

УГРОЗА ГЛОБАЛЬНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ИНТОКСИКАЦИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РОССИИ. УСЛОВИЯ ЕЕ ЛИКВИДАЦИИ

С. А. Гарелина*, И. И. Климовский**

* Академия гражданской защиты МЧС
Тел.: (495) 570-81-98, 485-82-36; факс: (495) 485-79-90; e-mail: rolru@mail.ru

** Объединенный институт высоких температур РАН (ОИВТ РАН)
ул. Ижорская, 13/19, Москва, 125412, Россия
Тел.: (495) 485-82-36; факс: 485-79-90; e-mail: klimovskii@ihed.ras.ru



Гарелина Светлана
Александровна

Сведения об авторе: преподаватель Академии гражданской защиты МЧС.
Образование: Московский педагогический государственный университет, физический факультет (1998 г.).
Область научных интересов: физика и химия плазмы, экология галогеносодержащих токсичных органических соединений.
Публикации: 8 публикаций, 3 патента.



Климовский
Иван Иванович

Сведения об авторе: доктор физ.-мат. наук, профессор, глав. научн. сотрудник Объединенного института высоких температур РАН.

Образование: радиотехнический факультет Московского энергетического института (1966 г.).

Область научных интересов: экология галогеносодержащих токсичных органических соединений, электромагнитная экология, фазовые переходы в углероде, пылевая плазма, солнечная энергетика, лазеры на парах металлов.

Публикации: 2 монографии, более 120 статей, 5 патентов.

Now-a-day, several general sources exist of chemical intoxication of the RF environment including chemical weapon (CW) and military toxic agent depositories and recycling plants; the plants generating dioxins and furans in the industrial process; polymer waste depositories; depositories of composed danger class toxic wastes. 3.6 thousands objects exist at the RF territory containing more than 1 million ton of high-toxic chemicals and materials including those environmentally dangerous. All those substances are toxic organic compounds (TOC), primarily, halogen containing TOC. Thus, the RF environmental protection from those TOC should be considered from universal position based primarily on the experience of the CW annihilation summarized in the Proceedings of the two first research-practical conferences on "R&D aspects of safety provision at chemical weapons annihilation, storing, and transportation" (years 2003, 2004). The present paper analyses both organizational and technical actions to be implemented in order to leave out the danger of global chemical intoxication of the RF environment.

Введение

Согласно данным, приведенным в [1], на состоявшейся в январе 2005 г. Всемирной конференции по предотвращению природных катастроф было засвидетельствовано, что «человечество в настоящее время сталкивается со все более возрастающей частотой и интенсивностью проявления как природных (землетрясения, цунами, наводнения, засухи), так и техногенных опасных процессов (глобальное потепление климата, деградация окружающей среды, неконт-

ролируемая урбанизация)... за прошедшее десятилетие природные катастрофы унесли жизни 478100 человек..., а число пострадавших от природных и техногенных катастроф превышает 2,5 млрд. человек».

Отмеченный выше рост числа природных и техногенных катастроф привел к тому, что во многих государствах, в том числе и в России (см., например, [2]), природная и техногенная безопасность приобрели статус важнейших составляющих государственной безопасности.

Статья поступила в редакцию 04.02.2007 г.

The article has entered in publishing office 04.02.2007.

Судя по материалам X Международной научно-практической конференции по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций [3], из различных типов техногенного воздействия на окружающую среду (ОС) в РФ наиболее контролируемым и управляемым является радиоактивное воздействие. Однако можно предположить, что в РФ не менее опасным воздействием является химическая интоксикация окружающей среды разнообразными токсичными органическими соединениями (ТОС).

Цель данной работы заключается в классификации основных источников химической интоксикации окружающей среды в РФ и анализе условий ее ликвидации.

1. Источники химической интоксикации окружающей среды в России

Различные ТОС можно сгруппировать в три основных группы источников интоксикации: непосредственной (происходящей в настоящее время), отложенной и потенциальной.

К источникам потенциальной (катастрофической) интоксикации ОС в первую очередь относятся химические предприятия и предприятия, на которых осуществляется уничтожение химического оружия. Согласно данным [4], в РФ насчитывается 45 тыс. потенциально опасных промышленных объектов (среди них более 3,6 тыс. объектов, содержащих свыше 1 млн. т высокотоксичных, в том числе экологически опасных химических веществ и материалов).

Как отмечается в [5], техногенные аварии на предприятиях с потенциально опасными технологиями (ППОТ) в химической промышленности могут иметь катастрофические экономические, социальные и политические последствия. От 40 до 80 % всех инцидентов на потенциально опасных производствах происходит по вине персонала.

По данным [6], до 2012 г. Россия должна уничтожить 40 тыс. т боевых отравляющих веществ (ОВ), преимущественно содержащихся в 4,2 млн. штук артиллерийских химических боеприпасов. К настоящему времени уничтожено 419,587 т иприта, 4844 артиллерийских боеприпасов, снаряженных фосгеном, 195 кассетных боеприпасов, снаряженных зоманом, и 117262 единицы химического оружия (ХО) (более 94 т ОВ). В 2007 г. предполагается завершить второй этап по уничтожению 8000 т ОВ, а в 2008 г. — третий этап по уничтожению 18000 т ОВ.

Очевидно, что применительно к химическим предприятиям и предприятиям по уничтожению ХО предотвращение химической интоксикации ОС решается за счет обеспечения условий безопасной работы названных объектов.

Источниками непосредственной интоксикации ОС являются предприятия, вырабатывающие в процессе своей деятельности диоксины и фураны, а также места захоронений (складирования) старого ХО.

Общеизвестно, что при сжигании в мусоросжигательных печах 1 кг поливинилхлорида образуется 50 мкг диоксинов. При производстве 1 млн. т хлорной продукции (ее объем в СССР

составлял 2 млн. т/год) вырабатывается до 1 т диоксинов и фуранов. При отбеливании 1 т целлюлозы (мировое производство не менее 50 млн. т в год) вырабатывается 1 г диоксинов. В настоящее время не существует промышленных технологий уничтожения диоксинов.

По неофициальным данным, во-первых, в России существует 393 точки захоронения старого ХО, изготовленного до 1.01.1946 г. Во-вторых, на территории России количество ОВ с учетом ОВ, захороненных в период с 1918 по 1946 гг., составляет около 160 тыс. т. Кроме того, на территории России хранится около 9 тыс. т ирритантов и захоронено 3,2 тыс. т адасита. Таким образом, после ликвидации 40 тыс. т ОВ на территории России останется около 132 тыс. т ОВ. Очевидно, что какая-то часть снарядов и контейнеров со старым ХО, изготовленным в 1918–1946 гг., находится в аварийном состоянии, вследствие чего ОВ, использовавшиеся для снаряжения ХО, осуществляют непосредственную интоксикацию окружающей среды.

Для предотвращения интоксикации ОС диоксинами, фуранами и ОВ, содержащимися в старом ХО, необходимо разработать эффективные экологически чистые способы их уничтожения.

Источниками отложенной интоксикации ОС являются места хранения полимерных отходов (ПО) и токсичных отходов смешанных классов опасности (ТОСКО) и места захоронений реакционных масс (РМ), образующихся при уничтожении ОВ.

Существует более 400 различных видов ПО, составляющих в РФ 8 % от общего количества вырабатываемых отходов (60 млн. т в год). Основную долю ПО составляют: полиэтилентерефталат (25 %), полиэтилены высокой (15 %) и низкой (15 %) плотностей, полипропилен (13 %), полистирол (6 %), поливинилхлорид (ПВХ) (5 %), другие полимеры (21 %). Оценки показывают, что производство ПВХ фактически приводит к потенциальному накоплению 12,5 т диоксинов в год, которые, в конечном счете, перейдут в ОС либо в результате сжигания ПВХ, либо в результате его естественного разложения.

Согласно данным [4], в России количество ТОСКО достигает 2 млрд. т. Из них под контролем в принадлежащих предприятиям хранилищах, накопителях, складах, могильниках, на полигонах и других подобных объектах находится около 1400 млн. т отходов. Более 15 % учетных объектов для хранения (захоронения) отходов не соответствует действующим нормативам. По-видимому, только в последнее время ТОСКО стали изучаться на предмет их возможного влияния на ОС в России [7].

Из различных РМ наиболее серьезную отложенную угрозу для ОС представляют РМ, образующиеся при уничтожении фосфорорганических ОВ (ФОВ), к которым относятся зоман, зарин и Vx. По базовым технологиям эти РМ в конечном счете переводятся в подлежащие захоронению битумно-солевые массы, объем которых, согласно [8], в 5–6 раз превосходит объем исход-

ного ОБ и которые нельзя считать полностью экологически безопасными из-за содержащихся в них водорастворимых соединений. Более того, по данным [9], в соответствии с требованиями «Конвенции о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия» переработка ФОВ в реакционные массы не является уничтожением ХО, в связи с чем в настоящее время предпринимаются попытки разработать методы переработки РМ, альтернативные битумированию.

В таблице представлены брутто-формулы некоторых ТОС, их температуры плавления $T_{пл}$, кипения $T_{кип}$, разложения $T_{разл}$, давления насыщенных паров p , удельной плотности ρ и ПДК. Обращает на себя внимание, что все ТОС образуются ограниченным набором химических элементов (в том числе галогенов), что позволяет с единых позиций разрабатывать методы контроля и способы защиты ОС от воздействия различных ТОС.

Очевидно, что эффективность защиты ОС от интоксикации ТОС будет зависеть не только от эффективности ликвидаций ЧС (техногенных катастроф), связанных с выбросами в ОС больших количеств ТОС, но и от возможности успешного прогноза возникновения и развития таких ЧС. Для этого необходимо создание специализированной подсистемы (структуры) МЧС, которую условно можно назвать информационно-оперативной системой (ИОС) МЧС по предотвращению и ликвидации техногенных химических катастроф (ПЛТХК), объединяющей в себе различные структуры (не только относящиеся к МЧС).

2. Информационная система МЧС ПЛТХК

Очевидно, что ИС МЧС ПЛТХК должна включать в себя базу данных по различным свойствам ТОС и центр прогнозов возникновения и развития ЧС на предприятиях по выработке и хранению ТОС. Одним из условий создания такой информационной системы является выделение в структуре МЧС организации, ответственной за ее создание. В случае, отображенном на рис. 1, предполагается, что такой организацией является Центр стратегических исследований гражданской защиты (ЦСИГЗ) МЧС России.

Возможно, что уже в настоящее время целесообразно поставить вопрос о создании в МЧС собственной научно-технической базы, способной обеспечить решение проблем по ликвидации ТОС и предотвращению ТХК.

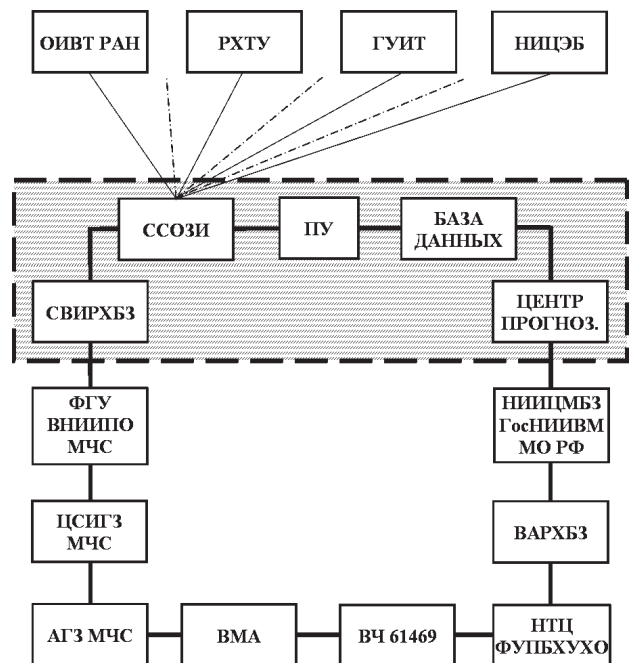


Рис. 1. Информационная система МЧС ПЛТХК с базой данных и центром прогнозов: АГЗ МЧС — Академия гражданской защиты МЧС России; ВАРХБЗ — Военная академия радиационной, химической и биологической защиты; ВМА — Военно-медицинская академия; ВЧ 61469 — войсковая часть 61469; ГУИТ — ГУ Институт токсикологии Минздрава России; НИИЦМБЗ ГосНИИВМ МО РФ — Научно-исследовательский испытательный центр медико-биологической защиты ГосНИИИ военной медицины МО РФ; НИЦПЭВ — Научно-исследовательский центр по проблемам экологической безопасности Министерства природных ресурсов Российской Федерации (НИЦ «Экобезопасность»); НТЦ ФУПБХУХО — научно-технический центр Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия; ОИВТ РАН — Объединенный институт высоких температур РАН; ПУ — пункт управления; РХТУ — Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева; СВИРХБЗ — Саратовский военный институт радиационной, химической и биологической защиты; СВОЗИ — система сбора, обработки и защиты информации; ФГУ ВНИИПО МЧС — ФГУ ВНИИ противопожарной обороны МЧС России; ЦСИГЗ МЧС — Центр стратегических исследований гражданской защиты МЧС России

На рис. 1 схематически изображена ИС МЧС ПЛТХК, основанием для построения которой явились различные предприятия и институты, принимавшие участие в Первой и Второй научно-практических конференциях «Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке хи-

Некоторые физические и токсические свойства различных ТОС

| ТОС | Брутто-формула | $T_{пл}, ^\circ\text{C}$ | $T_{кип}, ^\circ\text{C}$ | $T_{разл}, ^\circ\text{C}$ | $P(t, ^\circ\text{C}),$ мм рт. ст. | $\rho, \text{г/см}^3$ | ПДК _{р.з.}, \text{мг/м}^3} |
|------------------------|--|--------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| Зарин | $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{FO}_2\text{P}$ | -57 | 147 | | 1,48 (20) | 1,09 | $2 \cdot 10^{-5}$ |
| Зоман | $\text{C}_7\text{H}_{16}\text{FO}_2\text{P}$ | -80 | 190 | | 0,92 (20) | 1,03 | $1 \cdot 10^{-5}$ |
| Vx | $\text{C}_{11}\text{H}_{26}\text{O}_2\text{NSP}$ | -50 | 300 | | | 1,02 | $5 \cdot 10^{-6}$ |
| Люизит | $\text{C}_4\text{H}_8\text{Cl}_2\text{S}$ | -45 | 170 | 196 | 1,56 (25) | 1,86 | $2 \cdot 10^{-4}$ |
| Иприт | $\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_3\text{As}$ | 14 | 217 | | 0,12 (20) | 1,27 | $2 \cdot 10^{-4}$ |
| Диоксины | $\text{C}_{12}\text{H}_4\text{Cl}_4\text{O}_2^*$ | 200–400 | | 1250 | | | $5 \cdot 10^{-10**}$ |
| Пиридин 2,4-диметил | $(\text{CH}_3)_2\text{C}_5\text{H}_3\text{N}$ | | 159 | | | 0,93 | 0,94*** |

мического оружия», состоявшихся, соответственно, 3–4 сентября 2003 г. и 6–8 октября 2004 г. в г. Москве. Схема функционирования ИС МЧС ПЛТХК очевидна из самого рисунка и, по-видимому, в каких-либо дополнительных комментариях не нуждается.

В рамках данной статьи невозможно перечислить все мероприятия, которые должны обеспечить создание ИОС МЧС ПЛТХК. Однако некоторые из них представляются более или менее очевидными и заслуживают того, чтобы быть упомянутыми в данной статье.

1. Разработка проекта Федеральной программы «Химическая безопасность РФ».

2. Перевод в МЧС до 2012–2015 гг. какой-то части войск химической защиты, целесообразность существования которых в рамках российской армии после полной ликвидации ХО становится, по меньшей мере, неочевидной.

3. Организация регулярной Всероссийской научно-практической конференции «Химическая безопасность России».

4. Организация центра прогнозов возникновения и развития ЧС на предприятиях по выработке и хранению ТОС.

5. Создание базы комплексных данных по различным ТОС.

6. Организация системы космического мониторинга ТОС в атмосфере Земли.

3. Оперативная система МЧС ПЛТХК

Очевидно, что эффективность защиты ОС от интоксикации ТОС будет зависеть не только от эффективности ликвидаций чрезвычайных ситуаций (ЧС) и техногенных катастроф (ТК), связанных с выбросами в ОС больших количеств ТОС, но и от возможности успешного прогноза возникновения и развития таких ЧС. Для этого необходимо создание единой оперативной системы, объединяющей в себе в той или иной степени все предприятия РФ по выработке или хранению ТОС. Поскольку в РФ выработка и реализация государственной политики в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций возложена на МЧС России [3], то представляется целесообразным именно на основе этого министерства создавать названную оперативную систему. Более того, в этой системе необходимо создать (подобно институту военпредов, существующему в Российской армии) институт «МЧС-предов», осуществляющих контроль химической обстановки на особо опасных предприятиях по хранению и выработке ТОС. Один из возможных вариантов единой оперативной системы (ЕОС) представлен на рис. 2. Смысл этого варианта ясен из самого рисунка и, по-видимому, в дополнительных комментариях не нуждается.

4. Основное условие минимизации воздействия ТОС на ОС

Судя по основным путям воздействия ТОС на ОС (рис. 3), существуют различные способы уменьшения этого воздействия: от традиционной детоксикации зараженной местности до фи-

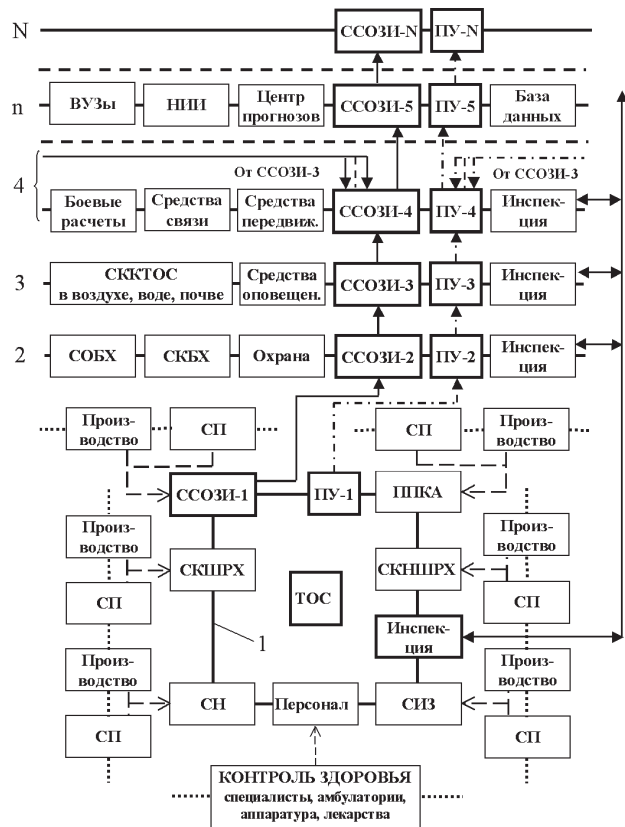


Рис. 2. Один из возможных вариантов единой оперативной системы: 1, 2, 3, 4, n, N — номер информационного уровня; 1-й уровень соответствует рабочей зоне (РЗ), 2-й — ЗЗМ, 3-й — СЗЗ, 4-й — уровни вспомогательных информационных систем; ППКА — противопожарная контрольная аппаратура, ПУ — пункт управления, СИЗ — средства индивидуальной защиты, СКБХ — средства контроля безопасности хранения (выработки), СККТОС — средства контроля концентраций ТОС, СКНШРХ — средства контроля нештатного режима хранения (выработки) ТОС, СКШРХ — средства контроля штатного режима хранения (выработки), СХ — средства наблюдения, СОБХ — средства обеспечения безопасности хранения (выработки), СП — средства проверки различных средств контроля и обеспечения безопасности, ССОЗИ — система сбора, обработки и защиты информации

торемедиации почв и водоемов [10, 11]. Однако очевидно, что максимальный эффект достигается в том случае, когда ТОС либо уничтожаются в местах их образования, либо собираются и в специальных контейнерах доставляются к местам их уничтожения. Для достижения такого эффекта необходимо разработать универсальную технологию уничтожения различных ТОС, а еще лучше — универсальную технологию переработки различных ТОС в ликвидную продукцию. Основы названных технологий могут составить технологии, разрабатываемые для уничтожения РМ, образующихся при уничтожении ФОВ [8], а также универсальная технология переработки ТОС в ликвидную продукцию, разрабатываемая в ИТЭС ОИВТ РАН.

Заключение

В результате проведенного анализа показано, что значительная группа токсичных веществ, вырабатываемых и хранящихся на территории РФ, обладает общим признаком — это токсич-

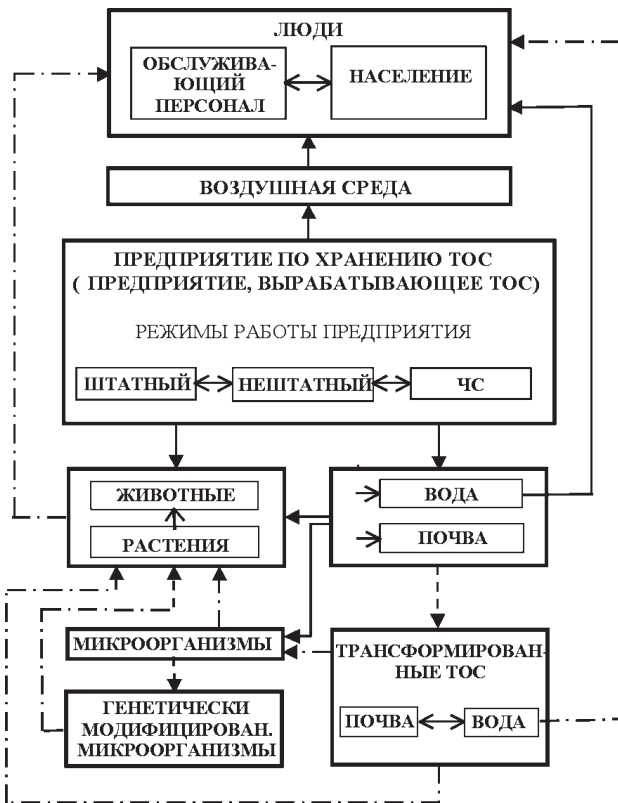


Рис. 3. Основные пути воздействия ТОС на окружающую среду: → — непосредственное воздействие; - - → — трансформация (модификация) поражающего фактора; - - - → — опосредованное воздействие; → — внутрисистемные взаимосвязи

ные органические соединения и прежде всего галогенсодержащие органические соединения. Это обстоятельство позволяет рассматривать защиту окружающей среды в РФ от воздействия на нее различных ТОС с единых позиций, основываясь, в первую очередь, на опыте уничтожения ХО, обобщенном в трудах I-й и II-й научно-практических конференций «Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке химического оружия» (2003, 2004 гг.). Продемонстрировано, что контроль за безопасным функционированием предприятий по производству и хранению различных ТОС целесообразно проводить в рамках единой информационной системы. Кроме того, установлено, что эффективное предотвращение глобальной интоксикации окружающей среды в РФ может быть обеспечено за счет создания универсальной технологии уничтожения ТОС или переработки их в ликвидную продукцию.

Список литературы

1. Осипов В. Н., Бражников Ю. В. Проблема рисков и снижение ущерба от природных катастроф // Тез. докл. X Международ. науч.-практ. конф. по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Москва, ЦСИ МЧС России, 19–21 апреля 2005 г. С. 11.

2. Соболев В. А. Природная и техногенная безопасность как важнейшие составляющие национальной безопасности России // Там же. С. 10.

3. Тез. докл. X Международ. науч.-практ. конф. по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Москва, ЦСИ МЧС России, 19–21 апреля 2005 г.

4. Лопатин В. Н. Экологическая безопасность — важнейший элемент национальной безопасности РФ // Экология и промышленность России. 2002. Вторая стр. обложки.

5. Гончаров С. Ф., Бобров А. Ф., Щербанов В. Ю. Оценка и управление рисками нарушения профессиональной надежности персонала потенциально опасных производств // Тез. докл. X Международ. науч.-практ. конф. по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Москва, ЦСИ МЧС России, 19–21 апреля 2005 г. С. 17–18.

6. Демьянов А. Л., Симанский А. В. Современное состояние и перспективы уничтожения химического оружия в Российской Федерации // Матер. II Науч.-практ. конф. «Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке химического оружия». Москва, 6–7 октября 2004 г. С. 3–9.

7. Лавренченко С. П., Лукьянов А. В., Матросов С. И., Меркулов П. Т. Методический подход к оценке эффективности утилизации жидких токсичных отходов смешанных классов опасности // Матер. I Науч.-практ. конф. «Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке химического оружия». Москва, 3–4 сентября 2003 г. С. 11–17.

8. Захарычев В. В., Чимишкян А. Л., Ильиничев А. И., Кулаков И. И. Новый способ уничтожения фосфорорганических отравляющих веществ // Там же. С. 107–109.

9. Судаков А. Ю., Голышков Д. В., Никифоров Г. Е., Ринк Л. И., Толстопятенко Е. С. Практические аспекты переработки реакционных масс, образующихся после детоксикации фосфорорганических отравляющих веществ // Тез. докл. II Науч.-практ. конф. «Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке химического оружия». Москва, 6–8 октября 2004 г. С. 22–24.

10. Скоробогатова В. И., Щербаков А. А., Сотников Н. В., Щербакова Л. Ф. Фиторемедиация почв, загрязненных продуктами природного и техногенного разложения фосфорорганических отравляющих веществ // Там же. С. 125–126.

11. Скоробогатов А. Г., Щербакова Л. Ф., Скоробогатова В. И., Щербаков А. А. Фиторемедиация водоемов, загрязненных мышьяк-содержащими соединениями // Там же. С. 127–128.