяют получить результаты, наиболее точно отражающие воздействие загрязнения окружающей среды на организм человека, так как многие биохимические процессы, протекающие в организме человека и крысы, сходны. Причём по скорости биохимических процессов одна неделя жизни крысы соответствует 39 неделям жизни человека, что позволяет давать достоверный долгосрочный прогноз. Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, с которой

активно сотрудничает РЦГЭЖиМ по Пензенской области, располагает оборудованным вариантом, где проводятся исследования влияния спектра факторов на различные органы и системы крыс. Использование линейных крыс (линии Wistar) и современных методов биохимических, гистологических и иммунологических исследований позволяет получать достоверные результаты.

Достаточно объективную экологическую оценку дают исследования комплекса клеточного и гуморального звеньев иммунной системы, а также системы неспецифической защиты организма.

Кроме лабораторных животных, в качестве объекта биоиндикации может быть использован крупный рогатый скот. В ходе исследований, проводившихся под руководством профессора Г.И. Боряева, изучался иммунобиологический статус животных, выпасавшихся близ мест прежнего уничтожения химического оружия [17]. В результате был установлен ряд отклонений от нормы по следующим параметрам:

- относительному и абсолютному содержанию Т-лимфоцитов в периферической крови (клеточное звено иммунитета);
- фагоцитарной активности нейтрофилов и макрофагов (состояние фагоцитарной защиты организма);
- относительному и абсолютному содержанию В-лимфоцитов в периферической крови, отвечающих за синтез иммуноглобулинов;
- концентрации иммуноглобулинов G-, M- и A-изотопов в сыворотке крови (гуморальное звено иммунитета);
- бактерицидной активности сыворотки крови.

Таким образом, в ходе проведённых исследований был определён круг видов, перспективных с точки зрения использования в биоиндикации. Широкий спектр таксонов, к которым они относятся, позволяет оценивать воздействие химического загрязнения на биоту в целом и прогнозировать возможность изменений. Результаты проведённых исследований свидетельствуют о том, что наиболее предпочтительными являются методики, связанные с определением биохимических показателей состояния организмов, как наиболее точно определяемые и близкие к аналитическим. В связи с этим следует рекомендовать разработку и внедрение методик подобного плана, что даст возможность оптимизировать мероприятия, проводимые в рамках мониторинга СЗЗ и ЗММ объектов УХО и других антропогенно нарушенных территорий.

Литература

1. Захаров В.М. Здоровье среды: методика оценки. М.: Центр экологической политики России. 2000. 184 с.
2. Чистякова А.А., Куликовский М.С. Влияние химического загрязнения на альгофлору озера Моховое // Экологические проблемы наследия «холодной войны» и пути их преодоления. Мат-лы междунар. конф., Пенза, июнь 2003 г. Пенза, 2004. С. 85-89.
3. Barber H.G., Carter J.A. Observations on some deformities found in British diatoms // *Microscopy*, V. 34, №3, 1981. P. 214-226.
4. Гололобова М.А., Белякова Г.А. Некоторые уродливые формы диатомовых из Коссинских озёр (Москва) // *Бот. Журн.*, Т. 85, №10, 2000. С. 39-42.
5. Гельцер Ю.Г. Простейшие (Protozoa) как компонент почвенной биоты (систематика, экология) // М.: Изд. МГУ, 1993. 175 с.
6. Мазей Ю.А., Ембулаева Е.А., Бубнова О.А. Почвенная нанофауна как объект экологического мониторинга. Геобионтные раковинные амёбы // Мониторинг природных экосистем в зонах защитных мероприятий объектов по уничтожению химического оружия: сб. ст. Всеросс. науч.-прак. конф., Пенза, май 2007 г. Пенза, 2007. С. 105-113.
7. Gast C.H., Jansen E, Bierling J., Haanstra L. Heavy metals in mushrooms and their relationship with soil characteristics // *Chemosphere*. Vol. 17(4). 1988. P. 789-799.
8. Kuusi T. Lead, Laaksovirta, H. Liukkonen-Lilja, M. Lodenius, S. Piepponen Cadmium, and mercury contents of fungi in the Helsinki // *Annales Botanici Fennici*, Vol. 16. 1981. P. 208-212.
9. Иванов А.И., Мазей Ю.А., Ильин Д.Ю., Ильина Г.В. Методы биоиндикации и биотестирования в оценке фонового состояния акватории Пензенского водохранилища // Проблемы охраны и экологического мониторинга природных ландшафтов и биоразнообразия: Сб. статей Всеросс. науч.-прак. конф., Пенза, май 2006. С. 34-37.
10. Ильин В.Ю., Янкин А.В. Русловые переливные плотины верхнего течения реки Суры и их влияние на размещение ихтиофауны // Проблемы охраны и экологического мониторинга природных ландшафтов и биоразнообразия: Сб. статей Всеросс. науч.-прак. конф., Пенза, май 2006. С. 42-46.
11. Кустов Ю.И. Индикаторная роль птиц на изменение состояния окружающей среды // Региональные эколого-фаунистические исследования как научная основа фаунистического мониторинга, охраны и рационального использования животных. Курск, 1990. С. 97-98.
12. Муравьев И.В., Лукьянова И.Ю. Птицы зоны защитных мероприятий объекта по уничтожению химического оружия в окрестностях станции Леоидовка Пензенской области // Мониторинг природных экосистем в зонах защитных мероприятий

объектов по уничтожению химического оружия: сб. ст. Всеросс. науч.-прак. конф., Пенза, май 2007 г. С. 123-129.

13. Ильин В.Ю., Золина Н.Ф., Курмаева Н.М. Млекопитающие зоны защитных мероприятий объекта по уничтожению химического оружия в Пензенской области // Мониторинг природных экосистем в зонах защитных мероприятий объектов по уничтожению химического оружия: сб.ст. Всеросс. науч.-прак. конф., Пенза, май 2007 г. Пенза, 2007. С. 69-71.

14. Гилева Э.А., Косарева Н.Л., Любашевский Н.М., Бахтиярова М.Ф. Изменчивость частоты хромосомных нарушений, индуцированных антропо-

генными поллютантами, у домовых мыши из Гиссарской долины // Экология, №1, 1993. С. 62-70.

15. Дмитриев С.Г. Цитогенетическая нестабильность у трёх видов грызунов в районе химического предприятия на севере России // Экология, №6, 1997. С. 447-451.

16. Графодатский А.С. Раджабли С.И. Хромосомы сельскохозяйственных и лабораторных млекопитающих // Атлас. Новосибирск, Наука, 1988. 128 с.

17. Боряев, Г.И. Методика определения влияния загрязнения окружающей среды на иммунобиологический статус животных // Экологические проблемы наследия «холодной войны» и пути их преодоления. Мат-лы междунар. конф., Пенза, июнь 2003 г. Пенза, 2004. С. 16-20.

УДК 631.466.3:631.453

Метилфосфоновая кислота как регулятор биологических процессов в экологических системах: действие на микроорганизмы, ферментативную активность и высшие растения

© 2007. Т.Я. Ашихмина, Л.В. Кондакова, Л.И. Домрачева, С.Ю. Огородникова
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

Показано, что под влиянием метилфосфоновой кислоты (МФК) происходит изменение в численности, видовом и групповом составе фототрофных микробных комплексов почвы, а также изменяется популяционная и видовая плотность природных биоплёнок *Nostoc commune*. Обсуждается возможность использования цианобактерий для биотестирования на содержание МФК с помощью тетразольно-топографического метода. Доказана неоднозначность действия МФК на всхожесть и линейные размеры проростков различных сельскохозяйственных культур.

It is shown that under the influence of methylphosphonic acid (MPA) there take place some changes in the quantity, species and group composition of phototrophic microbe soil complexes as well as in the population and species density of natural *Nostoc commune* bio-films. The possibility of using cyanobacteria in bio-testing of MPA content using tetrasole-topographic method is discussed. The ambiguity of MPA influence on germination and linear size of the seedlings of different agricultures is proved

Проблема безопасного для окружающей среды уничтожения химического оружия сохраняет свою актуальность в течение всего периода эксплуатации объектов уничтожения химического оружия. В связи с этим на каждом этапе эксплуатации объекта и уничтожения различных специфических отравляющих веществ возрастает необходимость проведения исследований по изучению воздействия их на живые организмы и разработке и внедрению новых методов мониторинга природной среды. Этим целям подчинены исследования, проводимые в лаборатории биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, созданной в 1990 г. Лаборатория, в частности, специализируется на

разработке методов мониторинга природной среды и объектов, в том числе выполняются научно-исследовательские работы по изучению воздействия поллютантов (ТМ, мышьяка, метилфосфоновой кислоты, пиррофосфатов) на различные компоненты природной среды. Используя диапазоны концентраций этих соединений в природной среде и модельных опытах (*in vivo* и *in vitro*), определяют порог толерантности к ним организмов разной систематической принадлежности. В данной работе исследования проводились с метилфосфоновой кислотой (МФК), которая является конечным продуктом гидролиза и универсальным маркером фосфорорганических отравляющих веществ. Это кристалли-

ческое вещество с температурой плавления 104-106°C. По химическим свойствам – кислота средней силы, хорошо растворимая в воде [1]. МФК устойчива в природных условиях и сохраняется в почве десятилетиями [2]. Установлено, что при попадании в окружающую среду МФК уже в низких концентрациях оказывает влияние на жизнедеятельность растений [3]. Имеются сведения о том, какие эффекты может оказать МФК на почвенную микробиоту. Так, при изучении динамики численности микроорганизмов в южных чернозёмах под влиянием МФК выявлено, что разные виды почвенных микроорганизмов ведут себя неодинаково. Бактерии и их мицелиальные формы (актиномицеты) сначала резко подавляются МФК (на 60-70%), но к 30-му дню наблюдения увеличивают свою численность примерно в 1,5 раза [4]. Такое несколько парадоксальное действие МФК на численность микроорганизмов авторы объясняют тем, что при взаимодействии микробиоты с МФК в почве, возможно, происходит биотрансформация и биodeградация этого соединения. Действительно, выявлены микроорганизмы, которые гидролизуют связь С-Р [5, 6]. Ряд микроорганизмов использует метилфосфонаты в качестве единственного источника фосфора [7]. В лабораторных опытах выявлено, что бактерии *Bacillus sp.* и *Pseudomonas sp.* вызывают биodeградацию фосфорорганических загрязняющих веществ. Это свойство микроорганизмов лежит в основе биотехнологического подхода к утилизации токсичных соединений. Однако, кроме сапротрофов, почва обильно заселена фототрофными микроорганизмами – представителями различных отделов водорослей и цианобактерий. Являясь первичными продуцентами почвенных биоценозов, эти организмы играют значительную роль в протекании всех микробиологических процессов в почве. Многократно обсуждалась роль почвенных водорослей как одних из наиболее экспрессных и чувствительных индикаторов на химическое загрязнение почвы [8]. Между тем практически отсутствуют сведения о реакции водорослей на МФК, попадание которой в почву возможно при работе объектов по уничтожению химического оружия и/или при аварийных ситуациях.

Целью работы было изучить реакцию микрофототрофов, как обитающих в почве, так и образующих наземные биоплёнки, на воздействие разных концентраций МФК, а

также сравнить чувствительность различных сельскохозяйственных растений к данному токсиканту. Разработать метод тестирования содержания МФК в окружающей среде с использованием цианобактерий.

Материалы и методы

Для изучения влияния МФК на фототрофный микробный комплекс использовали пахотную дерново-подзолистую среднесуглистую почву, наиболее распространённую в Кировской области на территории строящегося объекта по уничтожению отравляющих веществ. Почву отбирали с глубины 0-10 см. Содержание органического углерода в ней составляло 3,46%, рН водной вытяжки – 5,04. Почву в 1-й серии опытов инкубировали с МФК в течение 5 дней, во 2-й серии – 20 дней. В контрольном варианте в почву вносили дистиллированную воду, в опытных вариантах – МФК в концентрациях $5 \cdot 10^{-3}$ и $5 \cdot 10^{-4}$ моль/л. После инкубации почвенные образцы помещали в чашки Петри, увлажняя до 70% от полной влагоёмкости. Поверхность почвы выравнивали и на гладкую поверхность раскладывали покровные стекла обрастания. В течение 3 месяцев определяли видовой состав альгофлоры. Количественный учёт различных групп водорослей проводили прямым микроскопическим методом на 6, 12, 20 и 41 сутки альгосукцессии. При количественном учёте просматривали 600 полей зрения на 4-х покровных стёклах. Обработку результатов проводили по стандартным статистическим программам.

Для изучения влияния МФК на природные биоплёнки использовали корочки *Nostoc commune*, собранные в октябре 2006 г. вдоль обочины шоссе на окраине г. Дзержинска Нижегородской области, который является одним из экологически неблагополучных городов России. Изучение альго-цианобактериальной микрофлоры проводили путём прямого микроскопирования в сочетании с методами чашечных и водных культур [9]. Численность микрофототрофов и длину грибного мицелия учитывали на мазках методом прямого микроскопирования [10].

Опыты по влиянию МФК на биоплёнки были проведены с использованием стерильного промытого речного песка, помещённого в чашки Петри (30 г). В каждую чашку вносили по 0,5 г воздушно сухих плёнок *N. commune*. В контрольном варианте песок в чашках увлажняли дистиллированной водой. В опытных ва-

риантах – МФК в концентрациях 10^{-4} и 10^{-3} моль/л. Через 4 месяца после постановки опыта изучали качественный и количественный состав фототрофных комплексов, которые развились на поверхности песка вследствие миграции микроорганизмов из биоплёнок.

При изучении влияния МФК на высшие растения тестируемыми культурами были яровая пшеница сорта Иргина, кормовой горох пелюшка сорта Надежда и горчица посевная. Опыт проводили в чашках Петри в 3-кратной повторности. Семена пшеницы и пелюшки отбирали в количестве 50 штук на повторность, горчицы – 100 штук. Семена концентрическими кругами раскладывали на фильтровальной бумаге, МФК вносили в чашки в виде растворов. В вариантах с *N. commune* по 0,5 г плёнок размачивали в воде в течение суток и вносили в чашки перед закладыванием семян.

В динамике в течение 3-х дней определяли всхожесть. Опыты снимали на третьи сутки, определяя длину корней и проростков.

Результаты и их обсуждение

Наиболее полное видовое обилие водорослей выявлено при предварительных длительных сроках инкубации почвы с МФК (рис. 1).

При этом МФК в малых дозах ($5 \cdot 10^{-4}$ моль/л) стимулирует реализацию видового потенциала водорослей при любых сроках инкубации. По видовому разнообразию в исследованной

почве преобладают представители *Cyanophyta*. Особенно многочисленны представители родов *Phormidium* и *Leptolyngbya* (табл. 1).

Наибольшее видовое разнообразие *Cyanophyta* характерно для варианта МФК $5 \cdot 10^{-4}$ моль/л (инкубация 20 дней). Для *Bacillariophyta* характерны типичные представители родов *Navicula*, *Hantzschia*, *Pinnularia*. Среди *Chlorophyta* преобладают роды *Chlamydomonas* и *Coccomyxa*. Совсем не встречаются представители отдела *Xanthophyta*. Согласно литературным данным [8] и нашим наблюдениям, жёлтозелёные водоросли наиболее чувствительны к загрязнению, их отсутствие указывает на токсичность почвы.

При прямом микроскопическом учёте развитие водорослей на поверхности почвы впервые удалось зафиксировать на 6-е сутки сукцессии. Поверхностная альгофлора была представлена только одноклеточными зелёными водорослями, численность которых была очень невелика и колебалась от 6 до 87 клеток/см². На 12-е сутки сукцессии численность клеток одноклеточных *Chlorophyta* возрастает до 40-94 на 1 см², в контрольном варианте появляются единичные клетки диатомей. Инкубирование почвы с МФК стимулирует размножение безгетероцистных форм *Cyanophyta*, а длительное предварительное инкубирование почвы с МФК в обеих концентрациях стимулирует размножение гетероцистных форм *Cyanophyta* (125 клеток/см² при концентрации $5 \cdot 10^{-4}$ и 1294 клетки/см² при $5 \cdot 10^{-3}$ моль/л МФК).

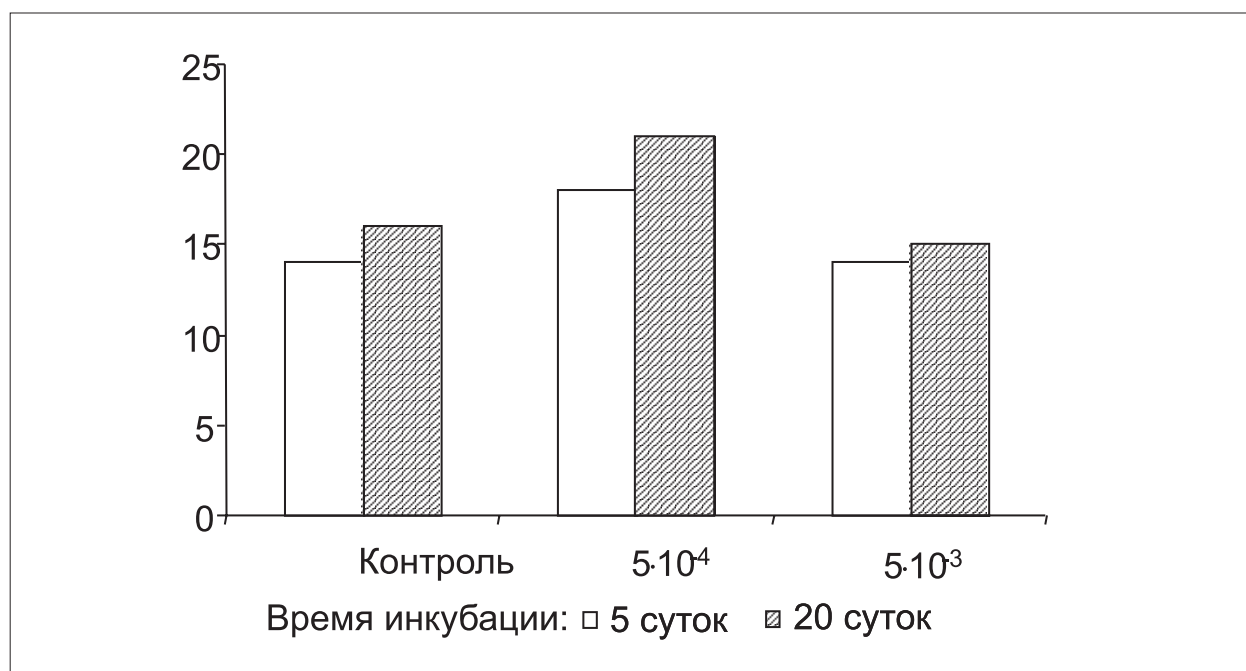


Рис. 1. Влияние метилфосфоновой кислоты на количество видов в альгогруппировках. (По оси абсцисс – концентрация (моль/л) МФК, по оси ординат – количество видов)

Таблица 1

Влияние МФК (моль/л) на видовой состав водорослей дерново-подзолистой почвы на завершающей стадии сукцессии

Вид	Варианты опыта					
	5 дней предварительной инкубации			20 дней предварительной инкубации		
	Кон-троль	МФК $5 \cdot 10^{-4}$	МФК $5 \cdot 10^{-3}$	Кон-троль	МФК $5 \cdot 10^{-4}$	МФК $5 \cdot 10^{-3}$
Суанопхита						
<i>Anabaena cylindrica</i> Lemm.					+	
<i>A. sphaerica</i> Born. et Flah. f. <i>conoidea</i> Elenk.					+	+
<i>Calothrix brevissima</i> G. S. West	+	+	+			
<i>C. elenkini</i> Kossinsk.	+	+	+	+	+	+
<i>Cylindrospermum muscicola</i> Kütz.	+			+		
<i>Leptolyngbya foveolarum</i> [Rabenh. ex Gom.] Anagn. et Kom.	+	+	+	+	+	+
<i>L. fragilis</i> [Gom.] Anagn. et Kom.					+	+
<i>Nostoc. linckia</i> [Roth] Born. et Flah. f. <i>muscorum</i> [Ag.] Elenk.	+	+	+	+	+	+
<i>N. linckia</i> [Roth] Born. et Flah.		+	+		+	+
<i>N. punctiforme</i> [Kütz.] Hariot	+	+	+	+	+	+
<i>N. paludosum</i> Kütz.	+	+	+	+	+	+
<i>Phormidium autumnale</i> [Ag.] Trevisan ex gom.		+				
<i>P. henningsii</i> Lemm.	+	+	+	+	+	+
<i>Pseudanabaena papillaterminata</i> [Kissel.] Kukk						+
<i>P. catenata</i> Laut.		+	+		+	
<i>Trichromus variabilis</i> [Kütz. ex Born. et Flah.] Kom. et Anagn.	+	+		+		
Bacillariophyta						
<i>Hantzschia amphioxys</i> [Ehr.] Grun.	+	+	+	+	+	+
<i>Luticola mutica</i> [Kütz.] Mann	+		+	+	+	
<i>Navicula mutica</i> Kütz. var. <i>binodis</i> Hust.					+	
<i>N. pelliculosa</i> [Bre`b.] Hilse	+	+	+	+	+	+
<i>Stauroneis anceps</i> Ehr.					+	
<i>Pinnularia borealis</i> Ehr.				+	+	
Chlorophyta						
<i>Chlamydomonas atactogama</i> Korsch.		+				
<i>Ch. gloeogama</i> Korsch.	+	+	+	+	+	+
<i>Ch. oblongella</i> Lund		+				
<i>Coccomyxa confluens</i> [Kütz.] Fott	+	+	+	+	+	+
<i>Chlorococcum sp</i>		+		+	+	+
<i>Scotiellopsis oocystiformis</i> [Lund] Punc. et Kalina				+	+	
Итого	14	18	14	16	21	15

На 20-е сутки сукцессии полностью реализуется групповое разнообразие микрорототрофов, развиваются представители всех отделов *Chlorophyta*, *Bacillariophyta*, безгетероцистные и гетероцистные (азотфиксирующие) *Суанопхита*. При этом из одинакового первоначального фонда клеток формируются сообщества, различающиеся как по количественному обилию клеток водорослей, так и по структуре популяций (табл. 2).

Как видно из таблицы 2, высокие концентрации МФК при любом сроке предварительной инкубации почвы с данным соединением выступают как фактор, инициирующий размножения водорослей. При этом увеличение плотности клеток в наземных альгоценозах происходит за счёт появления в структуре популяций *Суанопхита* (свыше 80% от общей численности фототрофов). В контрольных вариантах (без внесения МФК) абсолютное доминирование в фото-

Таблица 2

Влияние МФК на численность водорослей и структуру альгоценозов дерново-подзолистой почвы (модельный опыт, 20-е сутки сукцессии)

Вариант МФК, моль/л	Численность клеток/см ²	<i>Chlorophyta</i> , %	<i>Bacillaryophyta</i> , %	Безгетероцистные <i>Cyanophyta</i>	Гетероцистные <i>Cyanophyta</i>
5 дней инкубации					
Контроль	381	94,75	5,25	0	0
5·10 ⁻⁴	350	94,77	5,43	0	0
5·10 ⁻³	1800	9,72	2,44	61,11	26,72
20 дней инкубации					
Контроль	275	93,09	6,91	0	0
5·10 ⁻⁴	975	33,33	1,95	55,08	9,64
5·10 ⁻³	2843	18,25	1,55	4,57	75,62

трофном микросообществе принадлежит одноклеточным зелёным водорослям с незначительной плотностью клеток. Тенденция стимулирующего эффекта МФК на развитие синезелёных водорослей (цианобактерий, ЦБ) усиливается в ходе аутогенной сукцессии. Так, в последний срок количественного учёта водорослей (41-е сутки) развитие водорослей на поверхности почвы достигло уровня «цветения». Максимальные показатели численности клеток по-прежнему отмечаются в варианте с МФК 5·10⁻³ моль/л (табл. 3).

Анализируя результаты таблицы 2 и 3, можно видеть, что повышенные концентрации МФК и удлиненные сроки инкубации её в почве стимулируют размножение водорослей, в первую очередь, такую своеобразную группу, как *Cyanophyta* (*Cyanobacteria*). Являясь древнейшими организмами планеты, синезелёные

водоросли (цианобактерии) способны выживать в самых экстремальных условиях среды. Высочайший уровень адаптации этих организмов к прессингу факторов, угнетающих другие группы водорослей, обусловлен пластичностью и многообразием путей их метаболизма [11–13]. Способность к оксигенному фотосинтезу, азотфиксации, синтез широкого круга физиологически активных веществ, наличие слизистых чехлов, мутуалистическое сожительство с разнообразными группами споровых и неспоровых грамположительных и грамотрицательных бактерий обеспечивает ЦБ доминирование в определённые периоды в тех экологических нишах, которые оказываются не пригодными для других эукариотических водорослей. При этом высокая степень адаптации к ксенобиотикам обеспечивается не только за счёт собственного метаболизма, но во многом опреде-

Таблица 3

Влияние МФК на количественные показатели наземных альгоценозов (модельный опыт, 41-е сутки сукцессии)

Вариант МФК, моль/л	Численность водорослей, кл./см ²			
	<i>Chlorohyta</i> + <i>Bacillariophyta</i>	<i>Cyanophyta</i>		Общая численность
		бгц	гц	
5 дней предварительной инкубации пробы				
Контроль	4863	0	150	5013
5·10 ⁻⁴	3081	1981	356	5418
5·10 ⁻³	6569	2094	200	8863
20 дней предварительной инкубации почвы				
Контроль	2837	16400	7787	27024
5·10 ⁻⁴	20820	30600	6490	57910
5·10 ⁻³	18387	9125	45750	73262

Примечание: бгц – безгетероцистные, не фиксирующие азот виды, гц – гетероцистные виды-азотфиксаторы

ляется деятельностью бактерий-спутников, среди которых отмечены целлюлозоразрушающие, метаногенные, аммонификаторы, деструкторы нефти и др. В зависимости от характера субстрата, на котором развиваются цианобактерии, меняются доминирующие группы бактерий-спутников. Видимо, и в данном опыте стремительное размножение ЦБ при повышенных концентрациях МФК связано с деятельностью почвенных бактерий, производящих гидролиз связи С-Р с выделением неорганического фосфора. Цианобактерии, особенно их азотфиксирующие формы, являясь независимыми в своём развитии от наличия минерального азота, особенно требовательны к обеспечению фосфором. Поэтому велика вероятность того, что возрастание численности ЦБ в варианте с МФК $5 \cdot 10^{-3}$ моль/л связано с повышением содержания доступного неорганического фосфора.

Таким образом, изучение действия МФК на фототрофный микробный комплекс почвы показало, что МФК как продукт конечной деградации фосфорорганических отравляющих веществ является регулятором развития в почве различных групп микрорфототрофов. Сила воздействия МФК на водоросли зависит от её концентрации и сроков пребывания в почве: чем выше концентрация и длительнее инкубация, тем больше интенсивность размножения водорослей. Воздействие МФК на почвенные альгоценозы приводит к увеличению реализации видового потенциала. Наивысший стимулирующий эффект МФК оказывает на представителей *Cyanophyta*, которые можно рассматривать в качестве потенциальных биоагентов ремедиации почв от продуктов разложения фосфорорганических отравляющих веществ. В связи с этим большой интерес представляет изучение природных плёнок ЦБ, развивающихся в загрязнённых местообитаниях.

Биоплёнки *Nostoc commune* – природные микробные многовидовые сообщества, включающие представителей всех трофических

групп. Флористический анализ используемых нами биоплёнок выявил 23 вида цианобактерий и водорослей, входящих в фототрофный блок природный биоплёнок *N. commune*, в том числе 14 видов цианобактерий (ЦБ), 7 видов зелёных водорослей и 2 вида – жёлтозелёных [14].

В результате миграции микроорганизмов из плёнок на стерильный песок в чашках Петри происходит постепенное его зарастание. Визуальный просмотр чашек показывает, что на поверхности песка появились разрастания, имеющие различную площадь покрытия. МФК в данном случае выступила как стимулятор экспансии фототрофов из плёнок *N. commune*. Так, в контроле этот показатель достигает 25%, а при действии МФК – 75-80%. Прямой микроскопический учёт численности популяций фототрофов, входящих в состав поверхностных разрастаний вследствие эмиграции из биоплёнок *N. commune*, показал существенные различия в плотности и составе фототрофных микробных комплексов (табл. 4, 5).

Внесение МФК в субстрат привело к активизации размножения цианобактерий, практически не повлияв на активность микроводорослей. Численность фототрофов в сообществах на загрязнённом песке в 4,4–5,8 раза выше, чем в контрольном варианте. При этом поведение разных групп цианобактерий различно. Слабая концентрация МФК незначительно стимулирует размножение главного доминанта природной плёнки – *N. commune*. При повышенной дозе МФК происходит его угнетение. В то же время остальные группы цианобактерий стремительно размножаются при любых концентрациях МФК (табл. 5).

Как видно из результатов, приведённых в таблице 5, под влиянием возрастающих концентраций МФК происходит практически линейное возрастание в структуре популяций доли прокариотных фототрофов, резкое увеличение вклада безгетероцистных цианобак-

Таблица 4

Влияние МФК на численность фототрофов в поверхностных разрастаниях при миграции из биопленок *Nostoc commune* (млн.кл./см²)

Концентрация МФК, моль/л	Водоросли	<i>N. commune</i>	Другие ГЦ*	БГЦ**	Всего
0	0,30±0,037	5,9±0,144	0,80±0,019	0,63±0,015	7,63
10 ⁻⁴	0,44±0,072	7,6±1,190	4,70±0,580	21,0±1,740	33,74
10 ⁻³	0,37±0,04	0,07±0,010	5,33±0,980	38,67±4,160	44,44

Примечание: * – гетероцистные цианобактерии; ** – безгетероцистные цианобактерии.

Таблица 5

Изменение структуры поверхностных фототрофных микробных комплексов под влиянием МФК

Концентрация МФК, моль/л	Структура популяций, %		
	прокариоты/эукариоты	бгц/гц	<i>N. commune</i> /другие цб
0	96,10/3,90	8,6/91,4	77,3/22,7
10 ⁻⁴	98,69/1,31	63,1/26,9	22,8/77,2
10 ⁻³	99,17/0,83	87,75/12,25	0,16/99,84

Примечание: бгц – безгетероцистные цианобактерии, гц – гетероцистные цианобактерии, цб – цианобактерии.

терий (как показывает флористический анализ, в первую очередь за счет видов *p. Phormidium*) и прогрессирующее снижение роли *N. commune*. Однако видовое разнообразие фототрофов при этом уменьшается (табл. 6).

Возможно, решающую роль в этом процессе принадлежит сапротрофным бактериям-спутникам, способным к гидролитическому разложению МФК. В лабораторных опытах выявлено, что бактерии *Vacillus sp.* и *Pseudomonas sp.* вызывают биодеградацию фосфорорганических загрязняющих веществ [7]. Вследствие этого среда обогаща-

ется минеральными фосфатами. Известно, что именно наличие минерального фосфора, в первую очередь, необходимо для развития цианобактерий. А среди бактерий-спутников, населяющих биоплёнку *N. commune*, доминантами как раз и являются представители вышеперечисленных родов (выявлено нами по результатам посева на среду МПА).

Существенный вклад в формирование плёнок «цветения» вносят микромицеты (табл. 7).

Суммарная длина мицелия колеблется от 187 до 384 м на 1 см² поверхности плёнки

Таблица 6

Изменение видового разнообразия фототрофов в наземных разрастаниях под влиянием метилфосфоновой кислоты (МФК)

Группы фототрофов	Виды	Варианты	Контроль	МФК	МФК
				10 ⁻⁴ моль/л	10 ⁻³ моль/л
Гетероцистные цианобактерии (ГЦ)	1. <i>Nostoc commune</i>		+	+	+
	2. <i>Nostoc punctiforme</i>		+	+	
Безгетероцистные цианобактерии (БГЦ)	3. <i>Phormidium autemnale</i>			+	
	4. <i>Phormidium formosum</i>		+	+	+
	5. <i>Phormidium boryanum</i>		+	+	+
	6. <i>Plectonema boryanum</i>		+	+	+
	7. <i>Leptolyngbya faveolarum</i>		+	+	+
Диатомовые водоросли	8. <i>Hantzschia amphioxys</i>		+	+	
	9. <i>Luticola mutica</i>		+		
Одноклеточные зелёные водоросли	10. <i>Chlorella vulgaris</i>		+	+	+
	11. <i>Scotiellopsis levicostata</i>		+		
Нитчатые зелёные водоросли	12. <i>Stichococcus bacillaris</i>		+		
	13. <i>Klebsormidium flaccidum</i>		+		
Жёлтозелёные водоросли	14. <i>Eustigmatos magnus</i>		+		
	Всего видов		14	9	6

Таблица 7

Изменение структуры популяций микромицетов под влиянием МФК

Концентрация МФК, моль/л	Длина мицелия, м/см ²	Численность спор, млн. клеток/см ²	Удельная продукция спор*, тыс./м
0	214,4±4,5	5,47±60,0	25,5
10 ⁻⁴	384,0±35,4	36,4±4,3	95,2
10 ⁻³	187,8±15,7	26,0±3,5	138,4

Примечание: * – численность спор, образованных на 1 м мицелия.

«цветения», т. е. разница по вариантам не столь существенна, как в изменении численности цианобактерий. Однако количество образованных спор и особенно показатель удельной продукции спор свидетельствуют о том, что увеличение концентрации МФК стимулирует процесс спорообразования и, следовательно, возрастание потенциальных возможностей микромицетов к освоению и заселению загрязнённых субстратов.

Таким образом, биоплёнки *Nostoc commune* – многовидовые структурированные сообщества с большой плотностью клеток организмов различных систематических уровней. Связь организмов обеспечивается высоким уровнем физических контактов за счёт выделяемой слизи, а также агрегацией вследствие наличия нитчатых (цианобактерии, зелёные водоросли) и мицелиальных (актиномицеты, микромицеты) форм. Среди партнёров подобного консорциума существуют виды, устойчивые к различным неблагоприятным воздействиям. Причины устойчивости имеют разнообразие механизмы, которые обсуждались нами ранее [15, 16]. Совокупность предполагаемых механизмов устойчивости микроорганизмов, входящих в состав биоплёнок *Nostoc commune*, делает эти уникальные природные комплексы перспективным объектом в разработке методов и технологий биоремедиации техногенно загрязнённых почв.

Актуальна проблема не только биоремедиации техногенно загрязнённых территорий. В последние годы производится интенсивный поиск методов биотестирования, которые бы позволяли оперативно выявлять признаки начинающегося неблагоприятия экосистем. С этой целью в лаборатории био-

мониторинга разрабатывается метод оценки жизнеспособности различных биообъектов с использованием трифенилтетразолий хлорида (ТТХ) при действии данного препарата и на зародыши высших растений, и на клетки цианобактерий. Жизнеспособными признаются такие клетки, в которых под влиянием ТТХ образуются кристаллы формаза, имеющие малиновую окраску. В частности, данный метод был опробован на нескольких альгологических чистых культурах цианобактерий из коллекции фототрофных микроорганизмов кафедры ботаники, физиологии растений и микробиологии Вятской ГСХА [16].

Так, опыты, проведённые с *Nostoc paludosum*, выявили, что, при экспозиции клеток с токсикантом в среде Громова и дистиллированной воде жизнеспособность клеток существенно выше с использованием питательной среды, в которой они культивировались, и, наоборот, повышается процент нежизнеспособных клеток при их экспозиции с токсикантом в воде (табл. 8).

На выживаемость клеток в растворе МФК оказывает влияние и титр клеток: устойчивость популяции понижается с понижением плотности клеток (табл. 9).

Влияние МФК на жизнеспособность различных видов цианобактерий

Следующая серия опытов была связана с выявлением наиболее чувствительных видов цианобактерий к такому токсиканту, как МФК. Результаты тетразолюльно-топографического метода определения жизнеспособности клеток приведены в таблице 10.

Исходя из полученных результатов, шкала толерантности испытанных видов колеб-

Таблица 8
Влияние МФК на гибель клеток *Nostoc paludosum* (%) при экспозиции в среде Громова и воде

Вариант (МФК, моль/л)	Среда Громова	Дистиллированная вода
Контроль	0,96	24,8
10^{-4}	1,61	30,6
10^{-3}	90,03	97,6
10^{-2}	100	100

Таблица 9
Влияние титра *Nostoc paludosum* на выживаемость (%) популяции в растворе МФК с концентрацией $1 \cdot 10^{-4}$ моль/л

Титр <i>N. paludosum</i> , кл./мл	Жизнеспособные клетки	Нежизнеспособные клетки
$2,21 \cdot 10^8$	98,39±1,29	1,61
$2,21 \cdot 10^7$	91,7±2,14	7,15
$4,42 \cdot 10^6$	88,41±3,17	11,59
$2,21 \cdot 10^6$	70,04±16,4	29,96

Таблица 10

Влияние МФК ($1 \cdot 10^{-3}$ моль/л) на жизнеспособность (%) клеток различных видов цианобактерий

Вид цианобактерий	Клетки с кристаллами	Клетки без кристаллов
<i>Nostoc paludosum</i>	91,56±2,07	8,44
<i>Nostoc linckia</i>	79,27±2,54	20,73
<i>Nostoc muscorum</i>	78,65±12,4	21,35
<i>Microchaete tenera</i>	70,5±6,0	29,50

лется в пределах 20% выживаемости. Для МФК наиболее чувствительным видом оказалась *M. tenera*, а наиболее стойким – *N. paludosum*. Два других вида ностока занимают место между этими полюсами и обладают практически одинаковой стойкостью к МФК.

Таким образом, любой из 4-х штаммов ЦБ можно использовать в биотестировании с применением тетраэдрально-топографического метода.

Влияние МФК на высшие растения

Влияние МФК в концентрации $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л изучали при проращивании семян пшеницы, кормового гороха пелюшки и горчицы посевной. Данное соединение очень незначительно снижало всхожесть пшеницы и стимулировало всхожесть пелюшки и горчицы (табл. 11)

Действие МФК проявляется также в иницировании линейного роста проростков данных культур (табл. 12)

Как следует из таблицы 11, наиболее выраженное ростактивирующее действие метилфосфоновая кислота оказывает на развитие пелюшки и горчицы. Так, длина проростков пелюшки, выращенных на растворе МФК, была больше контрольных в

1,6 раза. В присутствии МФК длина проростков и корней горчицы была выше контроля на 29% и 23% соответственно.

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют о том, что МФК при концентрации $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л не подавляет начальные этапы развития таких сельскохозяйственных культур, как пшеница, пелюшка и горчица.

На примере пелюшки мы изучали уровень окислительного стресса по активности антиоксидантного фермента пероксидазы. На четвёртый день после обработки пелюшки растворами МФК ($1 \cdot 10^{-3}$, $1 \cdot 10^{-2}$, $1 \cdot 10^{-1}$ моль/л) активацию пероксидазы в листьях вызывали все испытываемые концентрации МФК (табл. 13). Можно полагать, что такие изменения активности пероксидазы носят адаптивный характер и направлены на снятие окислительного стресса.

В настоящее время в лаборатории изучается действие МФК на сапротрофную бактериальную микрофлору и ферментативную активность почвы.

Таким образом, проведённые исследования показали отсутствие ингибирующего действия МФК в изученных концентрациях на фототрофные и сапротрофные микроорганизмы и на высшие растения.

Таблица 11

Влияние МФК ($1 \cdot 10^{-3}$ моль/л) на всхожесть семян различных сельскохозяйственных культур

Вариант	Всхожесть, %		
	Пшеница	Пелюшка	Горчица
Контроль	90,0	86,7	65,0
МФК	88,0	91,3	79,3

Таблица 12

Действие МФК на линейный рост проростков разных сельскохозяйственных культур

Культура	Длина, см	
	проростков	корней
Пшеница	<u>0,33 ± 0,02</u>	<u>3,40 ± 0,23</u>
	0,38 ± 0,11	3,41 ± 0,71
Пелюшка	<u>0,56 ± 0,07</u>	<u>2,05 ± 0,11</u>
	0,90 ± 0,07	2,39 ± 0,10
Горчица	<u>0,79 ± 0,09</u>	<u>0,92 ± 0,11</u>
	1,02 ± 0,08	1,13 ± 0,12

Примечание: числитель – контроль, знаменатель – МФК ($1 \cdot 10^{-3}$ моль/л)

Изменение активности пероксидазы (мл J₂/г сырой массы) в растениях пелюшки под действием разных концентраций МФК

Вариант МФК (моль/л)	Орган	
	лист	корень
Контроль	7,74 ± 1,05	33,08 ± 1,00
1·10 ⁻³	13,24 ± 0,67	37,38 ± 0,86
1·10 ⁻²	14,05 ± 0,55	33,88 ± 1,34
1·10 ⁻¹	17,08 ± 0,40	32,45 ± 0,26

Литература

1. Кирби А., Уоррен С. Органическая химия фосфора. М., 1971. 403 с.
2. Савельева Е.И., Зенкевич И.Г., Кузнецова Т. А., Радиллов А.С., Пшеничная Г.В. Исследование продуктов превращений фосфорорганических отравляющих веществ методом газовой хроматографии – масс-спектрометрии // Российский химический журнал. 2002. Т. 46. № 6. С. 82-91.
3. Огородникова С.Ю., Головки Т.К., Ашихмина Т.Я. Реакции растений на фосфорорганический ксенобиотик – метилфосфоновую кислоту. Научные доклады /Коми научный центр УрО РАН. Вып. 464. Сыктывкар, 2004. 24 с.
4. Чикарев В.Н., Елисеев Ю.Ю., Тихомирова Е.И. Влияние продуктов дегазации химического оружия на рост и развитие почвенных микроорганизмов // 3-я Международная научно-практическая конференция «Экономика природопользования и природоохраны-2000». Пенза, 2000. С. 129-131.
5. Петров С.С., Корякин Ю.Н., Холстов В.И., Завьялова Н.В. Биотехнология в решении проблемы уничтожения химического оружия // Российский химический журнал. 1995. Т. 39. № 4. С. 18-20.
6. Харечко А.Т., Мягких В.И., Корякин Ю.Н. Оценка влияния микроорганизмов на динамику разложения зомана в почве // Российский химический журнал. 1995. Т. 39. № 4. С. 104-107.
7. Кононова С.В., Несмеянова М.А. Фосфонаты и их деградация микроорганизмами // Биохимия. 2002. Т. 67. № 2. С. 220-233.
8. Штина Э.А., Зенова Г.М., Манучарова Н.А. Альгологический мониторинг почв. // Почвоведение. 1998. № 12. С. 1449-1461.
9. Штина Э.А., Голлербах М.М. Экология почвенных водорослей. М.: Наука, 1976. 143 с.
10. Домрачева Л.И. «Цветение» почвы и закономерности его развития. Сыктывкар, 2005. 336 с.
11. Гапочка Л.Д. Популяционные аспекты устойчивости цианобактерий и микроводорослей к токсическому фактору: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук в форме научного доклада. М., 1999. 64 с.
12. Панкратова Е.М. Почвенные цианобактерии в прошлом Земли, их экологическая роль в настоящем и возможная в будущем // Экология и почвы. Пуццино, 2001. С. 39-48.
13. Заварзин Г.А. Лекции по природоведческой микробиологии. М., 2003. 348 с.
14. Домрачева Л.И., Кондакова Л.В., Пегушина О.А., Фокина А.И. Биоплёнки *Nostoc commune* – особая микробная сфера // Теоретическая и прикладная экология, 2007. №1. С. 15-19.
15. Домрачева Л.И., Дабах Е.В., Кондакова Л.В., Варакина А.И. Альго-микологические и фитотоксические комплексы при химическом загрязнении почвы // Экология и почвы. Лекции и доклады 13 Всероссийской школы. Т. 5. Пуццино, 2006. С. 88-99.
16. Домрачева Л.И., Кондакова Л.В., Огородникова С.Ю., Фокина А.И., Пегушина О.А. Альго-цианобактериальные комплексы в диагностике состояния почвы, загрязнённой свинцом и метилфосфоновой кислотой // Современные проблемы загрязнения почв. Сб. материалов II Международной конференции. Т. 1. 2007. С. 341-343.

УДК 62.503.54:623.459

О системе экологических наблюдений за состоянием природной среды в зоне защитных мероприятий объекта хранения и уничтожения химического оружия Щучанского района Курганской области

© 2007. Т.А. Шингаренко, О.М. Плотникова

Региональный центр государственного экологического контроля и мониторинга по Курганской области

Представлен опыт реализации модели экологического мониторинга в районе объекта уничтожения химического оружия Щучанского района. Разработанная модель создаёт базу для оценки и прогноза состояния природных экосистем в условиях многофакторного техногенного воздействия, а система пробоотбора обеспечивает получение достаточных и достоверных данных по всем приоритетным загрязняющим веществам.

The realization of the model of economic monitoring within the zone of the chemical weapon destruction object in the Shchuchansky district is represented. The worked out model serves as a basis for evaluating and prognosis of the state of natural ecological systems in conditions of multiple technogenic impact. The system of sampling provides sufficient and reliable data of all the priority poison substances.

В Щучанском районе Курганской области расположен один из семи российских arsenалов химического оружия (ХО), в котором хранятся снаряды ствольной артиллерии, снаряженные заринном, зоманом и Vx-газом – это более 5 тыс. т фосфорорганических отравляющих веществ (ФОВ), подлежащих уничтожению. Из них около 3 тыс. т зарины (изопропилметилфторфосфоната), 1,8 тыс. т зомана (пинаколилметилфторфосфоната) и 0,7 тыс. т ви-икс (О-изобутил-S-2-(N,N-диэтиламино) этилтиолметилфосфоната) с общей формулой $(RO)CH_3P(O)X$ (где для зарины и зомана $X=F$, $R=(CH_3)_2CH$, $(CH_3)_3CCH(CH_3)$, для VX – $X=SCH_2CH_2N(CH_2CH_3)_2$, $R=(CH_3)_2CHCH_2$). Их уничтожение планируется произвести в период с 2009-го по 2013 г.

В основу организации экологических наблюдений в 2007 г. на территории ЗЗМ арсенала хранения химического оружия (ХХО) положен «Порядок государственного экологического контроля источников загрязнения объекта 1207 ХХО и проведения экологического мониторинга окружающей среды в санитарно-защитной зоне и зоне защитных мероприятий в 2007 году», согласованный со всеми федеральными контролирующими органами Курганской области.

В организации процесса уничтожения химического оружия Щучанского арсенала и всестороннего экологического мониторинга состояния природной среды в единой зоне защитных мероприятий (ЕЗЗМ) объектов хранения, транспортировки и уничтожения ХО имеются особенности, так как ни один другой

аналогичный объект в России не находится в столь сложных и одновременно уникальных экологических условиях. Объект хранения химического оружия (ХХО) и объект уничтожения химического оружия (УХО) в Щучанском районе располагаются на расстоянии 12 км друг от друга и будут соединены железнодорожным путём. В связи с такой удалённостью объектов хранения и уничтожения ХО общая площадь ЕЗЗМ составляет около 750 кв. км, на которой располагается 20 населённых пунктов (в том числе г. Щучье и с. Чумляк) с общей численностью населения свыше 16 тыс. человек. По этой территории проходят оживлённые железнодорожная и автомобильная магистрали Челябинск – Курган.

Щучанский район расположен в лесостепной зоне Западной Сибири. В ЕЗЗМ попадают водная система р. Миасс с притоком р. Чумляк, озёра Никитинское, Пуктыш, Панькино на севере ЕЗЗМ, Наумовское, Петровское в центре и озёра южной части – Песчаное, Фролиха, Нифановское, множество болот, а также Чумлякское месторождение подземных вод.

Особенности рельефа и гидрологической сети обуславливают разнообразие почв и растительности. Преобладающими типами почв являются чернозёмы обыкновенные, выщелоченные, луговые – около 65% и солонцеватые и осолоделые почвы – около 20%. Для почв ЕЗЗМ характерно пониженное содержание гумуса и азота, среднее – калия и фосфора, повышенное – меди и марганца. Механический состав луговато-чернозёмных солонцеватых почв является тяжелосуглинистым и

среднесуглинистым, а механический состав чернозёмов – легкосуглинистый, среднесуглинистый и тяжелосуглинистый.

Территория ЕЗЗМ характеризуется большой мозаичностью и мелкоконтурностью ландшафтов. Основные растительные сообщества этой зоны – берёзовые и осиновые колки, мезофитные, остепнённые и солонцовые луга, луговые степи, осоковые, осоково-разнотравные и высокотравные болота. По данным полевых исследований Н.И. Науменко, в 2003–2005 гг. флора Щучанского района представлена 744 видами сосудистых растений, из которых 623 вида отмечено в границах ЗЗМ, из них аборигенная фракция включает 591 вид в Щучанском районе и на 100 видов меньше на территории ЗЗМ. По разнообразию и составу она оценивается как бедная и нарушенная в сравнении с другими локальными флорами Курганской области.

На состояние природной среды в ЕЗЗМ оказывают влияние:

1. Сельское хозяйство: ранее в хозяйствах района применялись пестициды и агрохимикаты.
2. Челябинский промышленный узел, расположенный в 70–80 км к западу от ОУХО, объём выбросов ЗВ которого в атмосферный воздух в 2,5 раза превышает совокупный объём выбросов Курганской области. Сброс загрязнённых сточных вод на территории Челябинской области в р. Миасс приводит к тому, что на входе водотока в Курганскую область содержание в нём нефтепродуктов, фосфатов, меди и железа превышает ПДК в 5–10 раз.
3. Производственное объединение «Маяк», имеющее большой объём хранящихся радиоактивных отходов.
4. Промышленные предприятия, транспорт и коммунальное хозяйство Щучанского района, хотя доля их влияния на природные системы в общем объёме невелика и воздействие имеет локальный характер.
5. Строительство объекта УХО и инфраструктуры, вовлекающее в хозяйственное использование новые участки естественных ландшафтов.

Таким образом, природная среда в районе объекта хранения химического оружия в настоящее время находится под многофакторным техногенным воздействием, к которому в будущем добавится и воздействие ОУХО.

При воздействии ОУХО на окружающую среду следует считаться с возможностью химического воздействия, связанного с миграцией продуктов детоксикации и деструкции ФОВ в атмосферу, поверхностные и грунтовые воды, почву, донные отложения, из которых они могут поступать по пищевым цепям в биологические объекты растительного и животного происхождения. Кроме того, при попадании в природную среду ФОВ, продуктов их деструкции и компонентов дегазирующих смесей возможна их биодegradация, а также трансформация в другие вещества при химическом взаимодействии с соединениями, находящимися в природных средах.

Пути и продукты промышленной детоксикации ФОВ, основные продукты их спонтанной трансформации в природных средах определяются реакционной способностью этих соединений. Анализ технологических стадий обезвреживания ФОВ показывает, что основными процессами, определяющими образование продуктов деструкции при уничтожении ХО, является взаимодействие зарина, зомана и Vx с активными компонентами дегазирующих смесей.

Основными продуктами детоксикации и продуктами трансформации фосфорорганических ОВ в природных средах могут быть: метилфосфоновая кислота (МФК) и её эфиры; серосодержащие соединения – алкилмеркаптаны, диалкилдитианы; фторсодержащие соединения; изопропиловый, изобутиловый спирты; алкены; азотсодержащие соединения – моноэтанолламин, трибутиламин и их аммониевые соли, а также продукты их взаимодействия с природными карбонильными соединениями. Вещества дегазирующих смесей и продукты деструкции ФОВ при возможном поступлении в природную среду в силу своей реакционной способности могут сами оказывать на неё воздействие, реагируя с природными веществами и участвуя в процессах метаболизма, давая новые химические соединения. На сегодняшний день проблема трансформации ОВ в окружающей природной среде практически не изучена, поэтому основными маркерами при контроле за содержанием ФОС в природных средах следует считать общий фосфор, общую серу, фториды, МФК и её соответствующие эфиры. Предстоит большая исследовательская работа по выявлению промежуточных и конечных продуктов деструкции и трансформации ФОВ, а также их химических и токсикологических свойств.

Система экологического контроля и мониторинга состояния окружающей природной среды в ЕЗЗМ в Щучанском районе включает сочетание химико-аналитических исследований, наблюдения за состоянием растительного и животного мира методами биоиндикации и биотестирования. Это объясняется большим количеством химических соединений, образующихся как продукты детоксикации ФОВ и веществ дегазирующих составов, недостаточной изученностью всего спектра продуктов трансформации ФОВ, нехваткой методического и приборного обеспечения, а также сложностью и высокой стоимостью химических анализов. Процедура биотестирования предшествует дорогостоящему химическому анализу, которому подвергаются лишь те образцы или территории, вызывающие сомнение относительно их экологической безопасности. Предлагаемая система экологического мониторинга природных сред не только теоретически обоснована, но и экономически целесообразна в случае большой площади ЗЗМ Щучанского района и значительного количества точек пробоконтроля.

Методы биотестирования основаны на регистрации суммарного токсического действия сразу всех или многих компонентов загрязнения и позволяют быстро и с минимальными затратами оценить, является ли анализируемая проба (или местность, где проводится мониторинг) загрязнённой или нет.

Набор методов и устройств биотестирования аккредитованной лаборатории биомониторинга и биотестирования Регионального центра по ОУХО в Щучанском районе включает биотесты на дафниях *Daphnia magna* и цериодафниях *Ceriodaphnia affinis* (по смертности и изменению плодовитости, острой и хронической токсичности), на инфузориях *Paramecium caudatum* (по гибели, изменению численности клеток и хемотаксиса), на светящихся бактериях (по изменению интенсивности биолюминесценции), на водорослях *Scenedesmus quadricauda* (по изменению уровня флуоресценции хлорофилла и численности клеток водорослей), на культуре водоросли хлореллы *Chlorella vulgaris* Beijer (по изменению оптической плотности), на рыбах (по выживаемости, изменению биохимических характеристик). Токсикологический анализ образцов поверхностных вод, снежного покрова, донных отложений, почв проводится минимум на двух-трёх тест-объектах, относящихся к разным классам, при этом определяются наиболее токсичные

объекты природной среды, подлежащие детальному химико-аналитическому контролю для выявления причин и характера выявленной высокой токсичности.

В лаборатории биомониторинга и биотестирования Регионального центра проводится поиск новых тест-объектов для экотоксикологического анализа, новых биоиндикаторов природных сред и разработка методик для биологического мониторинга. Начата работа по возможности использования в качестве тест-объекта озёрного бокоплава, обитающего во многих озёрах Курганской области.

Бионаблюдения позволяют дополнить химические и токсикологические исследования, так как растительный и животный мир способен чутко реагировать на изменения окружающей среды, в том числе связанные с воздействием токсических веществ. Важность биомониторинга объясняется и тем, что механизм воздействия токсичных веществ на животных (особенно теплокровных) схож с механизмом их воздействия на человека.

Для проведения биомониторинга в ЕЗЗМ создана сеть из восьми постоянных пробных площадок бионаблюдений за растительными и животными организмами, наиболее характерными для данной территории. Площадки расположены по румбам – северу, северо-востоку, востоку, юго-востоку, югу, юго-западу, западу и северо-западу относительно объекта УХО. Это позволяет с определённой периодичностью фиксировать возможное влияние загрязняющих веществ при любом направлении ветра. Такая схема наблюдений обеспечивает требуемую достоверность контроля загрязняющих веществ в зоне техногенного влияния объекта УХО на растительный и животный мир. Для обеспечения объективности результатов биомониторинга, отсеивания показателей, обусловленных естественными циклами, а также влияния других факторов, не связанных с процессом уничтожения ХО, в настоящее время проводится оценка фонового состояния окружающей среды в зоне защитных мероприятий строящегося объекта и выполняются параллельные работы в других районах Курганской области на участках, мало подверженных антропогенному воздействию.

При подборе пробных площадок с интересующими экологическими условиями (берёзово-осиновые колки, посадки сосны, заливные и разнотравные луга) было выяснено, что берёзово-осиновые леса и посадки сосны почти повсеместно ослаблены заболачи-

ванием, а местами лесными пожарами; поля и луга во многих местах зарастают берёзами или бурьяном. Две пробных площадки расположены на разнотравном и заливном лугах, одна – на участке соснового леса и пять – в берёзово-осиновых лесах. Площадь площадок составляет 400 кв. м на лесных участках и 100 кв. м на лугах. Все площадки на местности обозначены реперами. Сеть пробных площадок задействована в период строительства и в дальнейшей работе объекта УХО, а также несколько лет после завершения ликвидации химического оружия. Сейчас на всех постоянных пробных площадках проведено подробное описание растительных сообществ, отобраны образцы растений для гербария, почва для химического анализа. На каждую площадку заполнен паспорт с определением координат, путей подъезда, описанием местности и растительного сообщества. Биологические исследования будут включать в себя регулярные наблюдения и сравнительный анализ экологического состояния установленных лесных и луговых биоценозов, а также планируется проведение мониторинга агробиоценозов по трём основным направлениям: изучение биохимических характеристик сельскохозяйственных растений, микробиологического состава почвы и фитопатогенных организмов.

Новым направлением биомониторинга является изучение биохимических показателей состояния живых организмов. Это перспективное направление в экологии включает исследование молекулярных механизмов, позволяющих живому организму существовать в постоянно меняющихся условиях окружающей среды. При этом важным является то, что с помощью биохимических методов можно оценить влияние загрязняющих веществ на биологические объекты на ранней стадии, когда они ещё не приняли необратимого характера.

В лабораториях РЦ по ОУХО начато изучение экзогенной и эндогенной интоксикации растений, гидробионтов и теплокровных по изменению активности системы антиоксидантной защиты организма на примере процессов перекисного окисления липидов у мышей и ферментативной активности пероксидазы, полифенолоксидазы и каталазы листьев овса.

Так, у мышей под действием метилфосфоновой кислоты (МФК) изучалась интенсивность процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ). Было проведено определение содержания общих липидов, диеновых конь-

югатов (ДК) и малонового диальдегида (МДА). Объектами исследований служили лабораторные белые мыши, которые были разделены на 4 группы: 1 – самцы-контроль, 2 – самцы с интоксикацией МФК, 3 – самки-контроль, 4 – самки с интоксикацией МФК. Для исследования брали сыворотку крови и печень и определяли по известным методикам общие липиды и продукты ПОЛ. По результатам проведённых исследований обнаружено, что в ответ на интоксикацию МФК как у самцов, так и у самок происходит перераспределение продуктов ПОЛ (при этом практически полностью отсутствуют ДК как промежуточные продукты при достоверном увеличении МДА), свидетельствующее о значительном росте активности СОД без повышения активности каталазы. Из литературных источников известно, что повышение активности СОД без каталазы в плазме крови и эритроцитах встречается при отравлениях четырёххлористым углеродом и фосфорорганическими соединениями. Таким образом, МФК у здоровых животных вызывает активацию процессов ПОЛ в эритроцитах и печени.

Для изучения влияния на антиоксидантную систему овса органического фосфора в виде метилфосфоновой кислоты определялось изменение ферментативной активности пероксидазы, полифенолоксидазы и каталазы листьев овса в модельных системах с различным содержанием МФК. Сравнение относительных активностей пероксидазы, полифенолоксидазы и каталазы под действием МФК показывает, что внесение МФК оказывает влияние на активность ферментов по сравнению с контролем: активность пероксидазы значительно повышается; активность полифенолоксидазы понижается; активность каталазы изменяется по типу синусоиды. При этом изменение активности каталазы от концентрации метилфосфоновой кислоты можно трактовать как результат известного «эффекта сверхмалых доз», когда вначале при уменьшении концентрации вещества воздействие вещества на организм закономерно снижается, а затем после «зоны молчания» (эффект не наблюдается) воздействие возобновляется.

Таким образом, в лабораториях Регионального центра государственного экологического контроля и мониторинга по Курганской области в результате проведённых исследований по выявлению влияния метилфосфоновой кислоты на теплокровных животных (лабораторных мышей) и на растения (овёс) получены результаты, показывающие,

что метилфосфоновая кислота оказывает воздействие на антиоксидантную систему живых организмов. Можно предположить, что такие биохимические характеристики, как показатели пероксидного окисления липидов можно использовать для раннего тестирования качества природной среды.

При построении системы пробоотбора для объектов ХХО и УХО было принято за основу радиальное расположение точек наблюдения в зоне защитных мероприятий, выведенное на основании математических расчётов, учитывающих плотность вероятности распределения концентрации загрязняющих веществ. Точки пробоотбора определены с помощью навигатора GPS-12, зарегистрированы на электронной карте зоны защитных мероприятий Службой геодезии и картографии РФ и на местности обозначены реперами красного цвета с надписью номера точки. Точки с 1 по 40 – точки пробоотбора санитарно-защитной зоны объекта УХО, с 85 по 108 – санитарно-защитной зоны вокруг арсенала ХХО, остальные – точки пробоотбора зоны защитных мероприятий объектов ХХО и УХО.

В 2005–2007 гг. проводилось плановое фоновое обследование ЗЗМ. Наблюдения в этом районе выявили повсеместное повышенное содержание в почве и водных объектах ионов Cu, Zn, Mn, Fe природного происхождения с превышением до 3 ПДК. Анализ данных по загрязнению поверхностных вод показал, что особенно загрязнённой является вода р. Миасс на всем её протяжении в ЗЗМ. При этом необходимо отметить, что вода р. Миасс уже приходит крайне загрязнённой с территории Челябинской области, и дополнительного загрязнения её на территории ЕЗЗМ не

происходит. В связи с тем, что концентрация практически всех ЗВ в воде р. Миасс на выходе из ЕЗЗМ ниже, чем на входе, можно утверждать, что при прохождении по территории Щучанского района вода р. Миасс частично самоочищается. Полученные результаты будут служить «точкой отсчёта» и сравнения в контроле состояния окружающей среды в период уничтожения ХО. В настоящее время явного негативного влияния арсенала хранения химического оружия на состояние природных сред в ЗЗМ не наблюдается.

Литература

1. Александров В.Н., Емельянов В.И. Отравляющие вещества. М.: Воениздат, 1990.
2. Жолдакова З.И., Харчевникова Н.В. Прогноз опасности веществ по зависимости структура-биотрансформация-активность // РХЖ, 2004. Т. 48, № 2.
3. Науменко Н.И. Локальные флоры и флористические границы в лесостепном Зауралье // Изучение биологического разнообразия методом сравнительной флористики: Мат-лы IV рабочего совещания по сравнительной флористике. СПб.: НИИХ СПбГУ, 1998.
4. Шингаренко Т.А., Плотникова О.М., Науменко Н.И., Шилова И.Н. О системе экологического мониторинга состояния природной среды в районе хранения и планируемого уничтожения фосфорорганических отравляющих веществ на территории Щучанского района // Журнал «Наука и образование Зауралья», 2006. № 1.
5. Порядок государственного экологического контроля источников загрязнения объекта 1207 ХХО и проведения экологического мониторинга окружающей среды в санитарно-защитной зоне и зоне защитных мероприятий в 2007 году. Курган: РЦ по ОУХО, 2007.

УДК 303.6:623.459

Формы и методы информирования населения, проживающего на территории зоны защитных мероприятий объекта «Марадыковский» Кировской области по вопросам уничтожения химического оружия

© 2007. П.А. Филёв

Мирнинский информационно-аналитический центр РЗК

Обобщен опыт работы Мирнинского информационно-аналитического центра Российского Зелёного Креста и группы по работе и связям с общественностью объекта 1205 «Марадыковский» по вопросам информирования населения о безопасном функционировании объектов хранения и уничтожения химического оружия.

The results of the work of the Mirny information-analytical center of Russia Green Cross and the public relation group of the object 1205 «Maradikovsky» that deal with informing the population of safe functioning of objects for storage and destruction the chemical weapon are generalized in the article.

В апреле 2007 года Россия приступила к реализации 3-го этапа программы химического разоружения. Основной вклад в реализацию 2-го этапа, который предусматривал уничтожение 8000 тонн отравляющих веществ (ОВ), внес объект «Марадыковский», где было уничтожено 4006,630 тонны ОВ.

Уничтожение запасов ХО в РФ обусловлено как необходимостью избавления от угрозы техногенных катастроф, так и обязательствами России по выполнению международных обязательств по химическому разоружению. Одним из важнейших направлений по осуществлению комплекса мер по реализации Конвенции о запрещении разработки, производства, накопления и применения ХО и его уничтожении является работа по формированию позитивного общественного мнения, поддержки и одобрения принятых государством решений. Основные направления этой деятельности группируются вокруг вопросов объективного информирования населения, медицинского обеспечения, создания безопасных условий проживания населения и охраны окружающей среды.

Деятельность информационных центров позволила объединить действия многих организаций, учреждений и согласовывать их работу с деятельностью органов власти государственного и муниципального уровней.

В основе успеха работы информационного центра лежит совместная деятельность Мирнинского информационно-аналитического центра Российского Зелёного Креста (ИАЦ РЗК) и группы по работе и связям с общественностью объекта 1205. Совместная работа позволяет объединить усилия сотрудников и проводить работу более эффектив-

но и результативно. Накоплен положительный опыт взаимодействия по следующим направлениям: формирование конструктивного общественного мнения о необходимости уничтожения химического оружия; предоставление населению и СМИ своевременной объективной информации о ходе строительства объекта уничтожения химического оружия (УХО) и процессе уничтожения химического оружия; информирование жителей о целях и задачах объекта УХО, о технологиях уничтожения ХО; информирование жителей о реализации программы по строительству объектов социальной сферы в Оричевском и Котельничском районах; предоставление информации о проведении медицинского и экологического мониторингов; информирование общественности о состоянии экологической обстановки в регионе; информирование об обеспечении безопасности при функционировании объекта по УХО; освещение законодательных проектов, направленных на защиту интересов жителей, проживающих в зоне защитных мероприятий (ЗЗМ); информирование населения о деятельности представителей надзорных структур, осуществляющих контроль за строительством и работой объекта УХО.

В ЗЗМ объекта «Марадыковский» входят два сельскохозяйственных района (Оричевский и Котельничский) площадью 891,7 кв. км, которые разделены рекой Вяткой, и 196 населённых пунктов, которые расположены друг от друга на расстоянии 50-70 км. Дойти до каждого населённого пункта бывает сложно, особенно в Котельничском районе. Поэтому нами были созданы филиалы центров в библиотеках, сельских домах культуры, шко-

лах, магазинах, медпунктах, почтовых отделениях, в администрациях сельских и городских поселений, в двух центрах занятости населения, двух военкоматах, музеях. Сотрудники этих центров являются общественными распространителями информационных бюллетеней, брошюр, памяток, газет. Наверно, эффективность работы была бы низкой, если бы не существовало обратной связи. Общественные распространители задают вопросы, которые в письменном виде или по телефонной связи доводят до сотрудников информационных центров (ИЦ), а ответы респонденты получают через СМИ, администрации сельских и городских поселений или непосредственно от самих сотрудников ИЦ, которые в плановом порядке выезжают в филиалы для встреч с общественностью.

Важным направлением в данной работе является тесное сотрудничество по вопросам химического разоружения: с управлением конвенциональных проблем области, представителями исполнительной и законодательной власти Оричевского и Котельничского районов; с департаментом гражданской защиты и пожарной безопасности области и районов; с главами вновь образованных муниципальных и городских поселений; с главами администраций городских и сельских поселений; с депутатами всех уровней власти; с руководителями всех предприятий и учреждений, находящихся в ЗЗМ; с местными и региональными СМИ; с педагогическими коллективами школ; с работниками библиотечной сети; с организациями ветеранов; с научными сотрудниками высших учебных заведений г. Кирова; с федеральным управлением по безопасному хранению и уничтожению химического оружия; с командованием объекта 1205; с общественными организациями, объединениями; с медицинскими учреждениями; с общественными организациями.

За прошедший период опробованы и сложились следующие формы работы:

- встречи с населением как в местах работы, так и местах проживания. Население информируется о встрече через объявления, где указывается место и время проведения встречи, а также тема лекций, бесед, выступлений; через руководителей организаций, учреждений, предприятий, через старост, председателей домовых и улич-

ных комитетов сельских населённых пунктов; демонстрируются видеofilмы; выступают сотрудники или приглашённые специалисты; проводятся диспуты в форме вопросов и ответов; обеспечение тематической литературой по проблемам УХО. Ведётся ежедневный приём жителей, проживающих в ЗЗМ, в помещении информационного центра, где в благоприятной атмосфере проводится экскурсия в демонстрационном зале. Сотрудники центра проводят информационно-разъяснительную беседу с использованием макетов, стендов. В завершение беседы вручается комплект информационной, тематической литературы по УХО;

- ответы на телефонные звонки по вопросам УХО дают специалисты, имеющие большой практический опыт работы с ХО и глубокие теоретические знания;
- участие сотрудников в планёрках администрации Мирнинского городского поселения. Руководители местных организаций и учреждений еженедельно информируются о реализации ФЦП. Специалисты центров принимают участие в заседаниях районных коллегий и дум по широкому спектру вопросов; в заседаниях районных потребительских обществ; в работе межведомственных совещаниях Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия по вопросам реализации ФЦП УХО на объекте «Марадыковский»;
- совместно с учёными ВятГГУ, работниками районного управления образования, учителями, специалистами-экологами проводится целенаправленная работа по информированию учащихся школ по проблемам УХО, о результатах экологического контроля и мониторинга в ЗЗМ. Дети вовлекаются в изучение экологической обстановки в районе, селе, школе. Учащиеся на основе мониторинговых исследований составляют экопаспорта. По материалам комплексного экологического исследования юных экологов коллектив учёных во главе с научным руководителем РЦГЭКиМ профессором, доктором технических наук

- Т. Я. Ашихминой выпустил брошюру «Юные экологи изучают родной край», где показаны результаты научно-исследовательской работы юных экологов;
- проведение семинаров с учителями ОБЖ, биологии, химии, экологии, с руководителями организаций и учреждений, с главами сельских и городских поселений. Темы семинаров: «Вопросы безопасного хранения и уничтожения ХО и экологии пгт. Мирный», «Выполнение ФЦП по УХО в РФ на объекте «Марадыковский», «Ход реализации 3-го этапа ФЦП по УХО в РФ и обеспечение безопасности граждан, проживающих и работающих в ЗЗМ объекта «Марадыковский»;
 - проведение учебных тренингов с населением ЗЗМ по применению средств индивидуальной защиты и эвакуационных мероприятий в случае ЧС на объекте «Марадыковский». Совместно с администрациями сельских и городских поселений, с департаментом ГЗ и ПБ области проводятся обучающие мероприятия с населением, проживающим в сельской местности, на тему: «Действия населения при возникновении ЧС на объекте УХО»;
 - организация круглых столов с участием общественности, военных, научных работников, региональных и муниципальных властей;
 - ежегодное участие в организации и отправке детей из социально неблагополучных семей, малообеспеченных и имеющих проблемы со здоровьем, в эколого-оздоровительный лагерь «Мир»;
 - сотрудничество со СМИ по вопросам химического разоружения. Информационный центр заранее информирует редакции газет и региональные телерадиокомпании о проводимых мероприятиях, предоставляет всю имеющуюся информацию, связанную с вопросами УХО;
 - подготовка и распространение информационных материалов, размножение статей из местных, региональных и федеральных СМИ, касающихся вопро-

сов УХО; оформление тематических фотогазет, фотовыставок, фотоальбомов. Особенно важно такое информационное сопровождение в сельских поселениях, где жители не всегда выписывают даже местную газету. Оказание помощи студентам кировских вузов и преподавателям школ в подборе тематических материалов по вопросам химического разоружения. Ежедневное размещение информации на электронном табло «бегущая строка» по экологической обстановке в ЗЗМ и количестве уничтоженных боеприпасов на объекте.

Показателями авторитета и популярности информационного центра среди населения является то, что только за последние два года центр посетило 1455 человек, принято 1110 звонков, проведено 242 мероприятия с охватом более 14500 человек. Основным результатом работы информационного центра является относительно низкий уровень социальной напряженности.



Изучение ихтиофауны школьниками, проживающими в пос. Мирный Оричевского района Кировской области

Кировский комитет общественных советников**Н.Р. Сведенцова**

Кировский информационный центр РЗК

Российский Зелёный Крест – общественная организация, активно работающая с населением по проблемам уничтожения запасов химического оружия. Одной из действенных форм работы с населением является создание комитетов общественных советников (КОС). Население имеет возможность получать объективную информацию, что, несомненно, способствует созданию позитивного отношения к проблеме уничтожения химического оружия.

Green Cross of Russia is a social organization that works with the population on the chemical weapon destruction problem. One of effective forms of work with the population consists in creating social councilors committees. The population can get the objective information; this contributes to positive attitude to the chemical weapon destruction problem.

Российский Зелёный Крест (РЗК) – общественная организация, активно работающая с населением по проблемам уничтожения запасов химического оружия. Её представителями в регионах являются информационно-аналитические центры. Они расположены в тех областях, где многие десятилетия находятся арсеналы химического оружия, подлежащего уничтожению.

Одной из действенных форм работы с населением является создание комитетов общественных советников (КОС). В конце 2005 года он был создан при Кировском информационно-аналитическом центре РЗК.

В комитет вошли специалисты областных и городских природоохранных служб, экологи, учёные и научные сотрудники НИИ и вузов, конвенционального отдела Правительства Кировской области, управления охраны окружающей среды и природопользования, представители областных СМИ.

Создание КОС имеет большое значение для общественной жизни Кировской области, особенно с 2006 года – года пуска 1-й очереди ОУХО в пгт. Мирный. Теперь население имеет возможность получать независимую объективную, а главное – профессионально грамотную информацию по проблеме хранения и уничтожения ХО арсенала «Марадыковский». Это стало возможным в результате того, что в КОС вошли высокообразованные специалисты, некоторые из них входят в Совет интеллигенции при губернаторе Кировской области. Кроме того, на заседания КОС приглашаются специалисты, владеющие информацией по проблемам, связанным с уничтожением ХО (проведение общественных и государственных экспертиз, экологического мониторинга, по состоянию окружающей природной среды в ЗЗМ и СЗЗ, мониторинга здоровья населения, проживающего в Оричевском и Котельничском районах).

В комитет общественных советников входят и работники областных средств массовой информации, вследствие чего население имеет возможность получать объективную информацию, что, несомненно, способствует созданию позитивного отношения к проблеме уничтожения химического оружия.

Первые сообщения о создании и работе новой общественной организации – комитета общественных советников вызвали некоторую настороженность у служб, имеющих отношение к УХО, но, когда их представители побывали на заседаниях КОС, познакомились с его работой, сомнения рассеялись. Появилась уверенность в том, что главная цель работы КОС – оказание помощи в работе с населением по такой важной для жизни Кировской области проблеме, как безопасное уничтожение ХО.

Большинство членов КОС – учёные, ведущие специалисты крупных научных учреждений, которые могут оказать помощь в решении вопросов, касающихся дальнейшей судьбы объекта. Кроме того, постоянно работая с научными сотрудниками, студентами, выступая на конференциях, члены КОС делятся объективной информацией о положении дел на объекте «Марадыковский», отвечают на многочисленные, волнующие население вопросы.

Благодаря хорошему оснащению информационной и методической литературой члены КОС имеют возможность знакомиться с работой подобных общественных организаций в других регионах, где также решается проблема уничтожения химического оружия, и использовать полученную информацию для дальнейшего улучшения своей работы.

В 2007 году появилась новая форма работы – выездные заседания комитета общественных советников в научные организации и вузы города, в частности, в феврале на базе Вятской государственной сельскохозяйственной

ственной академии члены КОС обсуждали вместе со своими коллегами-учёными важнейшие экологические проблемы региона, в

том числе и проблему безопасного уничтожения запасов ХО арсенала «Марадыковский» и участие учёных в их решении.

Реализация экологического проекта «Химическое разоружение: молодое поколение выбирает здоровое будущее»

С.Ю. Огородникова

Лаборатория биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ

Представлен опыт работы по экологическому проекту «Химическое разоружение: молодое поколение выбирает здоровое будущее», который реализуется на территории Кировской области.

The work on the ecological project «Chemical disarmament: young generation chooses healthy future» is presented. This work is being realized in the Kirov region.

Кировская область является одним из 6 регионов России, на территории которых расположены объекты хранения и уничтожения химического оружия. В связи с этим особую актуальность приобретает работа по информированию населения по вопросам обеспечения экологической безопасности при уничтожении химического оружия.

На протяжении 3-х лет в Кировской области при финансовой поддержке общественной организации Российский Зелёный Крест реализуется проект «Химическое разоружение: молодое поколение выбирает здоровое будущее». Руководителем проекта является президент Кировского отделения Российского Зелёного Креста, д.т.н., профессор Т.Я. Ашихмина, координатором проекта – к.б.н., научный сотрудник С.Ю. Огородникова. Проект реализуется на базе лаборатории биомониторинга ВятГГУ и Института биологии Коми НЦ УрО РАН.

Основная цель экологического проекта «Химическое разоружение: молодое поколение выбирает здоровое будущее» – просвещение молодого поколения в области экологических проблем своего края, освещение вопросов, связанных с проблемами хранения и уничтожения химического оружия в Кировской области. Участниками проекта являются дошкольники, школьники, студенты, родители, воспитатели детских садов, учителя, преподаватели вузов и колледжей.

В рамках проекта проводятся различные мероприятия: конкурс практических природоохранных проектов «Сохраним природу»; конкурс экологических сказок «Наше здоровье – в наших руках»; конкурс экологических плака-

тов и газеты «Экомир»; областная выставка детского художественного творчества «Ландшафт и качество жизни». Все проводимые конкурсы направлены на развитие творческих способностей молодежи, умений и навыков исследовательской работы по изучению природы родного края, формирование чувства бережного отношения к природе и всему живому.

С целью просвещения подрастающего поколения по вопросам уничтожения химического оружия проводятся лекции и семинары по проблемам безопасного уничтожения химического оружия в Кировской области, организуются экскурсии в лабораторию биоиндикации и биотестирования Регионального центра государственного экологического контроля и мониторинга по Кировской области. Специалисты лаборатории рассказывают школьникам о системе экологического мониторинга вблизи объекта уничтожения химического оружия «Марадыковский», способах пробоотбора, методах биотестирования и биоиндикации природных сред, результатах биотестирования природных сред вблизи объекта уничтожения химического оружия.

Многие студенты приняли активное участие в форуме-диалоге, который проходил в стенах ВятГГУ в октябре 2006 года. Студенты задавали вопросы разработчикам технологии уничтожения химического оружия, представителям комитета по ГО и ЧС, интересовались методами очистки отходящих газов, сточных вод, образующихся в процессе уничтожения. Подобные формы работы очень важны, так как именно молодые специалисты являются той ак-



На конференции «Актуальные проблемы регионального экологического мониторинга: научный и образовательный аспекты»

тивной группой населения, которые на основании полученных знаний могут судить об экологической безопасности производств, вести разъяснительную работу со своими сверстниками, родными, знакомыми.

Юные экологи активно включаются в исследование состояния окружающей среды, оценивают качество атмосферного воздуха, поверхностных вод и почвы. Школьники и студенты проводят оценку качества природных сред и объектов на территории санитарно-защитной зоны объекта хранения и уничтожения химического оружия «Марадыковский». Полученные результаты исследователи природы представляют на молодёжной научно-практической конференции «Экология родного края: проблемы и пути их решения», которая ежегодно проводится на химическом факультете ВятГГУ. Участники конференции активно обсуждают результаты мониторинга окружающей среды, новые методы оценки качества природных сред, предлагают методы и средства очистки от загрязнения, восстановления компонентов природы.

На протяжении нескольких лет лаборатория биомониторинга совместно с Управлением охраны окружающей среды и природопользования Кировской области проводит Всероссийские научно-практические конференции «Актуальные проблемы регионального экологического мониторинга: научный и образовательный аспекты». На конференциях обсуждается большой круг

вопросов: разнообразие флоры и фауны природных и антропогенных систем, экологический мониторинг природных сред и объектов, экологическое воспитание и просвещение, экология человека, промышленная экология и др. Кроме того, на конференции подводятся итоги конкурсов, проводимых в рамках проекта «Химическое разоружение: молодое поколение выбирает здоровое будущее».

Все мероприятия, проведённые в рамках проекта, вызывают интерес у подрастающего поколения, свидетельством которого является активное участие воспитанников детских садов, школьников и студентов в конкурсах сказок, в практических природоохранных проектах, конференциях, выставках творческих работ. По итогам работы в рамках проекта были изданы специальные номера Кировской областной газеты департамента образования «Педагогические ведомости», в которых отражены основные мероприятия, проведённые в рамках проекта «Химическое разоружение: молодое поколение выбирает здоровое будущее».

Проект «Химическое разоружение: молодое поколение выбирает здоровое будущее» успешно реализуется в Кировской области на протяжении трёх лет, что говорит об актуальности и значимости для молодёжи обсуждаемых и решаемых вопросов обеспечения экологической безопасности, сохранения здоровья подрастающего поколения и охраны окружающей природной среды.

Фотовыставка ИТАР-ТАСС в Гааге демонстрирует масштабность проводимых в России работ, связанных с уничтожением запасов химического оружия

В Гааге, в штаб-квартире Организации по запрещению химического оружия (ОЗХО) прошла фотовыставка «Уничтожение химического оружия в Российской Федерации». На ней представлены работы фотокорреспондентов ИТАР-ТАСС, снятые на российских объектах по уничтожению химического оружия, и детские рисунки, призывающие взрослых сделать мир свободным от этого вида вооружений. На церемонии открытия генеральный директор ОЗХО Рохелио Пфиртер выразил благодарность ИТАР-ТАСС «за эту впечатляющую фотовыставку», приуроченную к 10-летию вступления в силу Конвенции о химическом оружии. Посол РФ в Нидерландах Кирилл Геворгян отметил, что выставка «посвящена выполнению Российской Федерацией своих обязательств по уничтожению 20 процентов своего химического арсенала». «Фотографии, которые вы видите, демонстрируют результаты огромных усилий, предпринимаемых Россией по выполнению главной цели Конвенции – уничто-

жению целого класса оружия массового поражения», – обратился он к собравшимся здесь представителям дипкорпуса, международных организаций, властей Гааги и ОЗХО.

Посол отметил, что «эта задача требует решения целого спектра технических, экономических, социальных, финансовых и экологических проблем». «К настоящему моменту на российских объектах уничтожено 8,5 тысячи тонн самых опасных химических веществ. Мы считаем это вкладом нашей страны в укрепление Конвенции и повышения её роли как механизма международного разоружения», – сказал он. Кирилл Геворгян обратил внимание на то, что особое место в экспозиции занимают рисунки детей, живущих поблизости от объектов по уничтожению химического оружия. По его словам, «в этих рисунках представлен их наивный и трогательный взгляд на мир, свободный от химического оружия».

Фотовыставка ИТАР-ТАСС, развёрнутая в штаб-квартире Организации по запре-



Руководитель российской делегации в Гааге, заместитель руководителя Федерального агентства по промышленности РФ Виктор Иванович Холстов

щению химического оружия (ОЗХО) в Гааге, показывает, что «Россия стала намного более информационно открытой, чем многие другие государства». Такое мнение высказал в интервью корреспонденту ИТАР-ТАСС заместитель руководителя Федерального агентства по промышленности РФ Виктор Иванович Холстов. «Это единственная выставка такого масштаба здесь в канун юбилея», – подчеркнул Виктор Иванович Холстов. Он возглавлял российскую делегацию на проходящем в Гааге заседании Научно-консультативного совета ОЗХО.

По его мнению, фотовыставка демонстрирует «масштабность проводимых в России работ, связанных с уничтожением запасов химического оружия». «Здесь наглядно показаны производственные мощности и те усилия, которые российские специалисты прилагают для строительства объектов, их эксплуатации, для уничтожения запасов химического оружия», – сказал он. Заместитель руководителя Роспрома также отметил отражённый в фотоработах «профессиональный подход к решению задач, связанных со строительством и уничтожением химического оружия». «Это проявляется в том, что видна культура производства. Есть элементы, связанные с оценкой безопасности процесса уничтоже-

ния химического оружия для населения и окружающей среды. Это наглядно видно из представленной выставки», – отметил Виктор Иванович Холстов. Особое внимание он обратил на детские рисунки: «Это взгляды детей, школьников на запрещение химического оружия, их понимание того, как мир изменится в лучшую сторону, если оно будет полностью уничтожено».

Заместитель генерального директора ИТАР-ТАСС Александр Клейн отметил, что «это не совсем обычная фотовыставка: она лишена художественности, присущей обычно таким экспозициям». «Мы не ставили такой задачи, а хотели сделать её максимально информационной. Мы не гримировали участников съёмки, не приукрашивали реальность. Мы показали действительность такой, какая она есть», – рассказал Александр Клейн, подчеркнув, что это вклад журналистов в открытость и прозрачность процесса уничтожения химоружия.

Конвенция о химическом оружии была подписана в Париже 13-15 января 1993 года 130 государствами. Россия также подписала Конвенцию 13 января 1993 г., ратифицировала – 5 ноября 1997 г. К настоящему моменту к Конвенции присоединились 182 страны, на которые приходится около 98 процентов мирового населения.



Фотовыставка ИТАР-ТАСС в штаб-квартире ОЗХО в Гааге