

**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 такого 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-

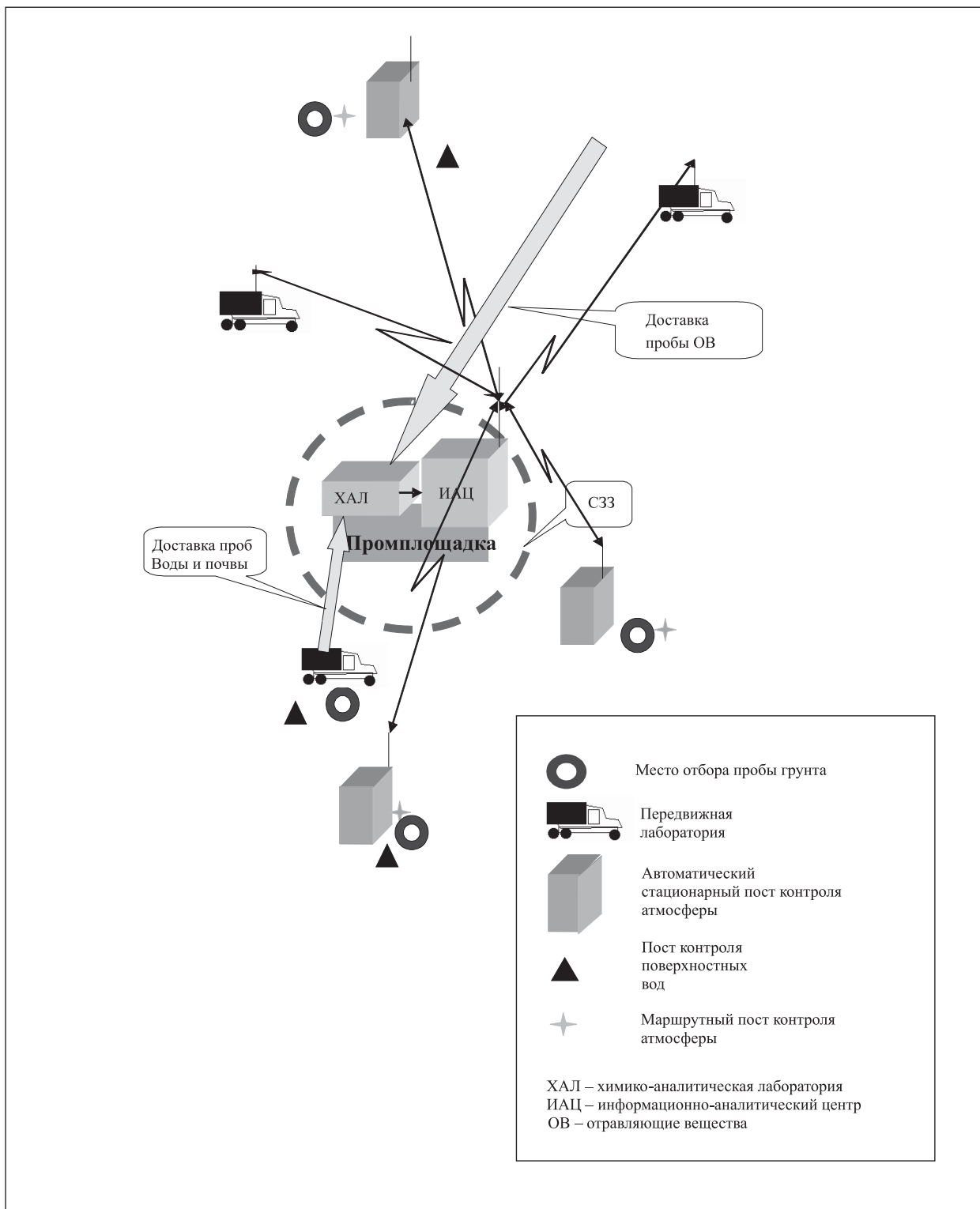


Рис. 1. Структурная схема ПЭМ объекта УХО

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

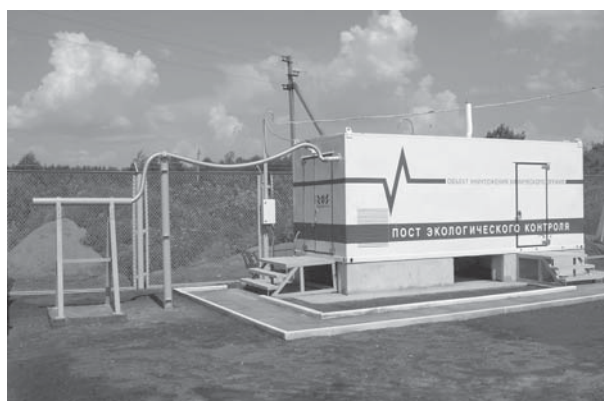


Рис. 3. Общий вид АСПК



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-

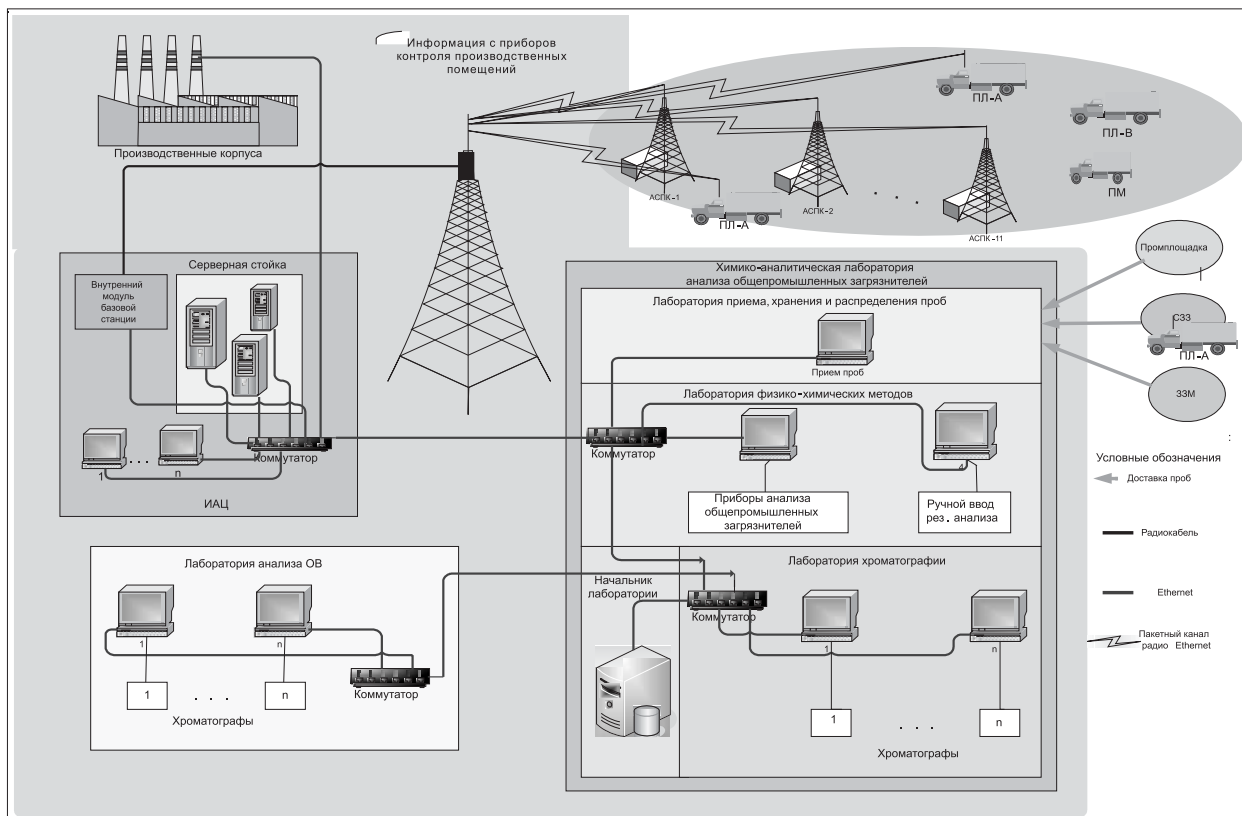


Рис. 8. Структурная схема информационного обмена в системе ПЭМ объекта УХО (на примере создаваемого объекта УХО в г. Щучье Курганской области)

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 своё 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.